

Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura
Dipartimento di Progettazione Urbana ed Urbanistica

Dottorato di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura
XXII ciclo

dottorando: Cristian Filagrossi Ambrosino

Tutor: Prof.ssa Dora Francese

anno accademico 2009/2010

**Strumenti per la verifica della sostenibilità dei prodotti edilizi
con materiali avanzati**

*Confronto tra i livelli di ecosostenibilità, biocompatibilità e
convenienza del fotovoltaico a film sottile e di quello organico*

Il coordinatore
Prof. Mario Losasso

Indice

INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1 - IL RAPPORTO TRA PRODUZIONE INDUSTRIALE E SOSTENIBILITÀ	8
1.1 L'EVOLUZIONE DEL CONCETTO DI SOSTENIBILITÀ.....	8
1.1.1 <i>Uomo, ambiente e tecnica</i>	10
1.1.2 <i>I rapporti del MIT per il Club di Roma</i>	12
1.1.3 <i>Il rapporto Bruntland: nasce lo sviluppo sostenibile</i>	16
1.1.4 <i>Il cambio di paradigma: il capitalismo naturale e l'eco-efficienza</i>	18
1.2 CHIUDERE IL CERCHIO: IL PROGETTO SOSTENIBILE.....	21
1.2.1 <i>Il Life Cycle Design</i>	22
1.2.2 <i>Azioni politiche e normative nei paesi europei</i>	25
1.3 MATERIALI AVANZATI E SOSTENIBILITÀ.....	32
1.3.1 <i>Sintesi evolutiva della ricerca sui materiali avanzati</i>	32
1.3.2 <i>Definizioni</i>	34
1.3.3 <i>Classificazioni</i>	36
1.3.4 <i>Prestazioni tecniche ed ambientali</i>	42
1.4 REQUISITI DI SOSTENIBILITÀ.....	47
CAPITOLO 2 - I MATERIALI AVANZATI PER LA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA APPLICATA IN ARCHITETTURA	49
2.1 IL FOTOVOLTAICO E L'ARCHITETTURA.....	49
2.1.1 <i>Le modalità di integrazione previste dal Conto Energia</i>	52
2.2 I MATERIALI AVANZATI PER LA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA.....	58
2.2.1 <i>Celle solari a film sottile</i>	59
2.2.1.1 <i>Tipologie, proprietà e prestazioni</i>	59
2.2.1.2 <i>Celle a CIGS</i>	60
<i>Analisi del ciclo di vita</i>	61
<i>Applicazione in architettura</i>	70
2.2.2 <i>Celle solari organiche</i>	74
2.2.2.1 <i>Tipologie, proprietà e prestazioni</i>	74
2.2.2.2 <i>Celle a colorante DSSC</i>	75
<i>Analisi del ciclo di vita</i>	77
<i>Applicazione in Architettura</i>	87
CAPITOLO 3 - GLI STRUMENTI PER LA VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ DEI PRODOTTI EDILIZI	90
3.1 DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE.....	90
3.2 METODI BASATI SULLA LCA.....	93
3.2.1 <i>EDIP 2003</i>	93
3.2.2 <i>Eco-indicators '99</i>	94
3.2.3 <i>EPS 2000</i>	95
3.2.4 <i>BEES 4.0</i>	96
3.3 METODI MULTICRITERIA.....	98
3.3.1 <i>Ecolabel</i>	100
3.3.2 <i>Der Blaue Engel</i>	102
3.3.3 <i>Nordic Swan</i>	103
3.3.4 <i>Nature Plus</i>	104
3.3.5 <i>Certificazione ANAB/ICEA</i>	105
3.3.6 <i>Il requisito "Materiali" nei metodi a punteggio per la valutazione ambientale degli edifici</i>	106
3.4 METODI BASATI SU INDICATORI SINTETICI.....	109
3.4.1 <i>MAIA, MIPS e zaino ecologico</i>	109

3.4.2 EPD (<i>Environmental Product Declaration</i>)	111
3.5 IL SISTEMA DI SCHEDATURA DEI METODI DI VALUTAZIONE	112
3.6 SCHEDE DI LETTURA CRITICA DI CIASCUN METODO	118
3.7 SCHEDE DI COMPARAZIONE TRA I METODI	131
CAPITOLO 4 - DEFINIZIONE DI UN NUOVO METODO DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI IN ARCHITETTURA	133
4.1 DEFINIZIONE DELLA STRUTTURA GERARCHICA	133
4.2 DEFINIZIONE DELLE CATEGORIE DI IMPATTO	137
4.2.1 <i>Ecosostenibilità</i>	137
4.2.2 <i>Biocompatibilità</i>	139
4.2.3 <i>Convenienza</i>	141
4.3 DEFINIZIONE DELLE CLASSI, DELLE ESIGENZE, DEI REQUISITI E DEI PARAMETRI	143
4.4 DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI	171
4.5 DEFINIZIONE DEI PESI (WEIGHTING)	368
CAPITOLO 5 - VALUTAZIONE DEL CONFRONTO DI UN SISTEMA FOTOVOLTAICO A FILM SOTTILE (CIGS) E UNO A CELLE SOLARI ORGANICHE (DSSC)	372
5.1 IL FOTOVOLTAICO ORGANICO E IL PROGRAMMA “VENTOTENE: EMISSIONI ZERO”	372
5.2 IL CASO STUDIO: IL MUSEO DELLA MIGRAZIONE	373
5.3 LA VALUTAZIONE DEL CASO STUDIO CON I PANNELLI CIGS (CASO A)	377
5.4 LA VALUTAZIONE DEL CASO STUDIO CON I PANNELLI DSSC (CASO B)	429
5.5 CONFRONTO ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	482
PROSPETTIVE FUTURE DI RICERCA	488
GLOSSARIO	491
BIBLIOGRAFIA	510

Introduzione

Sempre più, oggi, l'aggettivo sostenibile, assieme a tutte le sue declinazioni, suffissi e prefissi (eco-, bio-, etc.), prende piede in tutti i campi e gli aspetti della nostra vita quotidiana.

Dal cibo agli elettrodomestici, dal turismo ai trasporti fino ovviamente al settore delle costruzioni, considerato, dati alla mano¹, addirittura quello più impattante in termini di consumi energetici.

Eppure, se da un lato tutta questa attenzione nei confronti di una problematica estremamente concreta e drammatica, come è quella dello sfruttamento irrazionale delle risorse del nostro pianeta, non può che rendere felici coloro che da anni si battono, a vari livelli, per far sì che una reale presa di coscienza della tematica ambientale si imponga nell'opinione pubblica, dall'altro c'è il rischio che un surplus di informazioni, non sempre corrette e anzi in alcuni casi ingannevoli, un fiorire di marchi, parole d'ordine, slogan e quant'altro, porti non tanto ad una chiarificazione e consapevolezza dei problemi reali quanto ad una confusione deleteria che rischia, in maniera paradossale, di far passare per sostenibili prodotti e comportamenti e tecnologie, quanto mai eterogenei, che, nella sostanza, sono solo un'apparenza, un'immagine.

“Qualsiasi riflessione sul rapporto tra produzione industriale ed ambiente deve partire dal presupposto, fermo e irrinunciabile, che vede la sostenibilità ambientale come un obiettivo da raggiungere e non, come oggi molto spesso è intesa, una direzione verso cui andare”².

Non è più dunque sufficiente intraprendere la strada della sostenibilità, privilegiando e massimizzando solo una caratteristica parziale di un prodotto, ma si impone oramai,

¹ Cfr. ENEA, *Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili*, Roma 1999

² C.Vezzoli, E. Manzini, *Lo sviluppo di prodotti sostenibili. I requisiti ambientali dei prodotti industriali*, Maggioli, Rimini 1998

in maniera imprescindibile, un modo di progettare che abbracci una visione globale del problema, il cui obiettivo è appunto la destinazione finale della sostenibilità, non un avviamento verso di essa.

In questo senso, dunque, non tutto quello che apporta un qualche miglioramento in tema ambientale (ad esempio il semplice risparmio energetico), può essere considerato sostenibile.

Al contrario, ogni nuova proposta che sia veramente sostenibile deve, in maniera inderogabile: basarsi su risorse rinnovabili, garantendone al tempo stesso la rinnovabilità; ottimizzare l'impiego delle risorse non rinnovabili (comprese aria, acqua e suolo); non nuocere alla salute del Pianeta (ossia non produrre rifiuti che l'ecosistema non sia in grado di rinaturalizzare); non nuocere alla salute delle persone.

Appare evidente, prendendo in considerazione questi requisiti, come e quanto il sistema produttivo e di consumo delle società industriali contemporanee sia lontano dall'obiettivo della sostenibilità. Ed ancora più pericolosa sembra essere, in questo senso, la moda "ecologista" che in questi ultimissimi anni sta caratterizzando il mercato dei nuovi prodotti da costruzione, di cui viene risaltato l'aspetto più immediato ed appetibile, identificato semplicemente nella loro capacità di ridurre il consumo di energia da combustibili fossili, mentre viene completamente ignorato il vero carico ambientale che, durante l'intero ciclo di vita (dalla pre-produzione al riciclo), il prodotto causa.

Sempre maggiore attenzione, dunque, viene posta nei confronti delle tecnologie destinate a sfruttare delle risorse rinnovabili.

E, nell'ambito delle energie rinnovabili, il fotovoltaico rappresenta forse quella con maggiore componente poetica: il processo quasi "magico", ma allo stesso tempo altamente sofisticato, della conversione dell'energia termica in energia elettrica da una fonte pulita e potenzialmente infinita, quale il Sole, costituisce il più alto esempio di cooperazione

tra uomo, ambiente e tecnica; la realizzazione del sogno di qualsiasi ecologista. Eppure tale tecnologia, ad oggi, è quella che pone i principali problemi in termini di impatti ambientali; il silicio è, infatti, una risorsa non rinnovabile e finita, caratterizzata da una complessa fase di dismissione, essendo difficile sia da recuperare che da smaltire.

Le celle a film sottile hanno costituito una prima svolta nella tecnologia fotovoltaica, affrancandola dalla dittatura del silicio, ma rivelandosi poi altrettanto impattante per la presenza di elementi (come l'indio, il gallio e il cadmio), alcuni dei quali caratterizzati da una disponibilità molto limitata e altri da forti ripercussioni in termini di inquinamento ambientale ed emissioni nocive per la salute umana.

L'entrata in scena del fotovoltaico organico ha portato una nuova speranza: materie prime non solo di grande disponibilità in natura, ma anche rinnovabili, addirittura biodegradabili.

Il presente lavoro di ricerca nasce dall'interesse personale nei confronti di questa nuova, promettente tecnologia, e dalla volontà di testarla in una visione a 360 gradi, cercando di considerare ogni aspetto e relazione tra ambiente, tecnica fotovoltaica, salute umana, economia ed architettura, e si innesta nel filone di ricerca dipartimentale sulla valutazione della sostenibilità degli edifici e dei prodotti per l'edilizia

La pietra di paragone più adatta è apparsa subito quella del fotovoltaico a film sottile, ed in particolare delle celle al diseleniuro di rame, indio e gallio, che, oltre a rappresentare il punto più alto raggiunto oggi dalla tecnologia fotovoltaica in termini di efficienza raggiunta, presentano, ad un'analisi preliminare, anche le migliori prestazioni ambientali tra le celle di terza generazione (appunto quelle a film sottile).

Il lavoro di ricerca si è articolato da subito in tre filoni distinti, ma paralleli: il rapporto tra produzione industriale,

materiali avanzati e sostenibilità ambientale; le tecnologie fotovoltaiche che fanno uso di materiali avanzati; il mondo variegato degli strumenti di valutazione e certificazione dei prodotti industriali. Il lavoro approfondito di ricerca, lettura critica e comparazione (i cui risultati sono espressi nei capitoli 1, 2 e 3) ha portato poi all'elaborazione del metodo di valutazione, descritto in maniera approfondita nel capitolo 4, ed alla sua applicazione pratica sul caso studio considerato (capitolo 5).

Capitolo 1 - Il rapporto tra produzione industriale e sostenibilità

1.1 L'evoluzione del concetto di sostenibilità

Con la presa di coscienza, attorno agli anni '70, dello stato di degrado ambientale a cui la Terra sempre più si avvicinava, studiosi e ricercatori hanno iniziato a formulare teorie su come poter porre un limite a tale fenomeno e, in un secondo momento, su come poter magari invertire la tendenza. Dopo una prima fase in cui oggetto dello studio erano i rimedi da poter porre in essere nel breve periodo, ci si è resi conto che solo azioni con obiettivi elevati, e dunque attuabili nel lungo periodo, potessero risultare veramente efficaci. Si è iniziato dunque a parlare di sostenibilità. Tiezzi ricorda le motivazioni filologiche che portarono all'utilizzo della parola sostenibile: *“Si partì dalla sostituzione del verbo to carry con to sustain che aveva un significato più ampio, quello sì di portare ma portare nel tempo, sostenere appunto [...] Sostenibile si traduceva con durevole e si riferiva chiaramente al persistere nel tempo.”*³

Assieme al concetto di sostenibilità, viene introdotto il concetto di sviluppo, in netto contrasto con la dottrina di crescita, appartenente a quella che si definisce economia neoclassica.

Il modello della crescita si è affermato con la Rivoluzione Industriale e riconosce il miglioramento del benessere esclusivamente nell'accrescimento quantitativo (più popolazione, PIL più alto, maggiore produttività, maggiore produzione industriale, più consumi). Ma in un pianeta in cui le risorse e gli spazi sono limitati, questo è un modello destinato al fallimento.

Al contrario, sviluppare significa espandere le potenzialità, poichè qualcosa che si sviluppa diventa qualitativamente migliore. Lo sviluppo non richiede consumi, e anzi si basa

³ E. Tiezzi (1984), *Tempi storici, tempi biologici*, Donzelli Editore, Roma 2005

Alcune date fondamentali del movimento per lo sviluppo sostenibile

1866: Ernst Haeckel conia il termine Ökologie (ecologia) per definire il sistema di interazione tra gli organismi viventi ed il loro ambiente.

1901: John Muir è il primo a parlare di deforestazione.

1962: Viene pubblicato il libro “Primavera silenziosa” di Rachel Carson, è una forte denuncia sull'effetto provocato dall'uso dei pesticidi

1968: Fondazione del “Club di Roma”.

1969: Viene fondato il movimento “Friends of Earth” (Amici della Terra).

1971: Fondazione di Greenpeace.

1972: Pubblicazione de *I limiti dello sviluppo*, primo rapporto del Club di Roma.

1973: E. F. Schumacher pubblica *Piccolo è bello: uno studio di economia come se la gente contasse qualcosa*.

1979: J. Lovelock pubblica *Gaia: nuove idee sull'ecologia*

1982: Viene approvata la carta dell'ONU sull'ambiente

1984: Iniziano le pubblicazioni del rapporto annuale *State of the World* da parte del Worldwatch Institute

1987: Viene pubblicato il *Rapporto Brundtland*, nel frattempo 24 nazioni sottoscrivono il Protocollo di Montreal

sulla conservazione delle risorse e sul miglioramento dell'esistente.

Per orientarsi verso lo sviluppo occorre modificare i modelli di produzione e consumo: chiudere i cicli di prelievo ed emissione e valorizzare i rifiuti attraverso il riutilizzo. Il concetto di sviluppo è fortemente basato sulla valutazione dei cicli di vita dei materiali e sulla riduzione delle quantità di materia ed energia usate durante le fasi di produzione ed uso dei prodotti.

Nelle prossime pagine ripercorrerò, in maniera sintetica, le tappe fondamentali che, negli ultimi 30 anni, hanno portato, almeno per quanto riguarda la messa a punto di un apparato teorico, al passaggio dal concetto di crescita a quello di sviluppo.

1992: Conferenza di Rio de Janeiro

1995: Per la prima volta uno studio scientifico condotto dall'Intergovernmental Panel on Climate Change dimostra un'evidente influenza umana sui cambiamenti climatici

1997: Viene pubblicato *Fattore 4* per il Club di Roma

1999: Viene pubblicato il libro *Capitalismo naturale* di Paul Hawken

2001: 189 paesi sottoscrivono il Protocollo di Kyoto

2002: Summit di Johannesburg

2005: Entra in vigore il protocollo di Kyoto, ma Usa e Australia decidono di non approvarlo giudicandolo troppo costoso.

1.1.1 Uomo, ambiente e tecnica

Quando si parla di ambiente, tutti noi siamo, in maniera più o meno inconscia, portati ad associare tale termine alla natura, vale a dire a ciò che, in maniera più corretta, andrebbe denominato come ambiente naturale. In realtà il termine latino *ambiens*, da cui la parola ambiente deriva, non contiene in sé alcuna connotazione di carattere naturalistico, ma indica semplicemente “lo spazio che ci circonda”⁴, lo spazio insomma in cui l’uomo si muove ed abita.

Oggi, il confine di distinzione tra ambiente naturale ed ambiente antropizzato diventa sempre più labile; l’ambiente naturale incontaminato appare sempre più esiguo sotto l’azione modificatoria che l’uomo, fin da quando esiste, ha esercitato al fine di rendere adeguato alle sue condizioni di vita lo spazio che lo circonda, costruendo manufatti, di piccole o grandi dimensioni, di buona o cattiva qualità, o alterando la morfologia del territorio con lo scopo preciso di poter abitare, lavorare e muoversi in uno spazio a lui consono e familiare. Per questo motivo, il costante ed inesorabile processo di artificializzazione della natura ha sempre accompagnato la presenza della specie umana sul pianeta. Rispetto al passato tale processo ha però, senza dubbio, conosciuto un’accelerazione esponenziale a partire dalla Rivoluzione Industriale fino ai nostri giorni.

Italo Calvino affronta in maniera sintetica e illuminante la questione del rapporto tra uomo e natura nel suo libro *Marcovaldo* (1963): “*In mezzo alla città di cemento e asfalto, Marcovaldo va in cerca della Natura. Ma esiste ancora, la Natura? Quella che egli trova è una Natura dispettosa, contraffatta, compromessa con la vita artificiale... In questo testo, l’idillio industriale è preso di mira allo stesso tempo dell’idillio campestre: non solo non è possibile un ritorno indietro nella storia, ma anche quell’indietro non è mai*

Approfondimenti sul tema uomo-tecnica-ambiente

Romanzi

I. Calvino, *Marcovaldo*, Milano 1963

P.K. Dick (1968), *Gli androidi sognano pecore elettriche?*, Fanucci, Roma 2007

W. Gibson, *Neuromante*, Mondadori, Milano 1984

B. Sterling, *La matrice spezzata*, Mondadori, Milano 1985

Saggi

M. Heidegger (1969), *Costruire abitare pensare*, in “Saggi e discorsi”, Mursia, Milano 1976

M. Heidegger (1969), “...poeticamente abita l’uomo...”, in “Saggi e discorsi”, Mursia, Milano 1976

T. Maldonado, *Cultura democrazia ambiente. Saggi sul mutamento*, Torino 1970

B. Commoner (1971), *Il cerchio da chiudere*, Garzanti, Milano 1986

G. Bateson (1976), *Verso un’ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 2000

U. Galimberti, *Psiche e Techne*, Feltrinelli, Milano 1999

C. Harry, T. Pinch, *Il golem tecnologico*, Edizioni di Comunità, Torino, 2000

G. Longo, *Homo technologicus*, Meltemi, Roma 2001

E. Morin (1977), *Metodo. La natura della natura*, Feltrinelli, Milano 2001

⁴ Cfr. Castiglioni L., Mariotti S., *IL - Vocabolario della lingua latina*, Loescher, Torino 2005

*esistito, è un'illusione. L'amore per la natura di Marcovaldo è quello che può nascere solo in un uomo di città.”*⁵

Film

- F. Lang, *Metropolis*, 1926
- C. Chaplin, *Tempi Moderni*, 1936
- R. Fassbinder, *Il mondo sul filo*, 1973
- T. Gilliam, *Brazil*, 1985
- D. Cronenberg, *La mosca*, 1986
- K. Kiesloswki, *Decalogo 1*, 1989
- R. Longo, *Johnny Mnemonic*, 1995
- G. Salvatores, *Nirvana*, 1997
- L. e A. Wachoski, *Matrix*, 1999

⁵ Il testo citato è tratto dall'introduzione al libro, scritta dallo stesso Calvino.

1.1.2 I rapporti del MIT per il Club di Roma

Gli anni '70 dello scorso secolo sono stati gli anni del movimento hippie, della guerra del Kippur e dell'austerità, eventi apparentemente lontani tra loro ma in realtà saldamente collegati dalla decisione, presa nel 1973 dai paesi arabi appartenenti all'OPEC, di bloccare le esportazioni di petrolio verso i paesi occidentali. I paesi sviluppati conoscono così la più grande e grave crisi energetica mai verificatasi prima d'allora.

Ma se, da un punto di vista di causa-effetto, la crisi fu provocata dalla decisione dell'OPEC, nella realtà dei fatti si può affermare che erano ormai maturi i tempi per iniziare ad affrontare la spinosa questione dell'esaurimento delle risorse energetiche del pianeta.

Non è un caso che, l'anno prima, il Club di Roma aveva commissionato a quattro ricercatori del MIT (Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jørgen Randers e William Behrens III) uno studio⁶ dettagliato allo scopo di capire quali e quante risorse il pianeta poteva ancora garantire.

Il quadro che gli studiosi dipingono, nel loro rapporto, risulta essere caratterizzato da tinte molto fosche. La crescita esponenziale di una serie di fattori (popolazione mondiale, produzione di cibo, capitale industriale, consumo di risorse, inquinamento) viene individuata come causa principale dei rapidi cambiamenti che il pianeta ha subito in un arco di tempo relativamente breve.

La tesi sostenuta nel rapporto parte da presupposti elementari.

Il pianeta, inteso nella sua globalità, ha una **capacità di carico** che dipende direttamente dalle risorse (in termini di cibo, materie, energia, etc,) ancora disponibili che offre e dai pozzi, vale a dire dalla sua attitudine ad assorbire rifiuti ed inquinamento prodotti dall'uomo. In questo senso, il contributo fondamentale che il rapporto ha il merito di

Club di Roma

Il Club di Roma fu fondato nell'aprile del 1968 dall'imprenditore italiano Aurelio Peccei e dallo scienziato scozzese Alexander King. Il nome del gruppo nasce dal fatto che la prima riunione si svolse a Roma, presso la sede dell'Accademia dei Lincei alla Farnesina.

È una associazione non governativa, non-profit, di scienziati, economisti, uomini d'affari, attivisti dei diritti civili, alti dirigenti e capi di stato.

La sua missione è di agire come catalizzatore dei cambiamenti globali, individuando i principali problemi che l'umanità si troverà ad affrontare, analizzandoli in un contesto mondiale e ricercando soluzioni alternative nei diversi scenari possibili.

Capacità di carico

Il concetto di capacità di carico è stato introdotto per definire i limiti che un determinato territorio ha nel sostenere le attività di una certa popolazione

⁶ D. H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W. Behrens, *I limiti dello sviluppo*, Mondadori, Milano 1972

mettere ben in evidenza è come i limiti della crescita non siano diretti ma indiretti, cioè strettamente dipendenti da limiti di input (risorse) e di output (pozzi). La situazione attuale, continuano gli studiosi, è caratterizzata da un rapido esaurimento dei primi e da un inevitabile traboccamento dei secondi. Se fino ad allora la questione ambientale non aveva avuto modo di manifestarsi in tutta la sua drammaticità era semplicemente perché la capacità, ancora elevata, della Terra di assorbire rifiuti ed inquinamento aveva fatto passare in secondo piano i danni causati dall'uomo all'ambiente.

Nel testo viene fornito anche un indicatore sintetico per calcolare l'**impatto** che la società umana, nel suo complesso, produce sull'ambiente. La formula consente di capire quali fattori incidano maggiormente, ed è dunque di grande utilità nella ricerca delle possibili soluzioni.

I fattori su cui agire, infatti, sono la diminuzione della crescita demografica, un radicale cambiamento dei modelli di consumo e gli stili di vita, e per finire la riduzione dei consumi di materia ed energia nella produzione dei beni. I primi due sono sicuramente i più complessi, in quanto chiamano in gioco un accordo globale delle potenze politiche ed economiche mondiali e possono essere perseguiti sono nell'ottica del lungo termine; il terzo invece, corrispondente a ciò che oggi definiamo eco-efficienza del prodotto industriale, è di più semplice ed immediata attuazione ed ha effetti sul breve-medio periodo.

La conclusione dello studio dunque è tutt'altro che rassicurante: se l'attuale tasso di crescita della popolazione, dell'industrializzazione, dell'inquinamento, della produzione di cibo e dello sfruttamento delle risorse continuerà inalterato, i limiti dello sviluppo su questo pianeta saranno raggiunti in un momento imprecisato entro i prossimi cento anni. Il risultato più probabile sarà un declino improvviso ed incontrollabile della popolazione e della capacità industriale

Impatto ambientale

$$I = P \times A \times T$$

dove

I = impatto ambientale

P = popolazione

A = consumo procapite

T = consumo di materiali ed energia per unità di bene prodotto

Il rapporto susciterà un interesse straordinario, soprattutto all'indomani dell'imminente crisi energetica, evento questo che conferirà ulteriore validità scientifica alla tesi sostenuta dai ricercatori. Ma sarà proprio il superamento, seppur difficoltoso, della crisi che porterà, successivamente, gran parte della comunità scientifica a tacciare, per lungo tempo, lo studio di eccessivo catastrofismo. Fu proprio per questo motivo che, vent'anni dopo la loro prima pubblicazione, gli autori diedero alle stampe un secondo rapporto⁷ allo scopo di dimostrare come le loro previsioni fossero state, nel frattempo, confermate dallo svilupparsi dei fatti e lanciare un ulteriore grido d'allarme. Dopo 20 anni, infatti, nonostante la questione ambientale sia ormai diventata ben chiara nella coscienza collettiva, non si è registrato alcun evidente segnale d'inversione di tendenza nei modelli di consumo della società globalizzata, causa la mancanza di una programmazione e di una strategia politica che abbia potuto incidere in maniera significativa. Nel frattempo però la capacità di carico del pianeta è stata già abbondantemente superata e la distanza dall'abisso senza ritorno dell'irreversibilità si è drasticamente ridotta.

Un ulteriore aggiornamento del rapporto⁸ è uscito, infine, nel 2004, ad oltre 30 anni dal primo dunque, ed è stata l'occasione per ribadire, alla luce dei nuovi dati, l'idea della finitezza della Terra, la necessità di intraprendere più azioni coordinate per gestire tale finitezza, e infine che gli effetti negativi dei limiti dello sviluppo rischiano di diventare tanto più pesanti quanto più tardi si agirà.

Prospettano quindi la necessità, dopo la rivoluzione agricola e quella industriale nate da un eguale crisi planetaria delle risorse, di una *rivoluzione sostenibile*: di lunga durata come le precedenti, e in grado di dare nuove risposte al problema millenario della vita umana sulla Terra.

⁷ D. H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers (1992), *Oltre i limiti dello sviluppo*, Il Saggiatore, Milano 1993

⁸ D. H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers (2004), *I nuovi limiti dello sviluppo*, Mondadori, Milano 2006

Il libro si conclude con la definizione di 10 possibili scenari, considerati dagli autori tutti "ottimistici" in quanto:

- il mondo viene considerato omogeneo, senza distinzioni né tra aree geografiche né tra regioni ricche e regioni povere;
- non si considerano limiti "sociali" quali guerre, scioperi, lotte per il potere, conflitti etnici, corruzione, uso di droghe, criminalità, terrorismo.

I 10 scenari

Scenario 1: crisi delle risorse non rinnovabili

Ipotesi: sviluppo attuale
Conseguenze: collasso, nella prima metà del XXI secolo.

Scenario 2: crisi da inquinamento

Ipotesi: le risorse non rinnovabili non scoperte sono il doppio.
Conseguenze: collasso nella prima metà del XXI secolo, per effetto dell'inquinamento.

Scenario 3: crisi del cibo

Ipotesi: la tecnologia consente di ridurre l'inquinamento.
Conseguenze: la crescita della popolazione è comunque più rapida della produzione agricola.

Scenario 4: crisi da erosione

Ipotesi: la tecnologia consente di sostenere la produzione agricola.
Conseguenze: collasso nella seconda metà del XXI secolo.

Scenario 5: crisi multipla

Ipotesi: la tecnologia consente di evitare l'erosione.
Conseguenze: collasso dovuto a più crisi (risorse, cibo, costi).

Scenario 6: crisi da costi

Ipotesi: la tecnologia consente l'economizzazione delle risorse
Conseguenze: collasso dovuto ai costi crescenti.

Scenario 7: famiglia

Ipotesi: le famiglie sono costituite al massimo da 4 persone
Conseguenze: si ritarda il collasso che però avviene a causa dell'inquinamento.

Scenario 8: stili di vita

Ipotesi: tutti consumano come il consumo medio del 2000
Conseguenze: si ritarda il collasso che però avviene a causa dell'impronta ecologica.

Scenario 9: uso razionale risorse

Ipotesi: minori consumi e tecnologie per il risparmio
Conseguenze: sostenibilità a fine XXI secolo

Scenario 10: tempestività

Ipotesi: quella dello scenario 9 ma applicata nel 1982
Conseguenze: sostenibilità a metà del XXI secolo

1.1.3 Il rapporto Bruntland: nasce lo sviluppo sostenibile

Esattamente 15 anni dopo il rapporto del MIT, un nuovo studio, elaborato dalla Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo, aggiunge un altro importante mattone nella costruzione teorica della sostenibilità.

Lo studio prende avvio sottolineando come il mondo si trovi davanti ad una "sfida globale" a cui può rispondere solo mediante l'assunzione di un nuovo modello di sviluppo definito sostenibile.

Per sviluppo sostenibile si intende *"far sì che esso soddisfi i bisogni dell'attuale generazione senza compromettere la capacità di quelle future di rispondere alle loro [...] Lo sviluppo sostenibile, lungi dall'essere una definitiva condizione di armonia, è piuttosto processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali siano resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con gli attuali"*.

Tuttavia, se da un lato *"lo sviluppo sostenibile impone di soddisfare i bisogni fondamentali di tutti e di estendere a tutti la possibilità di attuare le proprie aspirazioni a una vita migliore"* dall'altro nella proposta persiste una ottimistica (per alcuni critici eccessiva) fiducia nella tecnologia che porterà ad una nuova era di crescita economica: *"Il concetto di sviluppo sostenibile comporta limiti, ma non assoluti, bensì imposti dall'attuale stato della tecnologia e dell'organizzazione sociale alle risorse economiche e dalla capacità della biosfera di assorbire gli effetti delle attività umane. La tecnica e la organizzazione sociale possono però essere gestite e migliorate allo scopo di inaugurare una nuova era di crescita economica"*.

Comunque sia, un aspetto merita di essere sottolineato: la centralità della "partecipazione di tutti": *"il soddisfacimento di bisogni essenziali (basic needs) esige non solo una nuova era di crescita economica per nazioni in cui la maggioranza*

La Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo
Meglio nota come Commissione Bruntland, dal nome della Presidentessa Gro Harlem Bruntland, fu istituita nel 1983 dalle Nazioni Unite, al fine di individuare le migliori strategie di crescita in riferimento all'accelerazione del degrado dell'ambiente umano e delle risorse naturali ed alle conseguenze di tale degrado per lo sviluppo sociale ed economico.

degli abitanti siano poveri ma anche la garanzia che tali poveri abbiano la loro giusta parte delle risorse necessarie a sostenere tale crescita. Una siffatta equità dovrebbe essere coadiuvata sia da sistemi politici che assicurino l'effettiva partecipazione dei cittadini nel processo decisionale, sia da una maggior democrazia a livello delle scelte internazionali".

Siamo di fronte dunque ad una rivendicazione fondamentale, che raccoglie il succo del lavoro della Commissione: il problema ambientale non è affrontabile se lo si continua a considerare slegato da quello sociale e politico da un lato, e da quello economico dall'altro. Ecco la declinazione della sostenibilità nelle sue tre dimensioni fondamentali: sostenibilità ambientale, sostenibilità sociale e sostenibilità economica.

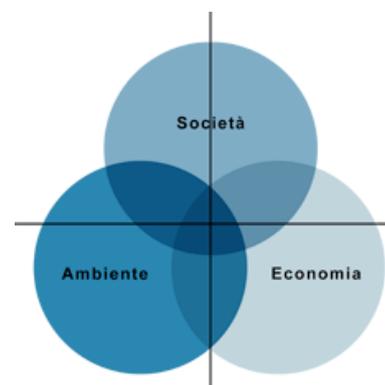


Figura 1 - Le 3 dimensioni dello sviluppo sostenibile

1.1.4 Il cambio di paradigma: il capitalismo naturale e l'eco-efficienza

Da quanto visto finora, appare chiaro come, negli ultimi 30 anni, abbia cominciato a delinearci, in maniera sempre più stringente, la necessità di un mutamento sostanziale del modo di concepire l'economia, la tecnologia, il rapporto con la natura, lo stile di vita, la solidarietà sociale. In altre parole sembra inevitabile, se si vuole invertire la tendenza, un cambiamento di paradigma, un punto di svolta, per dirlo alla Fritjof Capra⁹, che pervada tutti gli aspetti del vivere.

E se da un lato la maggioranza degli studi effettuati negli anni restituiscono una fotografia impietosa, è anche vero che dall'altro lato, quegli stessi studi forniscono uno spiraglio di speranza, una possibilità di ravvedimento non ancora perduta, a patto che una rivoluzione silenziosa ma decisa inneschi, da subito, un circolo di comportamenti ambientali virtuosi.

Una tale rivoluzione deve partire da almeno due presupposti di principio che potremo definire capitalismo naturale ed eco-efficienza.

Il primo si incarna in una concezione dell'economia che sposti l'attenzione dalla produttività umana alla produttività delle risorse. *“Oggi, il nostro progresso non è minacciato dal numero di imbarcazioni da pesca ma dal decrescente numero dei pesci; non dalla potenza delle pompe idriche ma dalla concentrazione delle falde acquifere; non dal numero delle motoseghe ma dalla scomparsa delle foreste primarie. Perché i sistemi viventi non sono solo fonte di preziosi materiali, ma fornitori di servizi ben più importanti per il nostro benessere di qualsiasi risorsa non rinnovabile. Una foresta non fornisce solo la risorsa legno, ma anche il servizio di immagazzinamento dell'acqua e di gestione dei flussi”*.¹⁰

Sostenibilità debole

Il concetto di sostenibilità debole presuppone che il capitale naturale sommato al capitale sociale, sommato al capitale tecnico, sommato al capitale conoscitivo diano un valore costante. In tal modo, i diversi tipi di capitale sono considerati sostituibili l'uno all'altro. Dunque, per una risorsa rinnovabile la quantità sostenibile utilizzabile deve essere individuata in base alla velocità di rigenerazione; per una risorsa non rinnovabile la quantità utilizzata dovrebbe essere investita nella produzione di una pari quantità di risorse rinnovabili; per un agente inquinante, la quantità sostenibile di emissione non può superare la capacità di assorbimento e rigenerazione dell'ambiente.

Sostenibilità forte

Il concetto di sostenibilità forte parte invece dal presupposto che i vari tipi di capitale (naturale, sociale, tecnico e conoscitivo) abbiano tutti valori costanti. I capitali dunque non sono più sostituibili l'uno con l'altro, ma diventano complementari. Dunque ne consegue la necessità di mantenere intatte le quantità di ogni capitale.

⁹ F. Capra (1982), *Il punto di svolta. Scienza, società e cultura emergente*, Feltrinelli, Milano 1984

¹⁰ P. Hawken, A. Lovins, H. Lovins (1999), *Capitalismo naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Edizioni Ambiente, 2001

Il modello economico tradizionale non ha mai attribuito un valore monetario al capitale naturale costituito da risorse abbondanti e facilmente disponibili, e per questo motivo considerate beni liberi, privi di qualsiasi valore economico.

Dal momento che oggi i beni naturali cominciano a scarseggiare, non è più possibile conferir loro il giusto valore economico. Il capitalismo naturale monetizza il valore dei beni ambientali, riformulando alcuni principi dell'economia neoclassica e rendendo gli obiettivi ambientali possibili strategie di business.

Il secondo principio, l'eco-efficienza, è quello che forse, in qualità di progettisti ed architetti, ci riguarda più da vicino, dal momento che, riferendosi alla progettazione dei prodotti, rientra a pieno diritto nel campo della Tecnologia dell'Architettura.

Il concetto di eco-efficienza fu definito per la prima volta dal *World Business Council on Sustainable Development* (WBCSD) nel 1992, allo scopo di includere gli impatti e i costi ambientali nel calcolo dell'efficienza economica. E dunque l'eco-efficienza descrive l'obiettivo di individuare prodotti e servizi che soddisfino i bisogni umani e innalzino la qualità della vita, riducendo progressivamente gli impatti ambientali e la quantità di risorse utilizzate durante l'intero ciclo di vita fino al raggiungimento di un livello che sia compatibile con la capacità di carico del pianeta.

Definiti i confini terminologici dell'eco-efficienza, molti studiosi hanno poi cercato di tradurre in numeri concreti gli obiettivi minimi di eco-efficienza da richiedere al mondo industriale.

Sono nati così i concetti di Fattore 4 e Fattore 10.

Il primo, elaborato nel 1997 da Ernst von Weizsäcker, Amory Lovins e Hunter Lovins, individua l'unica possibilità di raggiungere in maniera concreta uno sviluppo sostenibile solo operando una riduzione ad 1/4 (ossia del 75%) delle attuali quantità finali di energia e materie prime necessarie

I principi basilari dell'eco-efficienza secondo il WBCSD

1. dematerializzazione
2. chiusura dei cicli
3. estensione del servizio
4. multifunzionalità

alla produzione di una singola unità di prodotto.

Il concetto di Fattore 10, elaborato invece da Friederich Schmidt-Bleek, è del tutto simile con l'unica differenza che il raggiungimento dello sviluppo sostenibile è considerato più difficile da ottenere e dunque auspica una riduzione ad 1/10 (ossia del 90%) delle intensità di energia e materiali.

Factor 10 Club

Concepito da Friedrich Schmidt-Bleek, il Factor 10 Club è un circolo internazionale di economisti, tecnologi ed ecologi che propugnano una decisa dematerializzazione dell'economia, cioè una drastica riduzione dei flussi di materiali: entro 50 anni, una riduzione di 2 volte sul piano globale e di 10 volte nei paesi industriali. Nel settembre del 1997, i membri del Factor 10 Club hanno diffuso la Dichiarazione di Carnoules, un appello ai leader politici ed economici del mondo perchè adottino l'obiettivo del fattore 10 come strategia di ogni sviluppo economico nei prossimi decenni.

Ecoefficienza e Politica

A seguito dell'attività del Fator 10 Club alcuni paesi europei hanno accettato di assumere impegni concreti verso l'eco-efficienza ponendo il fattore 4 o il fattore 10 come strategia industriale nazionale.

Fattore 4:

- Olanda

Fattore 10:

- Austria
- Svezia

1.2 Chiudere il cerchio: il progetto sostenibile

Il titolo di questo paragrafo si rifà, in maniera esplicita, ad uno dei testi fondamentali dell'ecologia: *Il cerchio da chiudere* di Barry Commoner.

Il riferimento vuole puntare l'attenzione su come il progettare sostenibile implichi una visione olistica e sistemica della progettazione che deve tener conto, in modo paritario e sincronico, di tutti gli aspetti che, nelle varie fasi dell'intero ciclo di vita di un prodotto, possono apportare benefici o danni in ambito ambientale.

In questo senso, elementi tecnici che consentano un evidente risparmio energetico nella fase d'uso, ma che siano caratterizzati da processi estrattivi, produttivi e di dismissione altamente energivori o impattanti, non possono e non devono oggi essere considerati ambientalmente consapevoli. Non è certamente ottimizzando il soddisfacimento di pochi requisiti, magari quelli più appetibili dal punto di vista del mercato, e tralasciando, in maniera più o meno evidente, tutti gli altri, che la società contemporanea può finalmente imboccare la strada che conduce verso quella necessaria inversione di tendenza di cui si è parlato all'inizio del capitolo. L'obiettivo della nuova politica progettuale deve puntare alla massimizzazione contemporanea di tutti i requisiti richiesti, o quanto meno al raggiungimento di livelli minimi, prefissati, per ciascun requisito richiesto. Si tratta, in poche parole, di passare dall'idea di sostenibilità debole a quella di sostenibilità forte.

Le 4 leggi dell'ecologia

1. *Ogni cosa è connessa con qualsiasi altra*

L'ambiente costituisce una macchina vivente, immensa ed estremamente complessa, che forma un sottile strato dinamico sulla superficie terrestre. Ogni specie vivente è collegata con molte altre. Questi legami stupiscono per la loro varietà e per le loro sottili interrelazioni.

2. *Ogni cosa deve finire da qualche parte*

La legge sottolinea che in natura non esiste "lo spreco". In ogni sistema naturale, ciò che viene eliminato da un organismo, come rifiuto, viene utilizzato da un altro come cibo

3. *La natura è l'unica a sapere il fatto suo*

Questa terza legge sostiene che ogni cambiamento di un certo peso operato dall'uomo nel sistema naturale ha tutte le probabilità di risultare dannoso per il sistema.

4. *Non si distribuiscono pasti gratuiti*

In ecologia, come in economia, non c'è guadagno che possa essere ottenuto senza un certo costo. La quarta legge non fa che sintetizzare le tre precedenti. Poiché l'ecosistema è un tutto collegato e interconnesso all'interno del quale niente può essere guadagnato o perduto e che non è soggetto a miglioramento globale, ogni cosa che l'uomo sottrae a questo sistema deve essere restituita.

1.2.1 Il Life Cycle Design

Condizione necessaria per la progettazione sostenibile di un qualsiasi materiale/componente/sistema edilizio è la conoscenza delle fasi associate al ciclo di vita di un prodotto che, pur con alcune semplificazioni, possono essere ricondotte a:

- ✓ Preproduzione
- ✓ Produzione
- ✓ Distribuzione
- ✓ Uso e Servizio
- ✓ Dismissione

Ciascuna fase comprende, al suo interno, una serie di operazioni caratterizzate da input (materiali, combustibili ed energia) che riceve dalle operazioni che la precedono e da output (prodotto finito o semilavorato, calore disperso, rifiuti solidi, liquidi e gassosi) che alimentano quelle successive o che finiscono nell'ambiente. Appare evidente come gli input siano legati alle tematiche di risparmio di risorse ed energia, mentre gli output al problema dell'inquinamento ambientale ed alla salute umana.

Il ciclo di vita che può essere considerato in una valutazione, però, non sempre comprende tutte le fasi prima elencate.

Esistono infatti tre diversi raggruppamenti che possono essere presi in considerazione:

- “dalla culla al cancello”, che comprende le fasi di preproduzione (estrazione delle materie prime, loro trasporto nel sito di produzione) e di produzione fin quando il prodotto è pronto per essere immesso sul mercato;
- “dalla culla al cancello allargata”, che comprende, oltre le fasi di preproduzione e produzione fuori opera (ossia fino al “cancello”), anche quelle di esecuzione in opera

La fase di preproduzione

E' la fase in cui si producono i materiali utilizzabili per la produzione delle componenti. Si articola nei seguenti momenti:

- *acquisizione delle risorse* primarie (di origine fossile o naturale) e delle risorse secondarie (direttamente derivate da quelle primarie)
- *trasporto delle risorse* dal luogo di acquisizione al sito di produzione;
- *trasformazione delle risorse* di origine primaria in energia e/o in materie prime di lavorazione pronte per essere immesse nel ciclo di produzione.

La fase di produzione

Sono contemplate le seguenti attività:

- *trasformazione delle materie prime* di lavorazione in prodotti finiti
- *assemblaggio delle componenti*, definite da diversi prodotti finiti, in un prodotto composito
- *processi di finitura* (verniciatura, lucidatura, etc.)

La fase di distribuzione

Si compone di tre momenti principali:

- *imballaggio*
- *trasporto*
- *immagazzinamento*

In questa fase, in linea di principio, vanno considerati non solo i consumi e l'energia per il trasporto, ma anche l'uso delle risorse per la produzione dei mezzi di trasporto.

La fase di uso e servizio

Si articola secondo due momenti fondamentali:

- *uso*, il prodotto viene utilizzato per un determinato periodo di tempo assorbendo, in molti casi, una certa quantità di energia e/o materia e producendo rifiuti ed emissioni
- *servizio*, comprende la manutenzione delle prestazioni, la riparazione dei danni e la sostituzione di parti usurate

La fase di dismissione

Il prodotto/sistema rimane in fase di esercizio fino a quando l'utente

trasporto al cantiere, posa in opera, collaudo e può estendersi ancora fino alla fase d'uso;

- “dalla culla alla tomba”, che comprende tutte le fasi del ciclo di vita : la riproduzione, la produzione, la distribuzione, l'esecuzione fuori opera, l'uso e il servizio ed infine la dismissione.

A questi tre raggruppamenti se ne può aggiungere un quarto, “dalla culla alla culla”, teorizzato da William McDonough e Michael Braungart¹¹, rispettivamente architetto e chimico. L'idea è controcorrente. Eliminare il concetto di rifiuto attraverso il design. Non quindi il consueto approccio ambientalista - ridurre, riusare e riciclare - ma l'idea che buona parte degli oggetti di cui ci circondiamo, una volta terminato il proprio ciclo di vita, possano trasformarsi in elementi di base (“nutrienti”) per altri oggetti. Una teoria, forse un po' prematura per il nostro modo attuale di pensare, ma che parte da un assunto realistico: le risorse naturali sono finite, non si rigenerano, e l'ambiente è più vulnerabile di quanto si sia mai pensato in precedenza nella storia dell'uomo. Dunque il design ha la responsabilità di accompagnarci in un profondo mutamento di prospettiva, dall'impostazione della moderna industria manifatturiera “*cradle-to-grave*” (dalla culla alla tomba) ad una “*cradle-to-cradle*” (dalla culla alla culla). Un ciclo autorigenerante che può prendere ad esempio la natura, dove i sistemi biologici funzionano perché i “rifiuti” che vengono prodotti in realtà sono componenti utili per la crescita di altri sistemi biologici, all'interno di ecosistemi complessi e ricchi di varietà. Le implicazioni sono molteplici: al design non può più bastare un approccio universale secondo cui “*one size fits all*” (letteralmente “una taglia per tutti”, è una dura critica al concetto generale di standard) e in base al quale la forza bruta è il principio-guida della produzione. Al posto di una non decide di dmetterlo. Le fasi operative sono due:

- *rimozione*, che può avvenire tramite demolizione selettiva o disassemblaggio non distruttivo
- *trasporto* nei luoghi di recupero o di stoccaggio

Le modalità della dismissione

La dismissione avviene secondo una delle seguenti modalità:

- *riuso* di materiali, con la stessa funzione per la quale sono stati prodotti
- *recupero* di componenti, da riutilizzare come componenti per ottenere lo stesso prodotto di partenza
- *riciclaggio* di materiali e componenti, che vengono trasformati per essere riutilizzati con una funzione diversa da quella originale
- *incenerimento (CdR)*, attraverso il quale è possibile recuperare energia e ridurre la massa del rifiuto da consegnare in discarica
- *compostaggio*, degradazione di componenti organici umidi per la produzione di materiale organico utilizzabile con funzione di concimazione in agricoltura e/o floricoltura
- *trattamento delle acque*, depurazione biologica finalizzata alla separazione dei composti inorganici e organici
- *discarica controllata* per interrimento, in caso di rifiuti organici è possibile recuperare energia dalla formazione di biogas.

¹¹ W. McDonough, M. Braungart, *Dalla culla alla culla*, Blu Edizioni, Torino 2003

monocultura industriale che tende a ridurre la diversità culturale e naturale, il design è chiamato a fare spazio alla varietà. Qui s'inserisce la critica al criterio di eco-efficienza. Se un prodotto non è stato disegnato sin dal principio secondo una logica differente, riciclarlo o smaltirlo quando finisce il suo ciclo di vita può ridurre il danno ma non eliminarlo. *"Less bad is not good"*: dunque il problema va affrontato in una prospettiva diversa, quella di un metabolismo tecnico che, al pari del metabolismo biologico, impari a considerare ogni oggetto prodotto non come potenziale rifiuto bensì come materiale riutilizzabile in un ciclo che non ne deteriora le qualità, come invece avviene nel tradizionale riciclaggio, ma le trasferisce a nuovi prodotti, realizzati secondo una logica da ecosistema in cui varietà e differenza contano più dell'omogeneità. Anziché ottimizzare il vecchio paradigma, McDonough è convinto che si debba inventarne uno nuovo di zecca. Così nuovo da coincidere con quello che esiste da sempre: la natura.

L'importanza di questo nuovo approccio risiede in quello che si potrebbe definire come il passaggio dalla progettazione del prodotto alla progettazione dell'intero sistema-prodotto, inteso come l'insieme degli eventi, tutti strettamente interconnessi, che lo determinano e lo accompagnano durante il suo ciclo di vita.

Nasce il Life Cycle Design, la "progettazione del ciclo di vita".

Il design assume così un approccio sistemico, olistico.

L'ambito di riferimento viene allargato, travalica i confini temporali per estendersi anche a quelli geografici. La progettazione di un prodotto, secondo i dettami dell'LCD valuta non solo l'impatto dell'edificio sul contesto ambientale in cui va ad inserirsi, ma prende in considerazione anche aspetti quali la provenienza e la tipologia delle materie prime e delle risorse, nonché la destinazione finale dei rifiuti prodotti dalla dismissione.

Gli impatti della produzione industriale per l'edilizia

gli edifici sono responsabili del 50% del consumo mondiale di energia primaria;

gli edifici producono il 25 % delle emissioni di ossidi di zolfo e di azoto e il 10% di quelle del metano

ogni anno sono 30 milioni le tonnellate di materiale da scavo per la preparazione dei cantieri

ogni anno vengono prodotte 30 milioni di rifiuti provenienti da lavori di demolizione

i cantieri edili sono responsabili del 4,7 % delle proteste relative all'inquinamento acustico

E' importante sottolineare come, nella progettazione LCD, i requisiti ambientali vanno di pari passo con quelli tecnici allo scopo di raggiungere l'obiettivo primario della ecoefficienza: ridurre gli impatti ambientali associati al ciclo di vita, senza per questo compromettere la qualità delle prestazioni richieste.

1.2.2 Azioni politiche e normative nei paesi europei

Il primo documento della CE contenente indicazioni, seppur di carattere molto aleatorio e in forma di proposizioni future, risale al 1973, in piena crisi energetica, ed è il cosiddetto "Primo Programma di Azione della Comunità Europea in Materia Ambientale", in esso veniva affermato che: *"Il Parlamento Europeo ribadisce la sua richiesta di introdurre nella Comunità un certificato di purezza per prodotti durevoli che possano essere reinseriti nel processo di produzione e provochino soltanto un grado limitato di inquinamento nelle fasi della produzione e del consumo e di consentire l'immissione in commercio di prodotti che non rispondano ai requisiti soltanto a condizione che siano provvisti di relativo avvertimento."*

Da allora, la normativa di salvaguardia ambientale a livello comunitario è stata caratterizzata da due fasi distinte, cui sono corrisposte due diverse generazioni di politiche ambientali.

Da una fase iniziale incentrata perlopiù su incentivi e/o disincentivi economici, con l'affermazione del principio chi inquina paga, e con la tassazione delle emissioni (come ad esempio la *carbon tax*, volta a favorire la riduzione delle emissioni di CO₂ in aria), si passa ad una fase più matura in cui l'accento viene posto non più sulla compensazione economica di un danno, ma sul miglioramento del sistema produttivo al fine di evitare la creazione del danno stesso.

Si registra una transizione da politiche correttive a politiche orientative, che mirano alla responsabilizzazione ambientale delle aziende già fin dalla fase di progettazione del prodotto

Conferenze e Convenzioni sull'ambiente

1972 Stoccolma
Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente Umano

1979 Ginevra
Convenzione sull'inquinamento atmosferico

1989 Basilea
Convenzione sul controllo dei movimenti transfrontalieri di rifiuti pericolosi

1991 Espoo
Convenzione sulla valutazione di impatto ambientale

1992 Helsinki
Convenzione sugli effetti transfrontalieri degli incidenti industriali

1992 Rio de Janeiro
Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente

1994 Aalborg
Prima Conferenza sulle città sostenibili

1996 Istanbul
Conferenza delle Nazioni Unite sugli insediamenti umani "Habitat II"

1997 Kyoto
Terza Conferenza delle Parti

2000 Montreal
Convenzione sulla prevenzione dei rischi biotecnologici

2001 Stoccolma
Convenzione sugli inquinanti organici persistenti (POP)

2002 Johannesburg
Vertice Mondiale sullo sviluppo sostenibile

(Extended Producer Responsibility) e ad una sempre maggiore consapevolezza da parte dei consumatori (Etichettatura ambientale) e di tutti gli attori coinvolti (Politica Integrata di Prodotto).

Politica Integrata di Prodotto (PIP)

La Politica Integrata di Prodotto, definita per la prima volta nel Libro Verde della Commissione Europea (febbraio 2001), è frutto sia della evoluzione delle politiche ambientali, sempre più attente al sistema prodotto piuttosto che alla regolamentazione settoriale dei processi produttivi, sia dell'affermarsi della considerazione che gli effetti del degrado ambientale sono conseguenza non solo dell'attività produttiva ma anche del comportamento del consumatore.

L'approccio PIP indirizza la sua influenza sulla progettazione ecologica dei prodotti, sull'informazione dei consumatori finali e sull'introduzione di incentivi per l'adozione di prodotti ecologici. Il mercato quindi può diventare, attraverso l'accresciuta sensibilità ambientale dei consumatori disposti a premiare i prodotti verdi a scapito di quelli con più elevato impatto sull'ambiente, un importante vettore di miglioramento ambientale.

Per riorientare il mercato verso prodotti più ecologici è comunque necessario agire sia sulla domanda, promuovendo la richiesta di prodotti ecologici, che sull'offerta, promuovendo l'utilizzo di strumenti che incentivino le imprese ad applicare un approccio che tenga conto del ciclo di vita complessivo dei prodotti. Gli strumenti su cui si basa la PIP possono essere di tipo:

- volontario (progettazione ecologica);
- informativo (schemi di etichettatura e certificazione ambientale);
- economico (fiscalità, gestione degli acquisti pubblici);
- normativo (responsabilità estesa del produttore).

Alla base della PIP c'è il concetto dell'integrazione tra le azioni delle diverse parti interessate, tra i diversi strumenti

I Principi della PIP

1. considerazione del ciclo di vita (life-cycle thinking) dei prodotti;
2. collaborazione con il mercato (introduzione di incentivi per orientare il mercato verso soluzioni più sostenibili: in particolare, incoraggiando la domanda e l'offerta di prodotti più ecologici e premiando le imprese più innovative e impegnate a promuovere lo sviluppo sostenibile);
3. coinvolgimento delle parti interessate (incoraggiare tutti coloro che entrano in contatto con il prodotto - le industrie, i consumatori e le autorità pubbliche - ad intervenire nell'ambito della propria sfera di influenza, promuovendo la cooperazione tra le varie parti interessate);
4. miglioramento continuo (ciascun impresa può stabilire i miglioramenti in relazione al loro rapporto costo/efficacia);
5. molteplicità degli strumenti di azione (non si tratta di creare nuovi strumenti ma di attivare in modo efficace quelli già esistenti, dagli strumenti volontari a quelli normativi, dagli interventi su scala locale fino alle azioni a livello internazionale).

di politica ambientale e tra le varie fasi del ciclo di vita del prodotto o servizio. In linea con il principio dell'integrazione, infatti, il Sesto Piano d'Azione Ambientale della UE invita gli Stati membri ad adottare idonee Politiche Integrate di Prodotto (PIP), ad accrescere la diffusione degli strumenti volontari esistenti (EMAS, Ecolabel, certificazione ISO 14001, etc.), a promuovere lo sviluppo:

- del Green Public Procurement (GPP), per diffondere una politica degli acquisti "verdi";
- delle etichette ecologiche, tra cui le Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (DAP o EPD), per migliorare l'informazione ambientale tra le imprese e verso i consumatori;
- degli studi di Life Cycle Assessment (LCA), come base sistematica per conoscere l'impatto ambientale di prodotti e servizi durante il loro intero ciclo di vita.

La politica integrata dei prodotti mira a ridurre gli effetti negativi lungo l'intero ciclo di vita. A tal fine considera tutte le fasi di un prodotto (beni e servizi) e tutti gli attori coinvolti, adottando delle misure là dove queste garantiscono la massima efficacia.

Per realizzare questo obiettivo, i principi della PIP devono essere integrati in altre politiche quali la politica commerciale o la politica degli acquisti. Occorre promuovere la domanda di prodotti con elevati standard sociali, economici ed ecologici sia da parte del settore pubblico che dei privati.

Extended Producer Responsibility (EPR)

Scopo di questa normativa è quello di innescare un radicale cambiamento nella progettazione del prodotto industriale verso una sua più facile dismissione al termine del ciclo di vita. Il produttore viene, infatti, individuato come il responsabile per lo smaltimento e in tal modo stimolato a ricercare tecniche e sistemi produttivi che consentano un

Azioni necessarie per la diffusione della PIP

1. incoraggiare il ricorso a misure fiscali per favorire i prodotti più ecologici;
2. tener conto degli aspetti ambientali nell'aggiudicazione dei contratti pubblici (COM(2002) 412 def. del 17.7.002 e Direttiva 2004/18/ CE del 31 Marzo 2004);
3. promuovere l'applicazione del concetto di ciclo di vita;
4. integrare e promuovere l'applicazione degli strumenti volontari (Ecolabel, EMAS, DAP, Green Public Procurement, etc.);
5. fornire ai consumatori le informazioni necessarie per una "scelta consapevole dei prodotti": sul loro acquisto, sul loro utilizzo e sul loro smaltimento.

processo più efficiente nel trattamento di fine vita del prodotto.

Come affermano i ricercatori dell'Università di Lundt, redattori della normativa, *“l'estensione della responsabilità del produttore è una strategia mirata alla riduzione dell'impatto ambientale di un prodotto, rendendo il produttore responsabile dell'intero ciclo di vita del prodotto e in particolare del recupero, del riciclo, e smaltimento finale. L'estensione della responsabilità può essere implementata attraverso strumenti amministrativi, economici, informativi.”* (University of Lundt, 1992)

L'etichettatura ambientale (serie ISO 14020)

A partire dal 1993 il sottocomitato “**SC3 - Environmental Labelling**” della Commissione Tecnica ISO/TC 207, si è occupato della stesura di norme relative all'etichettatura ambientale dei prodotti, elaborando i seguenti standard:

- **ISO 14020: Etichette e dichiarazioni ambientali - Principi generali.** Tale norma, che contiene nove principi generali per lo sviluppo e l'uso delle etichette e dichiarazioni ambientali, non è stata sviluppata con l'idea di condurre alla certificazione ma per incoraggiare la domanda e l'offerta di prodotti e servizi che provocano minori impatti sull'ambiente, attraverso la comunicazione di informazioni accurate, verificabili e non ingannevoli.

- **ISO 14021: Etichette e dichiarazioni ambientali - Etichettatura ambientale di tipo II - Autodichiarazioni.** Questa norma specifica i requisiti per i marchi di tipo II, cioè autodichiarazioni dei produttori, non convalidate né certificate, riguardanti i propri prodotti. La norma introduce i termini comunemente usati e le modalità per un loro uso corretto. Un esempio di etichetta di tipo II e la cosiddetta procedura Emas, elaborata dalla UE.

- **ISO 14024: Etichette e dichiarazioni ambientali - Etichettatura ambientale di tipo I - Principi e procedure.**

Questa norma riguarda i marchi di tipo I, detti “di eccellenza”, perché impongono il rispetto di precisi limiti per le prestazioni ambientali; la norma definisce la selezione delle categorie di prodotto, i criteri ambientali per i prodotti e le caratteristiche funzionali dei prodotti, nonché le modalità di valutazione e dimostrazione della conformità; stabilisce anche le procedure di certificazione delle etichette e delle dichiarazioni ambientali.

- ISO/TR 14025: **Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di tipo III.** Questa norma riguarda i marchi di tipo III, ovvero le dichiarazioni ambientali, che quantificano gli effetti ambientali dei prodotti senza imporre alcun limite o valore da rispettare.

La LCA (Serie ISO 14040)

L'evoluzione metodologica dell'LCA è avvenuta in tre diversi momenti temporali e in ambiti disciplinari differenti.

Il primo impulso si registra alla fine degli anni '60, quando vengono avviate una serie di ricerche con l'obiettivo di quantificare il consumo di risorse materiali ed energetiche nei processi industriali. La crisi energetica è ancora là da venire ed infatti il motore che spinge tali ricerche non è tanto nella presa di coscienza dell'esaurimento delle riserve di combustibili fossili, quanto nella possibilità di ridurre i costi economici limitando i consumi. Il risultato principale fu la creazione del metodo divenuto famoso con il nome di “*from cradle to grave*” (dalla culla alla tomba), considerato l'unico approccio possibile per una reale comprensione del sistema produttivo, vale a dire un'analisi “passo a passo” del cammino percorso dalle materie prime, a partire dalla loro estrazione/acquisizione, procedendo attraverso tutti i processi di trasformazione e trasporto, fino al loro ritorno “alla terra” sotto forma di rifiuti.

A metà anni '70, con le problematiche energetiche alla ribalta, le ricerche si fanno più mirate ed hanno come obiettivo primario quello di individuare gli aspetti energetici

Le fasi dell'LCA

1. Obiettivi e scopi
2. Analisi di inventario
3. Valutazione degli impatti
4. Interpretazione dei risultati

1. Obiettivi e scopi
 - a) definizione dell'obiettivo dello studio;
 - b) definizione dell'unità funzionale;
 - c) definizione delle categorie di dati;
 - d) definizione dei criteri per l'inclusione di input ed output;
 - e) definizione dei requisiti di qualità dei dati
2. Analisi di inventario
 - a) elaborazione del diagramma di flusso e del modello
 - b) raccolta dei dati
 - c) procedure di allocazione
3. Valutazione degli impatti
 - a) classificazione
 - b) caratterizzazione
 - c) normalizzazione
 - d) valutazione
4. Interpretazione dei risultati
 - a) identificazione delle criticità ambientali
 - b) confronto tra le alternative prese in esame
 - c) definizione dei possibili interventi migliorativi

più significativi dei sistemi produttivi di importanti produzioni industriali. In questo filone è d'obbligo citare due ricerche per tutte: la americana REPA (Resource Environmental Profile Analysis) e l'europea EA (Energy Analysis), entrambe apportano un contributo fondamentale sugli aspetti metodologici su cui più tardi verrà impostata l'LCA.

Gli anni '80 costituiscono il periodo di messa a punto definitiva della metodologia e degli adeguati strumenti dell'analisi energetica ed ambientale, ma soprattutto rappresentano culturalmente il momento in cui ci si rende conto della necessità di sostituzione del modello di sviluppo industriale con un nuovo modello di sviluppo sostenibile.

Ufficialmente il termine LCA (Life Cycle Analysis) nasce nel 1990 durante il Congresso SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry) nel corso del quale LCA viene definito come: *"...il processo per identificare i carichi ambientali associati ad un prodotto, processo o attività, identificando e quantificando energia e materiali utilizzati ed emissioni rilasciate all'ambiente, per valutarne l'impatto, per identificare e valutare le opportunità di miglioramento. La valutazione comprende l'intero ciclo di vita del prodotto, processo o attività, passando dall'estrazione e trasformazione delle materie prime, fabbricazione del prodotto, trasporto e distribuzione, utilizzo, riuso, stoccaggio, riciclaggio, fino alla dismissione"*.

Il notevole interesse sviluppatosi attorno alla metodologia, grazie al numero crescente di studi condotti negli anni '90, ha portato ad un suo riconoscimento a livello di standardizzazione internazionale attraverso la definizione delle serie UNI EN ISO 14040, 14041, 14042 e 14043 ed alla sua ridenominazione in Life Cycle Assessment.

L'LCA, secondo la definizione presente nella ISO 14040, è una *"tecnica per valutare gli aspetti ambientali e i potenziali impatti di un prodotto o di un servizio lungo*

tutto il ciclo di vita". Le norme ISO citate ne definiscono gli obiettivi, i modi e le fasi di attuazione.

La marcatura CE dei materiali da costruzione

La direttiva 89/106/CEE riguarda tutti i prodotti (materiali, manufatti, sistemi) realizzati per essere incorporati in permanenza in opere di costruzione e per i quali valga almeno uno dei requisiti essenziali riguardanti:

- resistenza meccanica e stabilità;
- sicurezza in caso di fuoco;
- igiene, sicurezza e ambiente;
- sicurezza in uso;
- protezione contro il rumore;
- risparmio energetico.

I requisiti essenziali si applicano non tanto al prodotto quanto all'opera finale della costruzione. Quest'ultima deve essere concepita e costruita in modo che, ad esempio:

- le azioni cui può essere sottoposta non provochino crolli, deformazioni o altri danneggiamenti,
- in caso di incendio, la produzione e la propagazione del fuoco all'interno e all'esterno siano limitate e gli occupanti possano essere soccorsi senza compromettere la sicurezza anche dei soccorritori;
- materiali e componenti che la costituiscono non producano sostanze tossiche né risultino inquinanti per l'acqua e il suolo;
- la loro installazione e utilizzo non comportino rischi di incidenti;
- il rumore cui sono sottoposti gli occupanti o le persone vicine non nuoccia alla loro salute;
- il consumo dell'energia durante l'utilizzazione dell'opera sia moderato.

1.3 Materiali Avanzati e sostenibilità

1.3.1 Sintesi evolutiva della ricerca sui materiali avanzati

La storia dell'umanità è stata spesso influenzata dall'introduzione e dall'uso di nuovi materiali e tecnologie. In risposta a tali inediti parametri, normalmente la cultura cambia in maniera radicale. Nella storia dell'evoluzione sociale, le conseguenze dell'introduzione di una nuova tecnologia hanno riguardato i metodi di lavorazione delle materie prime o, viceversa, la scoperta di una nuova materia prima ha portato all'invenzione di nuove e più sofisticate tecniche di lavorazione.

Ogni era è stata segnata dall'evoluzione di queste ultime e dall'utilizzo di particolari materiali che ne hanno identificato società, cultura e aspetti tecnici: Età della Pietra, Età del Bronzo, Età del Ferro, o più recentemente l'uso del vetro e del ferro durante la Rivoluzione Industriale.

Il diagramma di Ashby

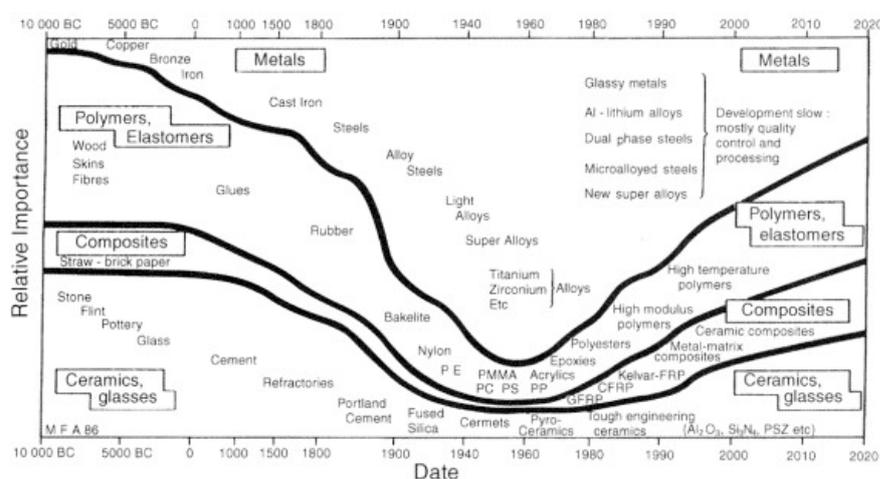


Figura 2 - Diagramma di Ashby

Il grafico elaborato dal professore Michael Ashby evidenzia l'evoluzione dei materiali nei secoli confrontandola con la loro importanza relativa ed è stato costruito secondo il metodo della "S-curve". Sull'asse verticale viene indicato l'aumento delle prestazioni, mentre sull'asse orizzontale è evidenziata la progressione cronologica che si è resa necessaria al miglioramento dei processi produttivi.

Secoli, a volte millenni, di sperimentazione sono stati necessari per la creazione di nuove tecnologie e processi, dunque lo sviluppo di nuovi materiali è stato decisamente lento. Non si sbaglia di certo affermando che la Rivoluzione Industriale è stata fondamentale, e prima di ogni cosa, una rivoluzione dettata dall'utilizzo dei metalli e delle leghe.

Eppure, mai prima del XX secolo, l'evoluzione e l'applicazione dei nuovi materiali ha conosciuto una accelerazione così repentina e dalle dimensioni tanto eclatanti.

La maggior parte dei materiali che oggi consideriamo moderni, infatti, sono nati nella prima parte del XX secolo, creati principalmente da ingegneri e scienziati. Lo studio dei polimeri è avanzato in maniera molto rapida dopo la Seconda Guerra Mondiale, portando gradualmente gli scienziati al concepimento di un nuovo campo interdisciplinare conosciuto oggi con il nome di Scienza dei Materiali. Lo studio dei materiali si è sviluppato parallelamente all'industria e molte delle professioni strettamente legate all'utilizzo dei materiali sono state completamente reinventate. L'impatto della tecnologia ed il fiorire dell'industria aerospaziale hanno generato una nuova consapevolezza nell'uso dei materiali, creando, a valle, nuove potenzialità formali e tecnologiche per l'architettura ed il design.

L'inizio della crisi della cultura materiale tradizionale può essere, in maniera piuttosto evidente, fatto corrispondere all'inizio degli anni '60 quando le materie plastiche sono state introdotte su larga scala. Le conseguenze (tecnologiche e culturali) di tale cambiamento sono state talmente profonde da perdurare ancora oggi.

L'idea che i materiali dovessero essere "naturali" fu inesorabilmente spazzata via dalla possibilità di creare oggetti che fossero completamente omogenei ed isotropici. Quando i costi di produzione crollarono e la plastica divenne un "materiale di massa", l'attenzione generale fu attratta dal fascino di un materiale che possedeva qualità sociali e consentiva una sorta di "democrazia del consumo".

Dopo la parentesi degli anni '80, in cui si è registrata una ricerca frenetica sui metalli, culminata nello sviluppo delle superleghe, a partire dagli anni '90 sono finalmente le

tematiche ambientali ed ecologiche a modellare in maniera sempre più evidente la ricerca dei nuovi materiali verso i parametri della sostenibilità, della durabilità e della riciclabilità.

1.3.2 Definizioni

Se, come abbiamo visto nel paragrafo sull'evoluzione della ricerca nel campo dei materiali avanzati, i primi studi condotti risalgono agli anni '60, più recenti risultano le discussioni riguardanti il tentativo di dare una sistematizzazione teorica all'argomento.

La prima definizione completa è datata infatti 1994, anno di pubblicazione di *The Encyclopedia of Advanced Materials*, testo fondamentale ad opera di **Michael Bever** ed altri¹²; lo studioso statunitense definisce materiali avanzati *“quei materiali in cui la caratteristica principale riguarda la capacità di sintesi e di controllo della struttura del materiale al fine di ottenere un preciso insieme di proprietà su misura, finalizzate ad applicazioni su richiesta”*. Sulla stessa lunghezza d'onda s'inserisce la ricerca di **Carla Langella**, per la quale con il termine materiali innovativi avanzati *“vengono indicati quei materiali (ceramici, metallici, polimerici) progettati su misura per soddisfare una o più esigenze. Tali materiali si differenziano, quindi, da quelli convenzionali non perché sono più recenti ma perché sono stati funzionalizzati mediante modifiche chimiche e fisiche che gli hanno conferito delle particolari proprietà che li rendono in grado di svolgere le funzioni richieste. Questo tipo di specializzazione del materiale è diventato possibile grazie ad alcuni importanti progressi che sono: l'avanzamento delle ricerche sulle relazioni esistenti tra microstruttura e proprietà macroscopiche; lo*

¹² M. Bever, *The Encyclopedia of Advanced Materials*, Elsevier, Oxford, 1994

sviluppo delle tecnologie di processo e di lavorazione e l'evoluzione delle tecniche sperimentali".¹³

Entrambi, dunque, pongono l'accento sulla natura "funzionalizzante" e sull'aspetto del progetto su misura del materiale, mettendo in risalto come lo scopo della ricerca sui materiali avanzati sia soprattutto il raggiungimento di livelli sempre più elevati di prestazioni tecniche (come ad esempio ceramiche sempre meno fragili e più lavorabili, calcestruzzi con elevati livelli di resistenza a flessione, metalli sempre più resistenti alla corrosione e sempre più leggeri, etc.).

E' solo qualche anno più tardi che l'aspetto della sostenibilità inizia a far capolino nel mondo dei materiali avanzati e le prestazioni ambientali sembrano diventare un elemento imprescindibile nella ricerca di nuovi materiali o di materiali più performanti.

In questo senso vanno alcune ricerche, che apportano una innovazione nel concetto di materiale avanzato, ad esempio per **Fabio Carassiti**, sono *"materiali perfezionati ad elevato contenuto immateriale di conoscenza che hanno portato ad accresciute prestazioni in molti prodotti con una riduzione dell'impatto ambientale e, spesso, dei costi d'esercizio"*.¹⁴ Carassiti, dunque, apre i confini del mondo dei materiali avanzati, sottraendolo ad un mero discorso di scienza dei materiali ed introducendovi la dimensione cognitiva ed informazionale della tecnologia debole.

Ancora più esplicitamente orientato verso tematiche ambientali appare l'elenco dei requisiti stilato da **Perez Arroyo**¹⁵: *"Un materiale può essere considerato avanzato per le seguenti ragioni:*

- *Non è inquinante durante il processo di produzione*
- *E' stato realizzato con tecnologia a basso costo*

¹³ C. Langella, *Nuovi paesaggi materici*, Alinea, Firenze

¹⁴ Fabio Carassiti in AA.VV., *Atti della Conferenza tenuta alla Foresight Fondazione Rosselli*, 6 luglio 2004, Roma

¹⁵ S. Perez Arroyo, R. Atena, I. Keibel, *Emergency Technologies and Housing Prototypes*, EMVS - Berlage Institute Postgraduate Laboratory of Architecture, Black Dog Publishing, London 2007

- *E' completamente tollerabile, riciclabile e biodegradabile*
- *E' facile da stoccare*
- *E' leggero pur mantenendo alte resistenze meccaniche*
- *Riunisce in sé proprietà di materiali diversi (materiali compositi e nanocompositi)*
- *E' ottenuto attraverso un trasferimento tecnologico da applicazioni in altri campi scientifici"*

1.3.3 Classificazioni

Bisogna arrivare in tempi ancora più recenti per prender nota dei primi tentativi di procedere con una classificazione dei materiali, resasi ormai necessaria alla luce dei passi da gigante che ogni giorno la scienza dei materiali fa registrare. Molto spesso capita che si abbiano informazioni estremamente dettagliate su un nuovo materiale, ma ancora non esistano protocolli operativi per il loro utilizzo nella pratica progettuale. Continuare ad inquadrare i materiali avanzati all'interno di protocolli e normative pensati per i materiali tradizionali rende ancora più difficile l'elaborazione di un adeguato sistema di classificazione.

Se è vero che alcuni materiali avanzati possono essere visti semplicemente come sostitutivi di materiali tradizionali rientranti nella loro stessa categoria, è anche vero che altri materiali innovativi (in particolare i cosiddetti smart materials) sono caratterizzati da comportamenti di tipo dinamico che li rendono potenzialmente vere e proprie tecnologie. Ad esempio un vetro elettrocromico può essere visto, allo stesso tempo, come un vetro, una finestra, un sistema di controllo della luce, un sistema di ombreggiamento

Volendo collocare un materiale avanzato all'interno delle rigide griglie dei sistemi di classificazione tradizionali, nella maggior parte dei casi probabilmente ci ritroveremo a

doverlo inserire contemporaneamente in più categorie, perdendo in questo modo il carattere multi-prestazionale del materiale, o addirittura saremo costretti a crearne delle nuove.

Nelle pagine che seguono tenterò di dar conto, in maniera sintetica, delle principali classificazioni che negli ultimi anni studiosi ed esperti hanno elaborato, con conclusioni a dir poco divergenti: si va da una semplice classificazione “per natura del materiale” così come presentata da George Beylerian nella sua opera *Material ConneXion* (e nell’omonimo database on-line) a quelle basate invece “sulle prestazioni” e le caratteristiche dei prodotti (è il caso di S. Pèrez Arroyo, R. Atena, I. Kebel; B. Brownell e Carla Langella), passando attraverso tentativi di classificazione che potremmo definire “ibridi”, nel senso che sembrano voler riunire in sé le due tipologie di classificazione descritte (è il caso di Graham Dodd della Arup Group).

Beylerian e Dent propongono una classificazione basata esclusivamente sulla “natura fisica” dei materiali.

CATEGORIA	MATERIALI/PRODOTTI
Carbonio (a base di)	Grafite, Fibre di carbonio, etc.
Cemento	Cementi colorati, permeabili, refrattari, fibro-rinforzati, etc.
Ceramica	Ceramiche argillose, Ceramiche a base di pietra, Piezoceramiche, etc.
Metalli	Superleghe, laminati, a memoria di forma, fibers + textiles + mesh, etc.
Naturali	Bambù, Fibre, Laminati, Biocompositi, Pelle, Cellulosa, Compensati, Riciclati, Resine + Pietra, etc.
Polimeri	Tessili, Fibro-rinforzati, Film, Schiume, Resine, etc.
Vetri	Vetri intelligenti (fotocromici, elettrocromici, aerogel), etc.

Tabella 1 - La classificazione proposta da Beylerian e Dent

Il gruppo di lavoro del Berlage Institute si spinge un po’ oltre, proponendo una classificazione che ha come punto di

riferimento le specifiche prestazioni, distinguendoli quindi secondo le prestazioni di forma, ottiche, ambientali, integrate e dinamiche.

CATEGORIA	DESCRIZIONE	PRODOTTI
Shape Performance	Materiali capaci di assumere determinate resistenze meccaniche in rapporto ad una specifica conformazione tridimensionale. Sono generalmente caratterizzati da una grande leggerezza	Materiali con struttura a nido d'ape, Metalli sagomati
Optical Performance	Materiali capaci di produrre determinati effetti ottici e/o di regolazione della luce in varie condizioni	Vetri intelligenti (fotocromici, elettrocromici, T.I.M., Kapilux)
Sustainable Performance	Materiali che garantiscono, in primo luogo, un ciclo di vita chiuso del prodotto e che, inoltre, risultano vantaggiosi in termini di produzione, lavorabilità, disassemblaggio, riuso, sostenibilità e protezione dell'ambiente	Impiallacciati di legno, bambù, etc.
Integrated Performance	Materiali compositi high-tech che integrano differenti tecnologie al fine di migliorare le prestazioni	Polimeri fibro-rinforzati, Materiali Compositi, etc.
Responsive Performance	Materiali che possiedono la capacità di evolvere semplicemente interagendo con gli utenti o altri fattori esterni, fino a diventare un'interfaccia che reagisce agli stimoli apportando modifiche allo stato fisico della materia.	PCM, etc.

Tabella 2 - La classificazione proposta dal gruppo di studio del Berlage Institute

La classificazione proposta da Brownell ¹⁶ è ancora incentrata sulle prestazioni ma con un'attenzione particolare anche alle tecnologie di produzione.

CATEGORIA	DESCRIZIONE	MATERIALI
Ultrapperforming	Quei materiali che sono più resistenti, leggeri, duraturi e flessibili rispetto ai loro rispettivi materiali convenzionali.	Cementi e pietre tralucanti, Fibre di carbonio, etc.
Multidimensional	Materiali che registrano un evidente sviluppo secondo l'asse z (maggiore profondità) o una particolare complessità della struttura interna.	Materiali con struttura a nido d'ape
Repurposed	Materiali utilizzati al posto di altri, ritenuti più convenzionali, in una specifica applicazione.	
Recombinant	Combinazione di due o più materiali che agiscono in armonia al fine di creare un prodotto finale che garantisca maggiori prestazioni.	Compensati, Laminati, etc.
Intelligent	Materiali che hanno la capacità di migliorare le proprie prestazioni, spesso la loro progettazione prende ispirazione dai sistemi biologici (<i>biomimicry</i>). Possono agire in maniera attiva o passiva ed essere a basso o alto contenuto di tecnologia.	Vetri intelligenti (Kapilux, Okasolar, etc.), Materiali biomimetici, Smart materials, etc.
Transformational	Materiali progettati allo scopo di modificarsi in maniera dinamica a seconda di differenti condizioni ambientali.	PCM
Interfacial	Materiali, prodotti e sistemi che impiegano le ultime tecnologie informazionali per il controllo dell'andamento di fenomeni fisici, processi produttivi, etc.	Muri olografici, Vernici con sensori, etc.

Tabella 3 - La classificazione di Brownell

¹⁶ B. Brownell (a cura), *Transmaterial*, Princeton Architectural Press, New York 2006

Più che una classificazione, quella proposta da Carla Langella¹⁷ rappresenta, invece, una sorta di previsione dei gradi evolutivi attraverso i quali passeranno i materiali innovativi nell'immediato futuro, con il raggiungimento finale di un stato di evoluzione tale da garantire la produzione di materiali "quasi biologici", capaci di comportarsi come veri e propri organismi viventi (Biomimetica).

CATEGORIA	DESCRIZIONE	MATERIALI
Bulk	Materiali con proprietà omogenee nella propria massa, la cui essenza coincide con una o più proprietà semplici che costituiscono una caratteristica immutabile del materiale	Polimeri di massa
Materiali Compositi	Materiali ottenuti dalla combinazione di due o più materiali possedenti proprietà diverse.	Laminati, Superleghe polimeriche
Materiali Funzionalizzati	Materiali che, oltre ad integrare diverse prestazioni, inglobano comportamenti "semplici" e predeterminati	Metalli a memoria di forma, Vetri intelligenti
Materiali "quasi biologici"	Materiali che inglobano comportamenti complessi e processi informativi, caratterizzati da proprietà biologiche (auto-organizzazione, ridondanza, autonomia, compatibilità con i cicli naturali)	Materiali biomimetici

Tabella 4 - La classificazione proposta da Carla Langella

La classificazione di Graham Dodd, infine, sembra essere un tentativo di sintetizzare gli approcci prestazionali (Langella, Perez Arroyo), tecnologici (Brownell) e fisici (Beylerian); e per questo forse risulta meno organica e condivisibile.

¹⁷ C. Langella, *Nuovi Paesaggi Materici. Design e Tecnologia dei materiali*, Alinea Editrice, Firenze 2003

CATEGORIA	DESCRIZIONE	MATERIALI
Materiali Superficiali	Materiali utili ad ottenere superfici o rivestimenti con particolari proprietà e/o prestazioni.	Vetri idrofobi ed idrofilii, Superfici isolanti, Rivestimenti nanostrutturati per PV
Materiali traslucenti	Materiali per componenti strutturali (e non) caratterizzati contemporaneamente da una grande resistenza e da una buona trasparenza.	Compositi vetro e pietra (onice, alabastro, marmo e alcuni tipi di granito), Vetri intelligenti
Materiali riciclabili	Materiali ottenuti riutilizzando componenti/prodotti /materiali	Schiuma di vetro, Cartongesso
Materiali Naturali	Materiali di origine naturale con un basso livello di trasformazione	Resine vegetali, Fibre vegetali e minerali,
Materiali Ingegneristici	Materiali progettati a livello nanometrico, per l'ottenimento di specifiche prestazioni	Schiuma di alluminio, Compositi metallo/plastica, Fibre di carbonio
Materiali adattabili	Materiali capaci di adattarsi al variare delle condizioni esterne cambiando il proprio stato fisico e molecolare.	Elastomeri con proprietà "water swelling", Vetri elettrocromici, Metalli con memoria di forma

Tabella 5 - La classificazione di Graham Dodd

1.3.4 Prestazioni tecniche ed ambientali

I materiali avanzati sono, per loro stessa natura, materiali altamente progettabili, o meglio la cui progettazione avviene su misura, operando in maniera chirurgica il miglioramento delle prestazioni richieste. Si va dall'ottenimento di materiali più o meno tradizionali che presentano proprietà inedite (materiali compositi) alla creazione di materiali capaci di imitare specifici comportamenti attribuibili ad organismi viventi o in grado di inserirsi in maniera integrata all'interno del sistema ecologico (materiali biologici), fino a materiali capaci di modulare le proprie caratteristiche in base a determinati stimoli esterni (materiali intelligenti o smart materials).

Alla luce delle classificazioni esposte nel paragrafo precedente, è possibile affermare come nessuna di esse sembra cogliere appieno il carattere dinamico di alcuni materiali avanzati, basandosi o semplicemente sulla loro natura fisica oppure su quella delle prestazioni offerte (ottiche, elettriche, di forma, etc.).

Inoltre, la sostenibilità e il miglioramento delle prestazioni ambientali, non sono categorie appartenenti solo a questo o a quel materiale avanzato, in quanto il concetto stesso di "avanzato", in un secolo in cui lo sfruttamento delle risorse (energetiche e materiche) e i cambiamenti climatici sono drammaticamente divenuti assunti del vivere quotidiano, deve inderogabilmente far proprio il nuovo paradigma (paragrafo 1.1.4.) di cui la società attuale ha bisogno.

La classificazione che cercherò di tratteggiare in questo paragrafo opera una prima distinzione in base alla dinamicità/staticità delle prestazioni offerte (materiali a prestazioni fisse; materiali a prestazioni avanzate) e poi una, o più, suddivisioni successive, interne a tali categorie, definendo sottofamiglie di affinità.

Tra i materiali avanzati attualmente impiegati in ambito edilizio è possibile individuare due principali famiglie: i materiali a prestazioni fisse e i materiali a prestazioni

dinamiche.

È bene notare come una tale classificazione includa tipologie di materiali la cui applicazione in ambito edilizio è ormai consolidata (si pensi ai compositi fibrorinforzati impiegati per il consolidamento di strutture esistenti o per la realizzazione di componenti strutturali leggeri e resistenti) o per i quali la domanda è oggi in forte crescita (vetri bassoemissivi e selettivi per il risparmio energetico, sensori e dispositivi di controllo nel campo della domotica), accanto a materiali impiegati solo in via sperimentale per i quali si intravedono tuttavia enormi prospettive nel settore delle costruzioni (come i rivestimenti nanostrutturati protettivi o fotocatalitici, materiali fotovoltaici organici o i materiali a memoria di forma).

Materiali a prestazioni fisse

Sono quei materiali in cui le proprietà finali sono selezionate e predeterminate attraverso particolari conformazioni chimico-fisiche e processi di sintesi

Tra i materiali a prestazioni fisse è possibile distinguere:

- *materiali strutturali avanzati*, quali materiali compositi fibrorinforzati, calcestruzzi ad alte prestazioni, vetri strutturali, schiume metalliche e polimeriche, impiegati in diverse tipologie di applicazioni nelle quali la funzione richiesta è prevalentemente esprimibile in termini di proprietà meccaniche. Si tratta perlopiù di materiali caratterizzati da una struttura non omogenea, costituita dall'insieme di due o più sostanze diverse, fisicamente separate da un'interfaccia e dotate di consistenti proprietà fisiche e chimiche differenti. La combinazione così ottenuta vanta proprietà chimico-fisiche non riscontrabili nei singoli materiali che la compongono. Ciascun costituente mantiene la propria identità senza dissolversi o fondere completamente nell'altro.

- *materiali termostrutturali*, quali fibre ignifughe e *flame retardant*, resine termoresistenti; ceramici avanzati; ceramiche trasparenti; *high-performance ceramics*; schiume ceramiche e ceramici leggeri, con elevate proprietà termomeccaniche.

- *materiali a proprietà superficiali e di interfaccia*, quali rivestimenti e *coatings* nanostrutturati antiusura, anticorrosione, termici e fotocatalitici; vetri autopulenti, selettivi e bassoemissivi, che se impiegati nell'involucro degli edifici sono in grado di fornire una elevata protezione da fattori ambientali di vario tipo grazie a particolari conformazioni chimico-fisiche.

Materiali a prestazioni dinamiche

Sono quei materiali in grado di variare le proprie caratteristiche in risposta a stimoli esterni (*materiali smart*) oppure capaci di imitare specifici comportamenti attribuibili ad organismi viventi ed inserirsi in maniera integrata e dinamica all'interno del sistema ecologico (*materiali biologici*).

Materiali smart

È possibile suddividere i materiali *smart* in due principali categorie:

- *materiali property changing*, come i materiali foto-termo-elettrocromici, i materiali a cambiamento di fase (magneto-elettroreologici, foto-termo-elettrotropici) e i materiali a memoria di forma, che modificano alcune proprietà (chimiche, meccaniche, ottiche, elettriche, magnetiche o termiche) in risposta al cambiamento delle condizioni ambientali senza la necessità di un sistema di controllo esterno.



Figura 3 - LiTraCon

Cemento trasparente. Questi speciali mattoncini, grazie alla loro composizione, possono essere attraversati dalla luce perché creati con un mix di fibre di vetro e cemento.



Figura 4 - AquaClean

Vetro autopulente
Il vetro è ricoperto da un sottilissimo strato di ossido di silicio, che è minerale idrofilo. Quando piove, questo particolare rivestimento riduce l'angolo di contatto delle gocce l'acqua sul vetro, provocando la formazione di una pellicola che evita il formarsi di macchie.

Di questa categoria fanno parte i materiali a **cambiamento di fase** (Phase Change Materials - PCM), sono materiali accumulatori di calore latente, che sfruttano il fenomeno della transizione di fase per assorbire i flussi energetici entranti, immagazzinando un'elevata quantità di energia e mantenendo costante la propria temperatura. I PCM sono solidi a temperatura ambiente ma quando questa sale e supera una certa soglia, che varia a seconda del materiale, essi si liquefanno accumulando calore (latente di liquefazione) che viene sottratto all'ambiente. Allo stesso modo, quando la temperatura scende, il materiale si solidifica e cede calore (latente di solidificazione).

I materiali a **memoria di forma**, invece, rappresentano una classe di materiali metallici dalle inusuali proprietà meccaniche. In particolare, con il termine "leghe a memoria di forma" (*Shape Memory Alloys*, SMA's, o LMF) si indica un'ampia classe di leghe metalliche, scoperte abbastanza recentemente, che hanno come caratteristica principale quella di essere in grado di recuperare una forma macroscopica preimpostata per effetto del semplice cambiamento della temperatura o dello stato di sollecitazione applicato, sono cioè capaci di subire trasformazioni cristallografiche reversibili, in funzione dello stato tensionale e termico.

- *materiali energy exchanging*, quali sensori e attuatori piezoelettrici, materiali foto-elettro-chimicoluminescenti e OLED; materiali organici per la conversione fotovoltaica, in grado di trasformare una forma di energia entrante in un'altra uscente in accordo con il primo principio della termodinamica, impiegati all'interno degli edifici come dispositivi per la produzione di energia e sistemi di controllo.



Figura 5 - Outlast

Membrana tessile per la termoregolazione, utilizzata come isolante nelle coperture



Figura 6 - NiTiNOL

(Nickel Titanium Naval Ordnance Laboratory), al di sopra della sua temperatura di trasformazione è molto elastico e in grado di subire grandi deformazioni.

Al di sotto della sua temperatura di trasformazione mantiene un effetto memoria che gli consente di tornare alla forma originaria. In sostanza scaldandolo ritorna alle origini.

Materiali biologici

Nella classe dei materiali biologici si includono fondamentalmente due distinte categorie di materiali avanzati:

- **materiali biomimetici**, progettati prendendo spunto da organismi viventi, sono materiali capaci di comportarsi in maniera dinamica al variare di condizioni sia interne che esterne. La Biomimetica (*Biomimicry* in inglese) è lo studio consapevole dei processi biologici e biomeccanici della natura, come fonte di ispirazione per il miglioramento delle attività e tecnologie umane. La natura viene vista come Modello (*Model*), Misura (*Measure*) e come Guida (*Mentor*) della progettazione degli artefatti tecnici.

Tutti i sistemi “naturali” rispettano le regole degli ecosistemi, ed in particolare alcuni principi fondamentali: quello di funzionare secondo cicli chiusi; quello di non produrre rifiuti; fondarsi su interdipendenza, interconnessione e cooperazione; quello di funzionare ad energia solare; quello di rispettare la diversità.

- **materiali naturali**, sono tutti quei materiali caratterizzati da un alto livello di naturalità, ossia grande disponibilità in natura e alta rinnovabilità, e da impatti ambientali minimi o addirittura nulli, ne fanno parte ad esempio l'intera classe di nuovi materiali biodegradabili, ma anche materiali in grado di ridurre l'inquinamento ambientale esterno.



Figura 7 - ClearShade

Vetro ispirato alla struttura degli alveari delle api, può essere verniciato esteriormente per creare anche immagini particolari. Permette di raggiungere un elevato livello di privacy senza per questo compromettere le prestazioni di trasmissione luminosa e guadagno termico.



Figura 8 - MaterBi

Bioplastica, totalmente biodegradabile, creata a partire dall'amido di mais, grano e patata. Viene venduta in granuli ed è lavorabile in modo simile alla tradizionale plastica, anche per quanto riguarda la colorazione e la sterilizzazione.

1.4 Requisiti di sostenibilità

Come afferma Ezio Manzini¹⁸, *“qualsiasi riflessione sul rapporto tra produzione industriale ed ambiente deve partire dal presupposto, fermo e irrinunciabile, che vede la sostenibilità ambientale come un obiettivo da raggiungere e non, come oggi molto spesso è intesa, come una direzione verso cui andare”*.

Non è più dunque sufficiente intraprendere la strada della sostenibilità, privilegiando e massimizzando solo una caratteristica parziale di un prodotto, ma si impone oramai, in maniera imprescindibile, un modo di progettare che abbracci una visione globale del problema, il cui obiettivo è appunto la destinazione finale della sostenibilità, non un avviamento verso di essa.

In questo senso, dunque, non tutto quello che apporta un qualche miglioramento in tema ambientale (ad esempio il semplice risparmio energetico), può essere considerato sostenibile.

Per esserlo, ogni nuova proposta deve in maniera inderogabile rispondere ai seguenti requisiti:

- basarsi su risorse rinnovabili, garantendone al tempo stesso la rinnovabilità;
- ottimizzare l'impiego delle risorse non rinnovabili (comprese aria, acqua e territorio);
- non nuocere alla salute del Pianeta (ossia non produrre rifiuti che l'ecosistema non sia in grado di rinaturalizzare);
- non nuocere alla salute delle persone;
- garantire un livello prestazionale soddisfacente.

Appare evidente, prendendo in considerazione questi requisiti, come e quanto il sistema produttivo e di consumo delle società industriali contemporanee sia lontano dall'obiettivo sostenibilità. Ed ancora più pericolosa sembra essere, in questo senso, la moda “ecologista” che in questi

¹⁸ E. Manzini, C. Vezzoli, *Lo sviluppo di prodotti sostenibili. I requisiti ambientali dei prodotti industriali*, Maggioli, Rimini 1998

ultimissimi anni sta caratterizzando il mercato dei prodotti da costruzione in cui viene risaltato l'aspetto più immediato ed appetibile dei nuovi prodotti identificato semplicemente nella loro capacità di ridurre il consumo di energia da combustibili fossili, mentre viene completamente ignorato il vero carico ambientale che, durante l'intero ciclo di vita (dalla pre-produzione al riciclo), il prodotto può comportare. Sembra, dunque, compito dei ricercatori e dei progettisti, cogliere i reali aspetti di ecosostenibilità e di biocompatibilità di tali prodotti, non solo durante le fasi di produzione e di trasporto, ma anche e soprattutto durante la fase di utilizzo, che rappresenta la più lunga, in termini di durata, e la più inquinante, sia per il pianeta che per le persone.

Capitolo 2 - I materiali avanzati per la tecnologia fotovoltaica applicata in Architettura

2.1 Il Fotovoltaico e l'Architettura

La tecnologia fotovoltaica sta registrando da alcuni anni un rinnovato interesse da parte di ricercatori, imprese ed utenti. I motivi di tale attenzione vanno ricercati sia in una copiosa attività del legislatore e del governo italiano che, attraverso vari provvedimenti e decreti, ha reso economicamente più conveniente l'installazione di impianti fotovoltaici (si consideri ad esempio il Conto Energia e i decreti sulla Certificazione Energetica), sia in una crescente azione da parte di centri di ricerca ed aziende nello sviluppo di nuove tecnologie fotovoltaiche che mirano da un lato ad una sempre maggiore percentuale di rendimento e dall'altro alla realizzazione di moduli sempre più rispettosi dell'ambiente.

Con l'impiego crescente del fotovoltaico, pertanto la vera sfida che si presenta oggi, ad architetti ed imprese, è quella di individuare una vera e propria architettura del fotovoltaico, vale a dire la progettazione olistica dell'organismo edilizio, dell'impianto a celle fotovoltaiche e del paesaggio circostante.

Aspetto questo, tanto più importante quando si ha a che fare con edifici esistenti, spesso portatori di rilevanti valori storici, ambientali e paesaggistici. Lo stesso Decreto Ministeriale del 19/02/2007 (noto come Conto Energia) prevede incentivi maggiorati qualora sia riconosciuta l'integrazione architettonica parziale o totale dell'impianto fotovoltaico, definendone i criteri di giudizio.

Dalla normativa si intende per integrazione la sostituzione dei materiali di rivestimento di tetti, coperture, facciate di edifici e fabbricati con moduli fotovoltaici aventi la medesima inclinazione e funzione architettonica:

l'integrazione dunque è solo di tipo strutturale, al fine di minimizzare l'effetto di estraneità del pannello sovrapposto alla morfologia di un edificio esistente con un intervento di *retrofit*. Tuttavia l'integrazione auspicata dalla normativa al fine di ottenere gli incentivi economici all'installazione non necessariamente comporta un'integrazione estetico-percettiva con l'immagine dell'edificio, fatta di caratteristiche geometrico-morfologiche, qualità materiche e cromatiche, oltre alla riconoscibilità stilistica di un determinato linguaggio architettonico che ancora il manufatto al processo di stratificazione storica mediante il quale si configura l'aspetto riconoscibile del paesaggio circostante. La presenza percettiva dei pannelli ha infatti come conseguenza un cambiamento dei caratteri fisici, ma anche del complesso dei significati associati ai luoghi e alle costruzioni di valore storico dalle popolazioni locali e extralocali, cambiamento che costituisce spesso il problema più rilevante dell'inserimento di un impianto fotovoltaico. In questo senso l'aspetto primario da analizzare, e dunque valutare, è quello estetico-visuale, la cui componente primaria è la "percezione", intesa tuttavia non come fenomeno puramente visivo ma piuttosto come frutto di un'elaborazione culturale del dato sensoriale in funzione dei parametri estetici della cultura del tempo. La tutela e la gestione dei processi di sviluppo e dunque di modificazione della risorsa paesaggio, sia esso naturale o antropizzato, pone però il problema specifico della sua conoscenza attraverso una metodologia di analisi scientificamente fondata: l'individuazione delle caratteristiche specifiche dei luoghi assume, dunque, un ruolo primario in qualsiasi progetto di trasformazione, sia esso di conservazione, di innovazione o di riqualificazione.

Tuttavia, l'evidenza, il forte risalto nel contesto e l'effetto di contrasto e di dominanza inevitabilmente determinano una condizione di forte impatto visivo da non valutarsi necessariamente in termini negativi se la struttura è

leggibile formalmente come portatrice di nuovi valori formali.

Si rende dunque necessaria una nuova, potremmo dire più sistemica, interpretazione del significato della parola integrazione.

Integrare il fotovoltaico nell'architettura significa riuscire ad equilibrare le esigenze dovute agli aspetti tecnici della tecnologia fotovoltaica con il valore formale dell'edificio nella sua complessità, valore che deve essere rispettosamente preservato, se non addirittura incrementato dall'introduzione di nuovi "segni".

Una corretta integrazione architettonica del fotovoltaico deve dunque mirare a far coincidere la capacità del fotovoltaico di produrre energia elettrica sul luogo della domanda con la qualità estetica dello spazio che lo contiene. Una delle novità del metodo di valutazione elaborato nella presente ricerca consiste proprio nell'aver dedicato ampio spazio alla determinazione dell'impatto della modificazione dovuta all'introduzione della tecnologia fotovoltaica in ogni fase del progetto (come supporto alla progettazione stessa) ma anche a posteriori al fine di individuare le deficienze, le criticità e dunque programmare un adeguamento.

Il metodo di valutazione appare di facile attuazione, una volta stabiliti tutti i parametri di progetto di un intervento.

Il sistema consente di tenere sotto controllo più fattori all'interno della matrice multicriteria.

2.1.1 Le modalità di integrazione previste dal Conto Energia

Il Ministero dello Sviluppo Economico con il **D. M. del 19 Febbraio 2007** pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 45 del 23 Febbraio 2007 ha stabilito i nuovi criteri e le modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

A differenza del passato, in cui l'incentivazione all'utilizzo delle fonti rinnovabili avveniva mediante assegnazioni di somme a fondo perduto, grazie alle quali il privato poteva limitare il capitale investito, il meccanismo del conto energia è assimilabile ad un finanziamento in conto esercizio, in quanto non prevede alcuna facilitazione particolare da parte dello Stato per la messa in servizio dell'impianto.

Il principio che regge il meccanismo del Conto energia consiste nell'incentivazione della produzione elettrica, e non dell'investimento necessario per ottenerla. Il privato proprietario dell'impianto fotovoltaico percepisce somme in modo continuativo, con cadenza tipicamente mensile, per i primi 20 anni di vita dell'impianto. Condizione indispensabile all'ottenimento delle tariffe incentivanti è che l'impianto sia connesso alla rete (*grid connected*). La dimensione nominale dell'impianto fotovoltaico deve essere superiore a 1 kWp.

Prima di tutto, la legge definisce le tre tipologie di interventi che coinvolgono l'uso sistemi fotovoltaici negli edifici, in particolare si parla di:

- *interventi retrofit*, si hanno quando il sistema fotovoltaico è integrato nella struttura di un edificio esistente. Sono interventi complessi perché non sempre soddisfano tutti i requisiti che garantiscono un'ottima collocazione della superficie dell'impianto. Inoltre tali interventi spesso rendono difficile l'integrazione dell'impianto con la struttura dell'edificio esistente e quindi è necessario

-

intervenire impiegando telai autonomi da addossare all'edificio.

- *intervento su nuovi edifici*, si ha quando il sistema fotovoltaico è integrato alla struttura di un edificio che deve essere costruito.
- *interventi su elementi di arredo urbano* si hanno quando il sistema fotovoltaico è integrato alla struttura di elementi che appartengono all'arredo urbano che possono essere ad esempio lampioni stradali, percorsi pedonali coperti, pensiline per il ricovero di biciclette.

Integrazione in facciata

Integrazione in facciata verticale continua

Comprende tutti gli interventi in cui il fotovoltaico è inserito su una facciata verticale in un unico piano rispetto alle parti di prospetto non interessate dall'intervento.

In questo caso si ricorre spesso a un unico sistema strutturale per la facciata, nel quale siano impiegabili sia pannelli con vetrocamera sia i moduli fotovoltaici, senza particolari gerarchie formali tra rivestimento e finestre.

Negli interventi retrofit che prevedano la sovrapposizione della superficie fotovoltaica all'involucro esistente occorre prevedere un'intercapedine per la retroventilazione dei moduli, indispensabile per il corretto funzionamento del sistema.

VANTAGGI

- l'elevata flessibilità progettuale consente un'alta qualità configurativa e volumetrica;
- possibilità di sfruttare i pannelli anche per la schermatura parziale ai raggi solari;
- diminuzione del carico termico all'interno dell'edificio;
- ampia disponibilità di superfici;



Figura 9 - Esempio di integrazione in facciata verticale continua

- facilità di pulizia utilizzando i sistemi di

manutenzione convenzionali;

- la possibilità di standardizzazione degli elementi fotovoltaici.

SVANTAGGI

- Rigidità di inclinazione e orientamento dei moduli.

Integrazione in facciata verticale non continua

Per motivi strutturali, funzionali o estetici alcune volte non è possibile inserire in modo continuo i moduli fotovoltaici all'interno di una facciata.

Questa modalità di intervento prevede la collocazione dei moduli fotovoltaici a nastro, nelle fasce orizzontali non occupate da finestre. L'aspetto dell'edificio risulta quindi scandito dall'alternanza di finestre e moduli fotovoltaici e questo contrasto spesso si può riflettere nell'interruzione della continuità strutturale tra superficie fotovoltaica e involucro. In questo caso i moduli sono dotati di una propria intelaiatura addossata all'involucro dell'edificio.

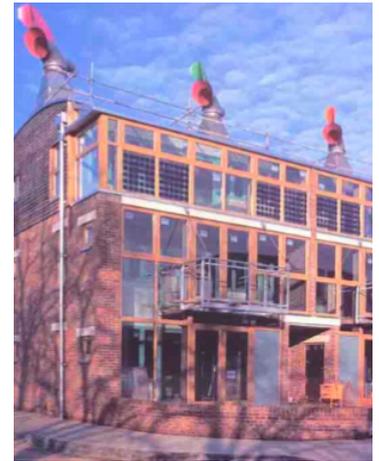


Figura 10 - Esempio di integrazione in facciata verticale non continua

VANTAGGI

- possibilità di prestazioni di tipo bioclimatico dei moduli fotovoltaici (elementi frangisole e pareti ventilate);
- possibilità di standardizzazione degli elementi fotovoltaici.

SVANTAGGI

- limitata disponibilità di superfici;
- rigidità di inclinazione e orientamento dei moduli fotovoltaici.

Integrazione con moduli inclinati su facciata verticale

Questa modalità di intervento garantisce una buona efficienza del fotovoltaico dovuta all'inclinazione dei moduli

che offrono una migliore accessibilità alla radiazione solare.

VANTAGGI

- Maggiore efficienza dei moduli.

SVANTAGGI

Complessità di costruzione della facciata continua.

Potenziali problemi di pulizia.

Integrazione in copertura

Integrazione su coperture a falde inclinate

Questa è una delle forme più comuni ed economiche di integrazione quando la copertura dell'edificio abbia le caratteristiche appropriate.

I moduli possono essere ciechi e sostituire semplicemente il manto di copertura o essere semitrasparenti, assolvendo quindi la funzione di lucernai per l'illuminazione naturale dell'interno.

Agli elevati standard di integrazione fa da contraltare una certa rigidità di orientamento e di inclinazione.

Integrazione su copertura piana

Questa tipologia di integrazione consiste nella sostituzione totale o parziale della copertura piana con un telaio sul quale vengono posizionati i moduli fotovoltaici.

VANTAGGI

- parziale penetrazione della luce naturale del giorno;
- possibilità di applicazione sia in interventi di retrofit che in quelli di nuova costruzione;
- possibilità di ottenere buone valenze estetiche ed integrative

SVANTAGGI

- utilizzo non ottimale dell'energia solare a causa della



Figura 11 - Esempio di integrazione di moduli inclinati su facciata verticale



Figura 12 - Esempio di integrazione su coperture a falde inclinate



Figura 13 - Esempio di integrazione su copertura piana

mancanza di inclinazione dei moduli

- potenziali problemi dovuti all'eventuale accumulo di neve ed alla difficoltà di deflusso delle acque.

Integrazione di stringhe inclinate su copertura piana

Consiste nel collocare su coperture piane strutture metalliche o in muratura di supporto per i moduli, inclinate in modo ottimale rispetto all'orbita solare.

Questi elementi non interrompono la continuità del solaio di copertura, quindi i moduli non sostituiscono parti della copertura né possono essere utilizzati per realizzare lucernai semitrasparenti.



Figura 14 - Esempio di integrazione di stringhe su copertura piana

VANTAGGI

- Economicità della soluzione per le installazioni retrofit;
- indipendenza del sistema fotovoltaico dalla struttura dell'edificio;
- buona ventilazione dei moduli fotovoltaici;
- facilità di montaggio dell'impianto e costi di installazione relativamente bassi;
- utilizzo ottimale dell'energia solare grazie alla libertà di inclinazione ed orientamento dei moduli.

SVANTAGGI

- scarsa valenza architettonica;
- potenziali limitazioni dovute alla presenza di altri impianti o parapetti sulla copertura.

Integrazione nei dispositivi di controllo solare

Un altro modo di integrazione dei sistemi fotovoltaici negli edifici è quello di integrare i moduli negli aggetti e dispositivi frangisole, collocati a protezione delle finestre.

I moduli in questo caso sono svincolati dalla facciata retrostante e si possono quindi predisporre secondo l'inclinazione ottimale per la captazione dell'energia solare.

Sono minori i rischi di surriscaldamento dei moduli che possono mantenere prestazioni elevate in termini di efficienza anche nei mesi estivi.

I dispositivi solari possono essere previsti sia in interventi di nuova costruzione sia negli interventi retrofit.

L'impatto estetico dei frangisole fotovoltaici è notevole in termini cromatici e per la dinamica delle ombre che introduce nel prospetto. Possono quindi rappresentare una possibilità di riqualificazione degli edifici su cui vengono installati, o al contrario indurre effetti sgradevoli oppure non ambientalmente appropriati se non controllati ad hoc.

Integrazione in strutture per l'arredo urbano

I moduli fotovoltaici trovano applicazione anche per la realizzazione di strutture accessorie degli edifici come componenti per l'illuminazione degli spazi esterni, pensiline fotovoltaiche per il ricovero delle biciclette, in particolare nella variante semitrasparente. I moduli fotovoltaici semitrasparenti comunicano una sensazione di leggerezza, particolarmente consona all'integrazione in strutture essenziali come zone di sosta e passaggi pedonali coperti, pur garantendo un'efficace protezione dal sole e dalle intemperie.

Integrazione negli spazi correlati alle grandi vie di comunicazione

Utilizzo dei moduli fotovoltaici su scala più vasta, sfruttando per l'installazione delle superfici fotovoltaiche quegli spazi asserviti alle grandi vie di comunicazione, apparentemente ridotti e privi di interesse pratico, ma che nel loro insieme potrebbero costituire una risorsa preziosa, se sfruttati per l'installazione di sistemi fotovoltaici. Questo è il caso ad esempio della parte superiore delle barriere antirumore che costeggiano autostrade o arterie a scorrimento veloce o le fasce di rispetto dei percorsi ferroviari.



Figura 15 - Esempio di integrazione nei dispositivi di controllo solare



Figura 16 - Esempio di integrazione su strutture di arredo urbano



Figura 17 - Esempio di integrazione negli spazi correlati alle grandi vie di comunicazione

2.2 I materiali avanzati per la tecnologia fotovoltaica

Nell'ambito delle energie rinnovabili, il fotovoltaico rappresenta forse quella con maggiore componente poetica: il processo quasi "magico", ma allo stesso tempo altamente sofisticato, della conversione dell'energia termica in energia elettrica da una fonte pulita e potenzialmente infinita, quale il Sole, costituisce il più alto esempio di integrazione tra uomo, ambiente e tecnica; la realizzazione del sogno di qualsiasi ecologista. Eppure tale tecnologia, fino ad oggi, era quella che poneva i principali problemi in termini di impatti ambientali. Il silicio è una risorsa non rinnovabile e finita, caratterizzata da una problematica fase di dismissione, essendo difficile sia da recuperare che da smaltire.

Le celle a film sottile hanno costituito una prima svolta nella tecnologia fotovoltaica, affrancandola dalla dittatura del silicio, ma rivelandosi poi altrettanto impattante per la presenza di elementi (come l'indio, il gallio e il cadmio), caratterizzati da una disponibilità molto limitata oppure da forti ripercussioni in termini di inquinamento ambientale ed emissioni nocive per la salute umana.

L'entrata in scena del fotovoltaico organico ha portato una nuova speranza: materie prime non solo di grande disponibilità in natura, ma anche rinnovabili, addirittura biodegradabili.

Il presente lavoro di ricerca nasce dall'interesse personale nei confronti di questa nuova, promettente tecnologia, e dalla volontà di testarla in una visione a 360° gradi, considerando ogni aspetto e relazione tra ambiente, tecnica fotovoltaica, salute umana, economia ed architettura.

La pietra di paragone più adatta è apparsa subito quella del fotovoltaico a film sottile, ed in particolare delle celle al diseleniuro di rame, indio e gallio, che, oltre a

rappresentare il punto più alto della tecnologia fotovoltaica in termini di efficienza raggiunta, presentano ad un'analisi preliminare, anche le migliori prestazioni ambientali tra le celle di terza generazione (appunto quelle a film sottile).

2.2.1 Celle solari a film sottile

2.2.1.1 Tipologie, proprietà e prestazioni

La tecnologia a film sottile è caratterizzata da strati minutissimi di materiale fotosensibile, ovvero variabile tra i 0.5 mm e 1 mm.

Tale tecnologia presenta costi bassi di fabbricazione, data l'esigua quantità di materiale fotosensibile impiegata, inoltre i film sottili sono prodotti sia come moduli flessibili che come moduli rigidi, anche semitrasparenti.

Se paragonata alle tradizionali tecnologie, quelle a film sottile danno prodotti che mostrano prestazioni simili, ma con significativi vantaggi nei processi produttivi:

- minore consumo diretto ed indiretto di materiali;
- processo produttivo meno complesso;
- assenza dell'assemblaggio di singole celle solari in prodotti finali.

Infatti, mentre il processo produttivo tradizionale include più di 24 passaggi per trasformare il polisilicio (la materia prima) in moduli, la produzione dei moduli in film sottile ne richiede la metà.

La struttura fisica dei film sottili è composta da:

- una base che funge da elettrodo;
- uno strato di semiconduttore (silicio amorfo, CIGS, CdTE);
- un conduttore trasparente che lasci passare la radiazione.

I moduli a film sottile possono essere realizzati con diversi materiali fotosensibili, in relazione ai quali è possibile quindi distinguere tre principali categorie:

- **a- Si**, in cui la parte fotoelettricamente attiva è costituita dal silicio amorfo, gli atomi silicei vengono depositi chimicamente in forma amorfa, ovvero strutturalmente disorganizzata, sulla superficie di sostegno;
- **CdS**, la cui parte fotoattiva è il solfuro di cadmio, presenta costi di produzione molto bassi in quanto la tecnologia impiegata per la sua produzione non richiede il raggiungimento delle temperature elevatissime necessarie invece alla fusione e purificazione del silicio. Esso viene applicato ad un supporto metallico per spray-coating, cioè viene letteralmente spruzzato come una vernice. Tra gli svantaggi legati alla produzione di questo genere di celle fotovoltaiche vi è la tossicità del cadmio ed il basso rendimento del dispositivo.
- **CdTe**, la cui parte fotoelettricamente attiva è costituita da telloruro di cadmio;
- **CIGS**, in cui invece il materiale fotoattivo è il diseleniuro di rame, indio e gallio.

2.2.1.2 Celle a CIGS

La scelta delle celle CIGS tra le varie tecnologie a film sottile, è dovuta fondamentalmente ai seguenti parametri:

- la totale assenza di silicio;
- le alte efficienze raggiunte, paragonabili a quelle del silicio policristallino;
- i processi di produzione sono caratterizzati da bassi livelli di consumi energetici e da costi alquanto contenuti;
- la grande flessibilità di applicazione;
- un'elevata vita utile.



Figura 18 - Film sottile al silicio amorfo



Figura 19 - Film sottile CdTe

Fin dai primi anni '70 le celle in diseleniuro di rame, indio e gallio [CIGS, $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$] dimostrarono le proprie potenzialità applicative in ambito fotovoltaico dando luogo ad efficienze maggiori a quelle realizzabili con celle fotovoltaiche a film sottile in silicio amorfo. In particolare, le celle solari e i moduli strutturati con il CIGS hanno conseguito, nei test sperimentali nelle applicazioni più moderne, rispettivamente, efficienza comprese tra il 19,5% e il 13%.

Analisi del ciclo di vita

La fase di riproduzione

Al fine di valutare gli input (consumo di risorse e di energia) nonché gli output (emissioni nocive e rifiuti) delle CIGS, vengono di seguito considerate tutte le materie prime utilizzate ed il loro processo produttivo.

Vetro TCO (Transparent Conductive Oxide): La tipologia di vetro utilizzato (come elettrodo frontale della cella) prevede, nella fase finale della produzione, la deposizione di un ossido trasparente conduttore (solitamente ossido di zinco):

Il processo produttivo consiste nelle seguenti fasi:

- composizione: dosaggio e miscelazione delle materie prime. I cassoni contenenti la miscela stazionano in magazzino in attesa dell'infornaggio.
- Infornaggio: operazione con cui si immette la miscela vetrificabile nel forno fusorio per la fondita. Avviene generalmente nel pomeriggio, una volta concluso il turno di lavorazione del vetro.
- Fondita: intervallo di circa 10-12 ore durante il quale la miscela vetrificabile fonde alla temperatura di circa 1400° , fino al raggiungimento dello stato di viscosità adatto alla lavorazione.

- Lavorazione: il vetro viene prelevato dal forno fusorio manualmente o con sistemi automatici e quindi lavorato per ottenere una lastra. La temperatura del vetro è intorno ai 1100°.
- Tempera: la lastra uscita dalla lavorazione viene introdotta in un forno di ricottura dove è sottoposta ad una nuova cottura a bassa temperatura e ad un successivo lento raffreddamento.
- Deposizione: la lastra viene ricoperta con un sottile strato di ossido di zinco, al fine di favorire la trasmissione dell'energia solare verso la parte fotoattiva contenuta all'interno del pannello fotovoltaico.

Vetro float: vetro semplice fabbricato con il sistema "a galleggiamento", in cui il vetro fuso è versato ad una estremità di un bagno di stagno fuso. Oggi quest'operazione è effettuata in atmosfera controllata. Il vetro galleggia sullo stagno e si spande lungo la superficie del bagno, formando una superficie liscia su entrambi i lati. Il vetro si raffredda e solidifica mentre scorre lungo il bagno, formando un nastro continuo. Il prodotto è poi "lucidato a fuoco", riscaldandolo nuovamente su entrambi i lati, e presenta così due superfici perfettamente parallele.

Molibdeno (Mo): Il molibdeno è un metallo di transizione, non esiste puro in natura ma si trova in minerali come la wulfenite (PbMoO_4) o la powellite (CaMoO_4), ma la principale sorgente commerciale di molibdeno è la molibdenite (MoS_2). I principali problemi relativi a considerazioni ambientali sono dunque correlati alla sua scarsa reperibilità, non rinnovabilità e ai processi energivori necessari per la sua estrazione e lavorazione. La polvere e i composti di molibdeno possono essere leggermente tossici se respirati o ingeriti. I manuali di laboratorio riportano che il molibdeno, comparato con gli altri metalli pesanti, ha

tossicità relativamente bassa. Difficilmente si osservano casi di tossicità acuta da molibdeno negli esseri umani, perché la dose necessaria è eccezionalmente elevata.

CIGS (diseleniuro di rame, indio e gallio): rappresenta il fulcro centrale (in quanto svolge il ruolo di semiconduttore) di questa nuova tecnologia fotovoltaica, ma allo stesso tempo ne costituisce anche il tallone di achille, dal momento che gallio ed indio sono materie prime non rinnovabili sono metalli estremamente rari, caratterizzati da una grande difficoltà di reperimento, non esistono infatti puri in natura ma vanno estratti, tramite processi altamente energivori, da minerali come la bauxite e il carbonio. In più gallio ed indio presentano livelli di tossicità non ancora pienamente approfonditi dalla letteratura scientifica, anche se è certo che l'esposizione a tali metalli può provocare dermatiti ed allergie croniche.

Ossido di Zinco: Lo zinco è il ventitreesimo elemento più abbondante nella crosta terrestre. Viene estratto per via termica, attraverso tecniche di produzione che necessitano di elevate temperature (circa 750°C).

Alluminio: L'alluminio è il terzo elemento in ordine d'abbondanza sulla crosta terrestre, purtroppo però non è disponibile in forma libera in natura e va dunque estratto e lavorato secondo tecniche altamente energivore. Per questo motivo, il recupero di questo metallo dai rifiuti (attraverso il riciclaggio) è diventato una parte importante dell'industria dell'alluminio. Il riciclaggio è molto conveniente: produrre un chilo di alluminio pronto all'uso a partire da scarti costa meno di 1 kWh, contro i 13-14 circa della produzione dal minerale.

EVA (Etilene Vinil-Acetano): è una plastica copolimerica (etilene + acetato di vinile) derivata da processi di

lavorazione del petrolio. Dunque pone seri problemi sia in tema di rinnovabilità delle materie prime che in termini di emissioni inquinanti prodotte durante le fasi di produzione.

La fase di produzione

Il processo produttivo per deposizione

Il processo di fabbricazione del CIGS, avviene per deposizione in una “camera vuota”, assicurandosi che il rivestimento di CIGS sia privo di difetti e di impurità.

Le fasi di produzione sono le seguenti:

1. Preparazione del vetro: il vetro viene lavato, sciacquato e poi asciugato per essere pronto a ricevere la deposizione dei vari strati che andranno a comporre la cella.



2. Deposizione del Molibdeno: sul vetro viene deposto un primo strato costituito da un film sottile di molibdeno.



3. Incisione dei contatti: sulla lastra vengono incisi, tramite tecnica laser, i contatti necessari alla trasmissione del flusso energetico.



4. Deposizione CIGS: è il momento adesso della disposizione del film di diseleniuro di rame, indio e gallio.



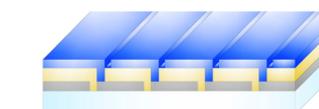
5. Incisione dei contatti: vengono incisi ulteriori contatti sopra lo strato di CIGS.



6. Deposizione di zinco: viene deposto uno strato di zinco, che ha funzione di conduttore.



7. Incisione dei contatti: ancora una volta è necessario incidere, tramite laser, i contatti sullo strato di zinco.



8. Incapsulamento: a questo punto la cella viene terminata con l'applicazione dell'elettrodo posteriore ed il tutto viene sigillato attraverso l'utilizzo di lastre realizzate in EVA (Etilene Vinil-Acetato)



Il processo produttivo per stampa

Negli ultimissimi anni la ricerca ha consentito di produrre celle solari basate sulla tecnologia CIGS anche attraverso il processo *printing*, caratterizzato, rispetto a quello per deposizione, da impatti ambientali ancora minori, dal momento che si tratta di una tecnica eseguita perlopiù a freddo, e da una maggiore rapidità (si parla di un pannello assemblato ogni 10 secondi). Alla fine del 2007 l'azienda *Nanosolar* ha messo in commercio i primi moduli prodotti utilizzando un inchiostro al CIGS che consente di stampare il semiconduttore come film sottile su una struttura flessibile.

Le fasi principali della produzione a stampa sono:

1. Preparazione del foglio di alluminio: Un film di molibdeno (che fa da elettrodo) viene depositato sul supporto di alluminio.

2. Preparazione del semiconduttore. Il semiconduttore è costituito da una soluzione di nanoparticelle delle dimensioni massime di 20 nm.

3. Preparazione dell'inchiostro. Le nanoparticelle vengono disperse in un inchiostro che presenta elevate caratteristiche finali di stabilità e che consente di ottenere un rivestimento uniforme.

4. Stampa. Un sottilissimo foglio di metallo viene ricoperto con l'inchiostro particellare attraverso avanzate tecniche di stampa/rivestimento che lavorano in normale atmosfera e non richiedono l'utilizzo di una stanza asettica.

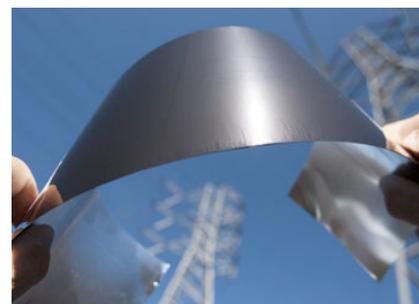


Figura 20 - il foglio d'alluminio su cui viene stampato l'inchiostro nanoparticellare



Figura 21 - Un'ampolla contenente l'inchiostro nanoparticellare



Figura 22 - I rulli di stampa con i fogli d'alluminio

5. **Formazione della cella.** La cella è completata aggiungendo i *fingers* → e i contatti capaci di trasportare la corrente elettrica con minime perdite ottiche e di resistenza. Il foglio di metallo viene poi tagliato, in qualsiasi dimensione desiderata, a formare le singole celle.

6. **Assemblaggio del pannello.** Le celle, a questo punto, vengono assemblate in circuiti e laminate a formare un pannello.

L'uso

In fase di utilizzo il modulo CIGS presenta più o meno le stessi input ed output di un modulo DSC. Infatti, l'energia necessaria per un sistema fotovoltaico è consumata esclusivamente dall'inverter e dalla batteria (quest'ultima necessaria soltanto nel caso di impianti *stand alone*, ossia isolati dalla rete elettrica pubblica), consumi peraltro ampiamente ripagati dalla produzione di energia elettrica del sistema stesso.

Mentre per quanto riguarda gli output di emissioni dannose, il pannello fotovoltaico genera un campo elettrico, per cui bisogna porre attenzione al valore di tensione di circuito aperto, specialmente se i pannelli sono applicati in facciata come vetrate, per quanto riguarda invece i campi magnetici, l'unico problema è posto dall'inverter, di cui è necessario valutare con attenzione la posizione e la distanza dagli spazi abitati dell'edificio.

La gestione

Alcune caratteristiche del pannello fotovoltaico determinano, in fase gestionale, il grado di affidabilità ed efficienza del sistema.



Figura 23 - Le celle solari stampate

In particolare i dati salienti ed i loro valori per un modulo CIGS sono¹⁹:

- efficienza→: 10,5%
- fill factor→: 70,7 %
- tensione di circuito aperto→: 0,57 V
- tensione di corto circuito→: 26,8 A/cm²
- vita utile→: 25 anni²⁰
- stabilità→: 4000 ore

La dismissione

Rispetto alle celle DSC, per quanto riguarda la dismissione (ed in particolare il riciclaggio) delle celle CIGS, disponiamo di una letteratura scientifica molto più ampia e soprattutto di dati ormai consolidati.

Come per le DSC, anche per le CIGS la totale assenza di silicio, che finora ha costituito il principale problema nello smaltimento dei pannelli fotovoltaici di prima generazione, costituisce un sicuro vantaggio. Mentre però le prime sostituiscono il silicio con semiconduttori naturali, biodegradabili e biocompatibili, le seconde sembrano non risolvere del tutto il problema, dal momento che anche lo smaltimento di indio e gallio presenta diverse problematiche in termini di emissioni nocive per la salute umana e per la protezione degli ecosistemi, in caso di dispersione in ambiente.

Ma il problema maggiore è che, essendo il modulo assemblato con l'utilizzo dell'EVA (etilene vinilico acetato) che fa da legante tra le celle e il vetro ed il substrato, non è semplice liberare le celle da tale strato. Altre componenti come il vetro ed il telaio sono invece facilmente recuperabili.

¹⁹ I dati sono tratti da T. Nakada, T. Yagioka, K. Horiguchi, J. Hirata, T. Kuraishi, T. Mise, *CIGS Thin Films Solar Cells on Flexible Foils*, in 24th "European Solar Energy Conference Proceedings", Hamburg 2009

²⁰ Per l'esattezza 25 anni per il clima dell'Europa Centrale e 15 anni per il clima dell'Europa del Sud.

Inoltre le tecniche di riciclaggio, sintetizzate nello schema riprodotto sotto²¹, presentano gradi di complessità (ad esempio l'alto numero di passaggi necessari e la grande varietà di procedimenti richiesti) ancora troppo elevati e processi troppo energivori per risultare convenienti sia da un punto di vista economico che ambientale.)

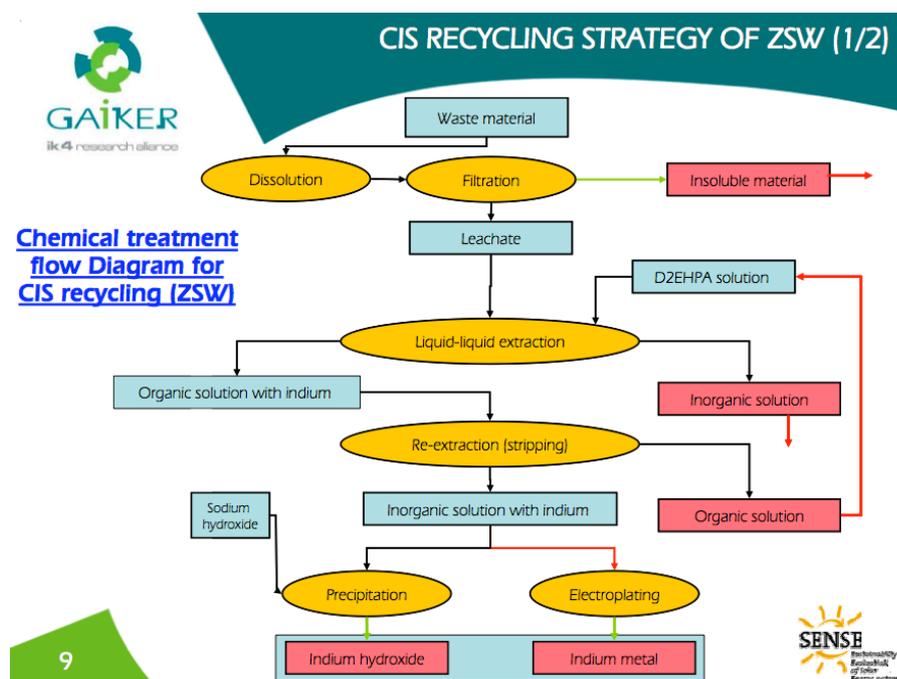


Figura 24 - Schema dei processi richiesti per il riciclaggio dei moduli in CIGS

Considerazioni di carattere economico

Molte delle nuove tecnologie a film sottile (e tra queste anche quella al diseleniuro di rame, gallio e indio) fanno uso di metalli rari come ad esempio l'indio.

Una recente analisi geologica condotta dall'United States Geological Survey (USGS)²² ha stimato che solo negli Stati Uniti si è registrato, negli ultimi anni, un sensibile incremento nell'utilizzo di indio, per l'esattezza del 15% nel 2005 e del 10% nel 2006. Considerando tali cifre, il fatto che la riserva mondiale di indio è stata stimata pari a circa 6000

²¹ L'immagine è tratta da uno studio sulla LCA delle celle CIGS effettuato nell'ambito del progetto Sense (Sustainable Evaluation of Solar Energy) disponibile sul sito www.sense-eu.net

²² Indium 2007 Mineral Commodities Summary (<http://minerals.usgs.gov/minerals/commodity/indium/indiumcs07.pdf>)

tonnellate e che l'attuale consumo di indio per lo sviluppo tecnologico è di circa 500 tonnellate l'anno, lo studio conclude con una previsione assolutamente preoccupante, e cioè che l'attuale riserva di indio permetterà la sua estrazione soltanto per altri 12-13 anni, dopodiché l'unica possibilità di produzione sarà quella del riciclo.

La scarsità dell'offerta e la crescita della domanda ha così portato, negli ultimi anni, ad un notevole aumento del prezzo del metallo, che nei prossimi anni si rifletterà inevitabilmente sul costo finale dei moduli in CISG.

Attualmente comunque la tecnologia al diseleniuro di rame, indio e gallio presenta un costo pari a 3,5 euro ed un *pay-back time* (tempo di ritorno dell'investimento) di 1,5 anni (il doppio rispetto alle celle DSC²³) per il clima del Sud Europa.

²³ Nonostante la più alta efficienza delle celle CISG, il dato è spiegabile, come si vedrà nel paragrafo dedicato alla tecnologia DSC, dal fatto che queste ultime presentano una stabilità maggiore ed hanno registrato un migliore tenuta dell'efficienza in condizioni di temperatura più elevate.

Applicazione in architettura

Il processo roll-to-roll consente di produrre pannelli fotovoltaici flessibili di qualsiasi forma e dimensione, andando così incontro alle esigenze peculiari richieste da qualsiasi tipo di progetto, anche per gli interventi di recupero in cui i vincoli formali sono più pressanti.

Allo stato attuale ancora non sono state sviluppate versioni colorate dei moduli che dunque si presentano con un aspetto grigiastro, ma in futuro dovrebbe essere possibile sviluppare una tecnologia che consenta di aggiungere coloranti all'inchiostro.

Anche se la tecnologia CIGS, rispetto a quella DSC, è ormai abbastanza consolidata, gli esempi di applicazione nell'architettura civile sono ancora piuttosto pochi: e ciò è dovuto al fatto che il mercato è ancora legato al fotovoltaico siliceo. Come avviene per le DSC (vedi il paragrafo 5.2.2.1) infatti, gli unici esempi di applicazione di moduli in CIGS in architettura (riportati come casi studio nelle pagine della tesi che seguono) sono sperimentazioni condotte dalle stesse aziende produttrici, e dunque rappresentano una sorta di progetto dimostrativo delle possibilità di integrazione dei moduli flessibili e delle loro prestazioni tecniche.

Sede della Würth Solar, Coira, Svizzera (2002)

L'edificio amministrativo della Würth Holding GmbH sorge in vicinanza del centro di Coira, in un quartiere degli anni 1960 caratterizzato da ampie aree verdi. Con il loro progetto, gli architetti hanno voluto rispettare il contesto insediativo preesistente e la definizione urbanistica dei lotti, organizzando planimetricamente e con le volumetrie un complesso edificato molto articolato e non legato alla linearità delle facciate e degli spigoli. Infatti oltre a non presentare nelle pareti esterne un parallelismo monotono, la costruzione mostra una differenziazione in alzata grazie ai solai che, ai vari piani, si mostrano talvolta rientranti, talvolta sporgenti, rispetto alla verticale primaria del piano terra.

Anche il tetto dell'atrio ha una particolarità che la differenzia dai normali tetti vetrati. Una griglia discontinua di finestre a sezione quadrata, coperte da vetrate leggermente inclinate, costituisce infatti la struttura frastagliata di questo tetto, sul quale - anche stavolta - il taglio dell'apertura nel solaio non è realizzata a piombo, ma segue un'inclinazione tale che consente alla luce di raggiungere anche le zone sottostanti più lontane.

La superficie utile lorda di 6.136 mq è distribuita su due piani interrati e tre piani sopra terra. 3.063 mq sono destinati ad uffici per 172 impiegati, sale di riunione e aule per corsi e conferenze. Nel piano terra si trova una mensa per gli impiegati, uno spazio espositivo di 400 mq e un auditorium con 200 posti.

L'edificio è una costruzione a telaio in cemento armato, i cui solai sono poggiati su travi precomprese gettate in opera. I pilastri della facciata sono stati prefabbricati e hanno una distanza di soli 1,40 metri. Gli elementi della facciata di vetro, alti un piano, sono dotati di vetri termici (trasmissione $U = 0,8 \text{ W/mqK}$) inseriti in telai metallici. Della stessa costruzione è anche la vetrata del piano terra.



Figura 25 - La facciata della sede Würth Solar

Dati tecnici:

Potenza complessiva impianto:
3,9 kWp
Tecnologia fotovoltaica; moduli CIGS

Dati del progetto:

Committente: Würth Solar
Architetti: D. Jüngling & A. Hagmann
Anno di realizzazione: 2002



Figura 26 - La pianta dell'edificio

I pochi elementi opachi della facciata possiedono un isolamento termico in lana di roccia ($U = 0,3 \text{ W/mqK}$).

Le ampie vetrate dell'edificio sono ombreggiate da grandi lamelle verticali di vetro speciale che consentono, anche quando ombreggiano la facciata, una sufficiente illuminazione degli uffici e la vista verso l'esterno. Il vetro speciale ha un valore del fattore solare inferiore al 12%. La schermatura parasole tiene il carico termico estivo dell'edificio su un livello relativamente basso, nonostante le ampie vetrate della facciata. Le lamelle ruotano su perni centrali, tutte nella stessa direzione, e sono regolate da un sistema automatico, ma non sono regolabili individualmente. Quando sono aperte formano con la facciata un angolo retto e consentono la libera vista verso l'esterno. Le lamelle sono composte da tre lastre di vetro tra le quali è inserita una pellicola olografica. Durante la notte, le lamelle sono chiuse e formano una specie di velo che impedisce all'osservatore esterno di vedere l'interno degli uffici.

Nel tetto dell'atrio sono state integrate 10 file di aperture, lunghe circa 12 metri, con complessivamente 105 vetrate attraverso le quali l'atrio riceve luce naturale dall'alto. La metà delle aperture è coperta da moduli fotovoltaici semi trasparenti, suddivisi in elementi con una larghezza di meno di un metro. I moduli fotovoltaici sono ovviamente del tipo CIGS, prodotti dalla stessa Wurth Solar. La potenza complessiva dell'impianto è di 3,9 kWp.



Figura 27 - Le aperture dell'atrio viste dall'interno



Figura 28 - L'alternanza di lucernai e pannelli fotovoltaici

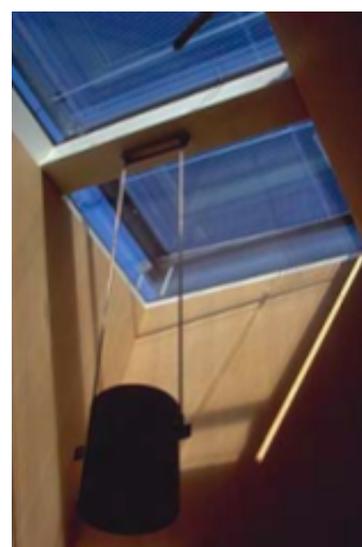


Figura 29 - I lucernai visti dall'interno

Dow Power House

La Dow Power House, completata il 7 ottobre 2009, presenta un'architettura semplice, non rilevante dal punto di vista progettuale, frutto dell'intenzione dell'azienda produttrice di pannelli fotovoltaici, Dow, di dimostrare le alte potenzialità offerte da una nuova tecnologia: la tegola fotovoltaica in CIGS.

Infatti è proprio quest'ultima a rappresentare il punto di forza e di interesse dell'edificio di un solo livello, poichè una zona del tetto inclinato è realizzata interamente con questa tecnologia.

I moduli sono stati progettati per essere integrati nelle coperture realizzate con tegole in asfalto (di cui mantengono il colore grigio scuro). La compagnia ha annunciato che la produzione per l'immissione nel mercato avrà inizio a metà del 2010 ed andrà a regime nel 2011, con un costo ridotto (anche se su tale aspetto la Dow non ha fornito ancora dati precisi).

L'applicazione dei moduli può avvenire contemporaneamente a quella delle tegole, in maniera facile e veloce; per quanto riguarda invece le prestazioni tecniche, l'unico dato al momento disponibile è quello dell'efficienza, che è pari al 10%.



Figura 30 - L'integrazione delle tegole fotovoltaiche nella Dow Power House



Figura 31 - Particolare delle tegole fotovoltaiche



2.2.2 Celle solari organiche

2.2.2.1 Tipologie, proprietà e prestazioni

A confronto con le celle solari basate sul silicio, le celle che impiegano semiconduttori organici sono meno costose e prodotte più facilmente, ed essendo inoltre leggere e flessibili possono essere rapidamente integrate in strutture preesistenti.

Una differenza significativa tra le celle inorganiche, tipo quelle al Si, e le celle organiche sta nel fatto che i semiconduttori organici sono amorfi e dunque il trasporto di carica è più difficile che nei cristalli.

Il vantaggio di questa tecnologia sta nella possibilità, tutta nuova, di sintetizzare sostanze organiche le cui proprietà consentono di modulare:

- l'intervallo di assorbimento;
- le proprietà di trasporto delle cariche;
- l'auto-assemblamento attraverso le tecniche della nanochimica.

Il campo delle celle solari organiche comprende tutti quei dispositivi la cui parte fotoattiva è basata sui composti organici del carbonio.

E' possibile effettuare una classificazione delle celle organiche in base alla natura della parte attiva, in particolare si distinguono 3 grandi famiglie:

- **Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC)**, la cui parte fotoelettricamente attiva è costituita da un pigmento, da ossido di titanio e da un elettrolita;
- **Totalmente organiche**, la cui parte fotoelettricamente attiva è totalmente organica o polimerica;
- **Ibride**, la cui parte fotoelettricamente attiva è costituita da un misto di elementi organici ed inorganici.

2.2.2.2 Cella a colorante DSSC

Le foglie sono minuscole fabbriche in cui la pianta, grazie all'azione della luce, converte l'anidride carbonica (CO₂) e l'acqua in ossigeno e carboidrati. Il processo, la fotosintesi, non è particolarmente efficiente: le foglie generalmente durano una sola stagione, ma sono efficaci nel condurlo nelle più svariate condizioni di illuminamento.

Dagli anni Settanta, sono stati fatti numerosi tentativi di creare celle solari fotoelettricamente basate sugli stessi principi della fotosintesi, ad esempio utilizzando la clorofilla (il colorante naturale delle foglie) per ricoprire uno strato di biossido di titanio. Ma l'efficienza della cella risultante non superava lo 0,01 % a causa dell'affinità degli elettroni con la clorofilla stessa. Poi, nel 1991 in Svizzera alcuni scienziati scoprirono una nanotecnologia in grado di risolvere il problema. Invece di usare un singolo cristallo di biossido di titanio come semiconduttore, misero a punto una "spugna" di nanoparticelle, ognuna del diametro di circa 20 nanometri (nm), ricoperta da uno strato estremamente sottile di pigmento. Così fu possibile aumentare in maniera significativa - di oltre 1000 volte - l'area effettiva per l'assorbimento della luce e l'efficienza della cella solare raggiunse valori attorno al 7 %.

Le celle organiche, ispirandosi al processo di fotosintesi clorofilliana, utilizzano una miscela di materiali, tra i quali un pigmento assorbe la radiazione solare e gli altri componenti estraggono la carica per produrre elettricità. La gamma di pigmenti che possono essere impiegati include quelli a base vegetale, derivati dai frutti di bosco, i polimeri e le molecole sintetizzate in modo da massimizzare l'assorbimento dello spettro solare.

I primi moduli DSSC sono stati commercializzati in Australia nel 2003 dalla società Dyesol²⁴, dopo aver ottenuto, a metà degli anni Novanta, una licenza da parte degli inventori e

²⁴ www.dyesol.com

sviluppando la tecnologia praticamente in tutti i suoi aspetti tecnici, inclusa l'ingegnerizzazione della produzione.

Attualmente altre due società, l'israeliana 3GSolar²⁵ e la svizzera Solaronix²⁶, sono entrate nel panorama produttivo delle DSSC.

In generale, queste celle sono caratterizzate dal peso ridotto, dalla flessibilità e dal basso costo di produzione; quest'ultimo è dovuto al fatto che la materia prima impiegata è quasi gratuita e alla possibilità di far uso dei processi *roll-to-roll* ad elevata efficienza.

²⁵ <http://3gsolar.com/>

²⁶ www.solaronix.com

Analisi del ciclo di vita

La riproduzione

Al fine di valutare gli impatti negativi che il processo di implementazione (input di risorse, acqua ed energia) e i fenomeni di emissione (output nocivi e rifiuti) che le fasi di riproduzione delle DSC ad antocianina creano, vengono di seguito considerate tutte le materie prime utilizzate ed il loro processo produttivo.

Vetro TCO (Transparent Conductive Oxide): Il vetro costituisce sicuramente il materiale più energivoro utilizzato nella composizione delle celle DSC (ma in generale di tutte le celle fotovoltaiche di ultima generazione, film sottili compresi). In particolare la tipologia di vetro utilizzato (come elettrodo frontale della cella) prevede, nella fase finale della produzione, la deposizione di un ossido trasparente conduttore (solitamente ossido di zinco):

Il processo produttivo prevede le seguenti fasi:

- **Composizione:** consiste nel dosaggio e nella miscelazione delle materie prime. I cassoni contenenti la miscela stazionano in magazzino in attesa dell'infornaggio.
- **Infornaggio:** operazione con cui si immette la miscela vetrificabile nel forno fusorio per la fondita. Avviene generalmente nel pomeriggio, una volta concluso il turno di lavorazione del vetro.
- **Fondita:** intervallo di circa 10-12 ore durante il quale la miscela vetrificabile fonde alla temperatura di circa 1400°, fino al raggiungimento dello stato di viscosità adatto alla lavorazione.
- **Lavorazione:** il vetro viene prelevato dal forno fusorio manualmente o con sistemi automatici e quindi lavorato per ottenere la lastra. La temperatura del vetro è intorno ai 1100°.

-

- **Tempera:** la lastra uscita dalla lavorazione viene introdotta in un forno di ricottura dove è sottoposta ad una nuova cottura a bassa temperatura e ad un successivo lento raffreddamento.
- **Deposizione:** la lastra viene ricoperta con un sottile strato di ossido di zinco, al fine di favorire la trasmissione dell'energia solare verso la parte fotoattiva contenuta all'interno del pannello fotovoltaico.

Vetro float: vetro semplice fabbricato con il sistema "a galleggiamento", in cui il vetro fuso è versato ad una estremità di un bagno di stagno fuso. Oggi quest'operazione è effettuata in atmosfera controllata. Il vetro galleggia sullo stagno e si spande lungo la superficie del bagno, formando una superficie liscia su entrambi i lati. Il vetro si raffredda e solidifica mentre scorre lungo il bagno, formando un nastro continuo. Il prodotto è poi "lucidato a fuoco", riscaldandolo nuovamente su entrambi i lati, e presenta così due superfici perfettamente parallele.

Pigmento fotoattivo (Dye N719): estratto dalla polpa dei frutti di bosco e poi disperso in una soluzione di alcol etilico, è una sostanza naturale, caratterizzata da assenza di emissioni nocive e assolutamente biodegradabile. La produzione è costituita da un'unica fase, la macinatura dei mirtilli, con livelli di consumo energetico bassissimi. Il materiale è rinnovabile, l'unica questione ambientale su cui porre l'attenzione è l'eventuale contributo alla deforestazione e dunque la necessità di provvedere, qualora il mercato delle DSC ad antocianina dovesse affermarsi su larga scala, alla creazione di piantagioni a gestione controllata (così come avviene con le foreste per la produzione di legno).

Iodolyte TG-50 e similari: è una soluzione elettrolitica, il cui ruolo fondamentale è quello di raggiungere ogni regione della cella e di chiudere il circuito elettrico interno della cella stessa, affinché la carica fotogenerata possa raggiungere in modo efficiente entrambi gli elettrodi in ogni punto della cella che viene colpito dalla luce solare.

TiO₂: Il biossido di titanio è un prodotto chimico inorganico derivato dai minerali dell'ilmenite e del rutilo. Il suo processo produttivo implica una fase di macinatura al fine di pervenire a sottili cristalli i quali vengono successivamente puliti, asciugati e trasformati in granuli. Le principali applicazioni del biossido di titanio si hanno nella produzione di pitture, rivestimenti, prodotti plastici e in produzioni specifiche quali inchiostri, laminati e fibre. E' una sostanza completamente biocompatibile, caratterizzata da assenza di emissioni nocive, anzi grazie alle sue capacità di "mangiare lo smog" è utilizzato in architettura in quanto è in grado di ridurre gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulle superfici esterne (facciate di edifici, strade etc.); inoltre ricopre la funzione di eccellente anti-batterico in campo medico (è utilizzato ad esempio nella composizione dei dentifrici). Unica controindicazione ambientale: la non rinnovabilità.

Amosil 4 e similari: si tratta di resine epossidiche utilizzate nella fase di sigillatura della cella. Pongono ovviamente problemi di emissioni tossiche (in particolare VOC)

La produzione per deposizione

La struttura base di una cella organica DSC si definisce come tipologia "a sandwich" ed è composta da:

- elettrodo conduttore trasparente (plastica o vetro);
- film sottile composto da nanoparticelle di biossido di titanio;
- una o più sottilissime pellicole, che contengono la sostanza organica fotoelettricamente attiva;
- soluzione elettrolitica;
- elettrodo conduttore trasparente (plastica o vetro).

La struttura a sandwich consente ad un materiale sensibile alla luce, racchiuso tra due contatti metallici, ai capi dei quali viene prodotta, alla opportuna tensione, la carica elettrica fotogenerata, di convertire l'energia elettromagnetica in elettricità.

1. Deposizione del biossido di titanio sul primo contatto

Il processo di produzione parte quindi dal primo di questi contatti. Occorre un substrato trasparente conduttore perché la luce possa arrivare all'interno della cella. Sul contatto deve essere depositato un film di biossido di titanio (TiO_2). Per ottimizzare il funzionamento della cella, il film va depositato sottoforma di microscopiche particelle che occorre disperdere accuratamente. Il modo migliore per farlo, è quello di disperderle in una soluzione con alcool etilico al fine di ottenere una pasta semiliquida che può essere deposta facilmente ed in modo uniforme sul substrato trasparente. (Fig. -)

Il film di biossido di titanio viene depositato sull'elettrodo conduttore trasparente (plastica o vetro) a formare uno strato uniforme spesso all'incirca $50 \mu\text{m}$. La deposizione avviene secondo tecniche simili alla serigrafia e deve essere uniforme per permettere la distribuzione del materiale e l'interazione dello strato attivo con gli elettrodi

Le fasi della produzione



Figura 32 - Preparazione del biossido di titanio



Figura 33 - Deposizione del biossido

nel modo più regolare possibile e su tutta la superficie della cella. La soluzione viene dispersa all'interno della maschera della serigrafia per poi essere spalmata con un supporto rigido che la distribuisca uniformemente su tutta la superficie della cella.

2. Stabilizzazione termica

Il film di nanoparticelle appena depositato deve essere stabilizzato termicamente: l'alcool deve evaporare ed il film deve divenire abbastanza resistente da non essere dissolto durante le successive fasi produttive. La stabilizzazione avviene tramite cottura in un forno a 200° per mezz'ora. A questo punto la prima parte della cella è pronta.



Figura 34 - Stabilizzazione termica

3. Preparazione del pigmento fotoattivo

Occorre adesso pensare alla struttura interna del "sandwich". All'interno della cella deve trovarsi il materiale fotosensibile. I materiali più adatti sono pigmenti o coloranti in grado di assorbire la luce solare nel modo più efficiente possibile. E' possibile utilizzare pigmenti di varia natura, ma uno dei più facili da estrarre proviene dai frutti di bosco, in particolare il mirtillo. Il pigmento che viene estratto si chiama antocianina. La polpa dei frutti di bosco viene miscelata con alcool etilico e poi pestata in un mortaio per estrarre il pigmento fotoattivo.



Figura 35 - Preparazione del pigmento

4. Filtraggio

Il composto viene poi filtrato secondo step graduali, in quanto occorre utilizzare filtri aventi una grana via via sempre più fine per eliminare totalmente ogni residuo di polpa. E' ora l'alcool ad essere impregnato e a contenere l'antocianina.



Figura 36 - Filtraggio

5. Deposizione del pigmento fotoattivo

Il colorante colpito dalla luce solare deve cedere l'energia acquisita sottoforma di carica elettrica. Per essere raccolta in modo efficiente, il colorante deve essere in intimo contatto con il biossido di titanio. La presenza di nanoparticelle rende la superficie di contatto enormemente più grande della semplice area di deposizione ed in questo modo la carica elettrica che può essere raccolta aumenta considerevolmente.

La cella solare stabilizzata viene, quindi, impregnata con il pigmento fotoattivo immergendola per alcuni minuti nella soluzione filtrata.

6. Assemblaggio del secondo elettrodo

La cella deve essere assemblata inserendo uno spessore opportuno, di pochi millesimi di millimetro, tra i due contatti. Occorre creare una struttura che separi i due elettrodi per impedire che si formino dei corti circuiti interni alla cella stessa.

Si procede quindi completando la struttura esterna della cella applicando sull'altro lato un ulteriore elettrodo conduttore, trasparente anch'esso, affinché la luce possa arrivare all'interno della cella in ogni direzione di illuminazione. Il materiale utilizzato deve facilitare l'estrazione della carica elettrica fotogenerata alla giusta tensione e non può essere dunque della stessa natura del primo elettrodo.

7. Sigillatura

Uno dei passi finali per assemblare la cella richiede di sigillare tutti i microscopici interstizi che potrebbero fare entrare l'aria dall'esterno. L'esposizione del colorante all'aria sarebbe infatti fatale per il funzionamento della cella stessa e per il suo tempo di vita. Per incollare e sigillare la cella si possono usare vari tipi di adesivi ed incollanti. Comunemente viene utilizzata una resina



Figura 37 - Deposizione del pigmento



Figura 38 - Posa del secondo elettrodo



Figura 39 - Prima sigillatura

Il microscopico interstizio che rimane tra i due contatti deve essere riempito da una soluzione elettrolitica, ossia da un sale disperso in soluzione. Quando questo viene immesso, si rimuove l'aria residua all'interno della cella, ma il ruolo fondamentale dell'elettrolita è di raggiungere ogni regione della cella e di chiudere il circuito elettrico interno della cella stessa, affinché la carica fotogenerata possa raggiungere in modo efficiente entrambi gli elettrodi in ogni punto della cella che viene colpito dalla luce solare.

La carica elettrica fotogenerata può finalmente muoversi all'interno della cella per permettere il funzionamento della cella solare come una vera e propria batteria caricata dal Sole.

E' necessario, a questo punto, effettuare una seconda sigillatura, più accurata, per rendere la cella totalmente impermeabile all'aria che avrebbe altrimenti effetti deleteri sul pigmento, compromettendo prestazioni e durata della cella solare.

La cella solare è ora pronta per essere utilizzata in combinazione con altre a formare un vero e proprio pannello fotovoltaico.

In conclusione è possibile affermare che, in fase di produzione, gli input in termini di consumi materiali sono ridotti al minimo, grazie al fatto che il processo richiede l'impiego di piccole quantità di materia prima, e sono in larga parte caratterizzati dall'utilizzo di materiali ecosostenibili (in particolare altamente biodegradabili e rinnovabili).

In termini di consumi energetici, le tecniche di produzione più avanzate presentano la possibilità di utilizzare la stampa a freddo (screen printing), con una drastica riduzione dei consumi energetici

Per ciò che riguarda gli output, se consideriamo le emissioni



Figura 40 - Iniezione della soluzione elettrolitica



Figura 41 - Seconda sigillatura

nocive emesse, queste sono causate esclusivamente dalla stabilizzazione termica (con una minima percentuale di Voc, gas serra, fosfati, etilene emessi), mentre le altre fasi di produzione ne sono quasi completamente prive.

La produzione per stampa (screen printing)

1. Preparazione della lastra

Una sottilissima lastra di materiale flessibile viene ricoperta con un'emulsione fotosensibile e viene poi tesa all'interno di una cornice.

2. Incisione degli elettrodi

I contatti sono incisi direttamente sulla superficie della lastra attraverso un fascio di raggi ultravioletti che colpiscono l'emulsione, attivandola, sono nelle zone prescelte.

3. Stampa

Un getto di inchiostro viene riversato sulla lastra e viene forzato a riempire le zone incise nella seconda fase. L'inchiostro può essere di qualsiasi colore, a seconda del pigmento che viene utilizzato, consentendo così la produzione di pannelli con varie sfumature cromatiche.

4. Asciugatura

L'ultima fase è quella dell'asciugatura che avviene lasciando le lastre stampate per alcune ore in una struttura chiusa ad una temperatura di circa 40-50°.

L'uso

La valutazione degli output nella fase d'uso per le celle DSC coincide con quanto detto per le celle CISG (vedi), dal momento che le emissioni rumorose o nocive sono determinate non tanto dai pannelli, quanto dalle altre componenti del sistema, in particolare inverter e batteria.

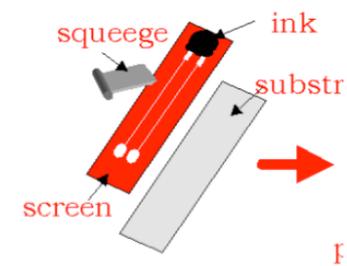


Figura 42 - Preparazione della lastra e incisione degli elettrodi

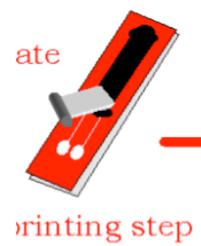


Figura 43 - Stampa

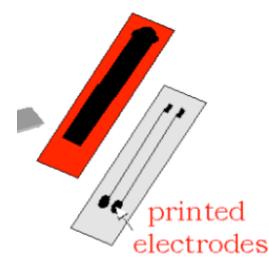


Figura 44 - Asciugatura e assemblaggio

La gestione

Alcune caratteristiche del pannello fotovoltaico determinano, in fase gestionale, il grado di affidabilità ed efficienza del sistema.

In particolare i dati salienti ed i loro valori per una cella DSC sono²⁷:

- efficienza→: 8%
- fill factor→: 64,3 %
- tensione di circuito aperto→: 0,7 V
- tensione di corto circuito→: 15,3 A/cm²
- vita utile→: 20 anni²⁸
- stabilità→: 5000 ore²⁹

La dismissione

Data la relativa novità delle celle DSC, di cui esistono limitate applicazioni operative in architettura, non esistono attualmente studi per quanto riguarda la dismissione dei pannelli. Dal momento, però, che, come visto, le celle risultano composte da materiali perlopiù naturali ed innocui, di certo non si pongono problemi relativi al rilascio di agenti tossici e dannosi per la salute umana.

Anche la totale assenza di silicio, che finora ha costituito il principale problema nello smaltimento dei pannelli fotovoltaici di prima generazione, costituisce un sicuro vantaggio che, del resto, le celle DSC condividono con quelle CIGS.

Resta sulla carta il problema della tecnologia di separazione dell'elettrodo utilizzato, il vetro, dal principio fotoattivo che in fase produttiva vi viene depositato. Ma tale assunto

²⁷ I dati sono tratti da J. Desilvestro, K. Brooks, P.Murray, S. Tulloch e G. Tulloch, *Dye Solar Cells for the Market Place*, in 24th "European Solar Energy Conferente Proceedings", Hamburg 2009

²⁸ Per l'esattezza 20 anni per il clima dell'Europa Centrale e 13 anni per il clima dell'Europa del Sud.

²⁹ Il dato è calcolato ad una temperatura di 55-60°C, il che corrisponde a 10 anni per l'Europa Centrale.

sembra non rappresentare un problema insormontabile e le aziende produttrici stanno già cercando una soluzione.

Considerazioni di carattere economico

La tecnologia DSC non vede la sua efficienza diminuita da impurezze presenti nei materiali impiegati. Conseguentemente i costi della materia prima e del relativo processamento sono bassi in quanto si può evitare di produrre l'alto vuoto, necessario invece per i pannelli che utilizzano silicio come semiconduttore. Inoltre le basse temperature richieste per un funzionamento soddisfacente e la possibilità di far uso di processi continui ad alta efficienza, come la stampa a rullo (*roll-to-roll*), rende la tecnologia DSC quella a più basso costo tra tutte le nuove tecnologie fotovoltaiche, con un costo attuale pari a 2,5 euro (con la prospettiva di abbassarlo fino ad 1,60 euro per effetto della crescita della domanda) ed un *pay-back time* (tempo di ritorno dell'investimento) di 0,8 anni per il clima del Sud Europa.

Applicazione in Architettura

Oltre al basso costo e alla facilità di produzione, i vantaggi caratteristici delle celle DSC rispetto alla maggior parte delle tecnologie fotovoltaiche risiedono nella loro versatilità di applicazione.

I pannelli, infatti, sono trasparenti, rendendo così possibile il loro utilizzo anche nella progettazione di finestre o facciate vetrate esposte sia verso l'esterno che in ambienti interni (grazie alla capacità delle celle di trasformare in energia elettrica anche la radiazione diffusa e la luce artificiale). Inoltre il processo di produzione consente di miscelare al pigmento fotoattivo coloranti di origine naturale, ottenendo pannelli finali in colori diversi per qualsiasi esigenza di integrazione cromatica.

Per questo, la tecnologia DSSC si presenta come un valido strumento per i progettisti ai fini di un'equilibrata integrazione architettonica del fotovoltaico negli edifici.

Dal momento che la ricerca ha offerto solo di recente adeguati livelli di stabilità ed efficienza, non sono molti gli esempi di edifici in cui tale tecnologia è stata impiegata.

Nelle pagine seguenti vengono esposti gli unici due edifici realizzati fino ad oggi che presentano un sistema fotovoltaico a celle DSSC: la sede della Schott Solar a Barcellona ed il padiglione della Toyota costruito per l'Expo del 2005 ad Aichi, Giappone. Non è un caso che si tratti di due edifici molto particolari, su cui è stato possibile condurre la sperimentazione: il primo infatti è la sede spagnola di un'azienda produttrice di vetri fotovoltaici mentre il secondo è un padiglione espositivo.

Edificio della Schott Iberica, Barcellona (2005)

Sede spagnola dell'azienda Schott, progettato dall'architetto Torsten Masseck, questo edificio presenta un'interessante facciata vetrata composta da 27 moduli fotovoltaici a celle DSSC, caratterizzati anche da buone prestazioni isolanti.

La combinazione di moduli fotovoltaici, nella sezione superiore della facciata e di elementi in vetro isolante colorato con serigrafia nella parte inferiore, è il risultato di uno studio delle condizioni di esposizione al sole della facciata orientata a sud-ovest. Il disegno selezionato per la serigrafia unisce proprietà di protezione dal sole a interessanti effetti di luce e ombra all'interno dell'edificio. Le aperture nella facciata consentono un'aerazione naturale sfruttando l'effetto camino.

I singoli elementi e l'intero sistema della facciata, così come l'area del foyer, sono stati ottimizzati per quanto riguarda la protezione dal sole, la ventilazione naturale e la funzionalità. A tal fine sono state eseguite simulazioni termiche e misurazione della temperatura relative all'edificio. Il fabbisogno energetico complessivo per riscaldamento e raffreddamento dell'edificio è stato ridotto dell'8% grazie alla nuova facciata e i precedenti problemi di surriscaldamento estivo devono essere risolti. Ogni anno vengono prodotti circa 1,43 MWh di energia solare da immettere nella rete elettrica. In totale si evita così l'emissione di circa 5,6 t di CO₂ all'anno. Un accompagnamento e un monitoraggio a lungo termine da parte del CISol garantiscono il controllo dei risultati scientifici del progetto.

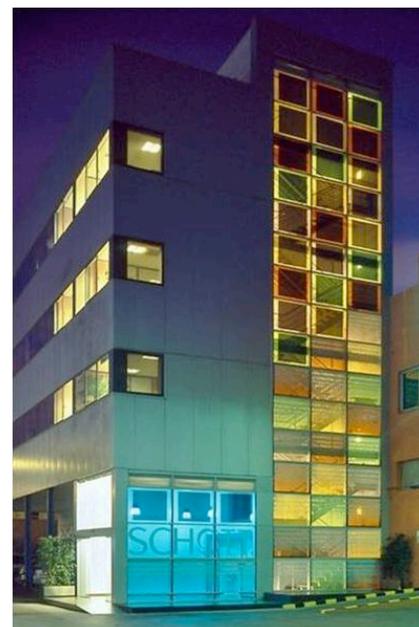


Figura 45 - La facciata fotovoltaica dell'edificio



Figura 46 - Particolare della facciata vista dall'interno

Dati tecnici:

Facciata fotovoltaica con 27 moduli
Potenza nominale dei moduli: 50 Wp
Potenza installata: 1,35 kWp
Produzione annuale: 1,43 MWh
Risparmio energetico: 8 MWh/anno
Riduzione delle emissioni di CO₂: circa 5,6 t/anno

Dati del progetto:

Committente: SCHOTT Ibérica SA
Architetto: Torsten Masseck
Anno di realizzazione: 2005

Toyota Dream House, Expo 2005, Aichi Giappone³⁰

Il Padiglione Toyota è stato realizzato con materiali riciclabili e con un metodo di giunti forati che minimizzano l'uso di saldature facilitandone la smontabilità e il riuso.

E' inoltre a emissione zero: l'energia necessaria al funzionamento dell'edificio è prodotta da un sistema fotovoltaico misto, costituito da alcuni moduli DSSC trasparenti integrati nelle finestre e da altri in silicio amorfo semitrasparenti.

Nelle giornate di pieno sole le finestre fotovoltaiche presentano un aspetto paragonabile ad una superficie di marmo dalle venature violacee, mentre durante i giorni nuvolosi riflettono il paesaggio circostante.

L'elemento interessante di questa sperimentazione risiede nell'aver constatato che i moduli DSSC (che qui presentano un'efficienza solo di circa il 5%) hanno mostrato, durante una lunga campagna di monitoraggio, un'efficienza migliore di quella che di solito offre la tecnologia consolidata del film sottile.

Il confronto reale tra i due sistemi, infatti, ha mostrato che le celle DSSC hanno rendimenti migliori sia nei mesi caldi che nei mesi freddi, con una differenza di prestazione ancora maggiore a temperature elevate, in quanto l'efficienza delle DSSC aumenta con la temperatura. Inoltre i moduli organici hanno presentato una crescita più rapida nella generazione di energia elettrica durante le prime ore del mattino ed una decrescita più lenta nelle ultime ore del pomeriggio, prima del tramonto.



Figura 47 - La facciata della Toyota Dream House



Figura 48 - Particolare dei pannelli integrati

³⁰ K. Higuchi, N. Kato, *Development of Dye-sensitized Solar Modules for Artistic Design*, in "R&D Review of Toyota CRDL, Vol. 41 No .1

Capitolo 3 - Gli strumenti per la valutazione della sostenibilità dei prodotti edilizi

3.1 Definizione e classificazione

Vengono considerati quali metodi di valutazione ambientale dei prodotti edilizi tutti quegli strumenti, informatici e non, finalizzati all'analisi, al confronto e/o al miglioramento, delle prestazioni energetiche ed ambientali di un generico prodotto, durante una o più fasi del suo ciclo di vita.

Il Design for Environment (Dfe) della Manchester Metropolitan University ha sviluppato uno dei metodi più completi di classificazione per categorie di strumenti, informatici e non, orientati allo sviluppo di prodotti e processi a basso impatto ambientale e alla riduzione nel consumo di risorse non rinnovabili, suddivisi nelle seguenti categorie:

- **Analysis Tools**, strumenti di valutazione qualitativa e/o quantitativa degli impatti ambientali, di processi e materiali, sviluppati secondo la metodologia LCA;

- **Indexing Methods**, strumenti dedicati ad approfondire temi direttamente relazionabili alla biocompatibilità di materiali ed elementi tecnici durante una o più fasi del loro ciclo di vita;

- **Focused Analysis Tools**, strumenti di valutazione dell'ecosostenibilità di processi e materiali, sviluppati secondo metodologie non direttamente riconducibili alla LCA;

- **Improvement Tools**, strumenti in grado di mettere insieme, secondo un unico metodo di valutazione, un Analysis Tools e un Focused Analysis Tools. Si tratta perlopiù di strumenti informatici, considerata la complessità di informazioni che devono essere in grado di gestire.

Volendo operare un'opportuna semplificazione, possiamo affermare che, ad oggi, i metodi di valutazione ambientale

dei prodotti edilizi più diffusi possono essere distinti in tre grandi famiglie:

- Metodi basati sulla LCA
- Metodi multicriteria
- Metodi ad indicatori sintetici

Nei prossimi paragrafi si descrivono per grandi linee, le caratteristiche di ciascuna di queste famiglie e per ognuna di esse si indicano alcuni dei più diffusi metodi di valutazione. Di ciascun metodo sono anche evidenziate le principali caratteristiche, i vantaggi e i limiti nell'utilizzo, e vengono elaborate una serie di schede per la lettura critica.

Alcuni strumenti di valutazione, atti a fornire informazioni in merito alle prestazioni energetiche ed ambientali di un prodotto edilizio o di un elemento tecnico, selezionati nell'ambito della presente ricerca, sono:

- EDIP 2003
- Ecoindicator '99
- EPS 2000
- Bees 4.0
- Ecolabel
- Der Blaue Engel
- Nordic Swan
- NaturePlus
- ANAB/ICEA
- MAIA
- EPD

Gli strumenti analizzati in questo capitolo fanno riferimento ai seguenti criteri di scelta:

- *possono essere applicati nell'ambito edilizio;*
- *si basano in maniera diretta o indiretta sull'analisi del ciclo di vita di un prodotto (LCA);*
- *utilizzano metodologie differenti;*
- *sono sviluppati prevalentemente in ambito europeo, con la sola eccezione di Bees 4.0 (USA);*
- *sono di ampia diffusione e popolarità.*

3.2 Metodi basati sulla LCA

A questa categoria appartengono tutti quei metodi di valutazione, perlopiù quantitativi, degli impatti ambientali, dei processi e dei materiali, sviluppati secondo la metodologia Life Cycle Assessment. Vista la complessità della LCA, tali strumenti possono essere utilizzati solo da esperti della metodologia e, solo successivamente, i risultati ottenuti possono essere interpretati e resi disponibili ai progettisti. Esistono metodi in grado di effettuare esclusivamente un'analisi d'inventario (Athena Model, Bousted Model, etc.) oppure la classificazione e la valutazione degli impatti ambientali, o ancora metodi pensati per poter effettuare una LCA dall'inizio alla fine (Ecoindicators '99).

3.2.1 EDIP 2003

Il metodo Edip (Wenzel H. et al., 1997), nato nel 1997 e aggiornato nel 2003, comprende le seguenti generali categorie di danno:

- impatto ambientale
- consumo delle risorse
- impatto nell'ambiente di lavoro

Queste tre categorie hanno tra loro lo stesso peso. Gli impatti interni a queste categorie principali sono ulteriormente divisi a secondo della loro estensione geografica in: impatto globale, impatto regionale e impatto locale. Questa suddivisione è significativa per la parte finale della valutazione, dove i contributi alle varie categorie di impatto sono normalizzati e pesati, questo perché il carattere e le modalità d'azione differiscono a seconda delle differenti estensioni geografiche. Il consumo delle risorse non rinnovabili è evidentemente un impatto globale; l'impatto ambientale al contrario può essere globale, regionale o locale; mentre il consumo delle risorse rinnovabili e l'impatto sull'ambiente di lavoro sono locali o in alcuni casi regionali.

3.2.2 Eco-indicators '99

L'Eco-indicators' 99 è una metodologia sviluppata dalla Pré (Product Ecology Consultants) per conto del Ministero dell'Ambiente olandese.

Costituisce un potente strumento per i progettisti utile ad aggregare i risultati di un LCA in unità o numeri facilmente comprensibili ed utilizzabili (Eco-indicatori).

In generale il risultato di uno studio di LCA è rappresentato da una serie di valori numerici rappresentanti tutti gli effetti ambientali causati dal prodotto in oggetto. Questo risultato non è facilmente interpretabile e gestibile soprattutto se si tratta di determinare, tra due prodotti, quale di questi abbia un impatto ambientale minore o maggiore. L'Eco-indicators supera questa difficoltà "semplificando" lo studio della LCA. I risultati emersi dalla fase di classificazione, vengono "pesati" sulla base dei principali effetti provocati nell'ecosistema.

Successivamente questi valori vengono "normalizzati" sulla base di un valore medio e moltiplicati per dei fattori di riduzione. La somma dei risultati ottenuti rappresenta l'Eco-indicator di un materiale o processo. In questo modo è possibile avere, per esempio, un indicatore per la produzione di un kg di Polipropilene, uno per l'estrusione di un kg di Alluminio e uno per l'incenerimento dei materiali termoplastici. Partendo da una classificazione per materiali della lavabiancheria, si tratta di individuare per ciascun materiale e processo produttivo il corrispondente Eco-indicator. Una volta conosciuto il peso del componente ed il rispettivo Eco-indicator, attraverso la loro moltiplicazione, si ottiene il valore di impatto finale.

Vengono valutati esclusivamente tre categorie di danno ambientale:

- Human Health (Salute umana)
- Ecosystem Quality (Qualità dell'ecosistema)
- Resources (Sfruttamento delle risorse)

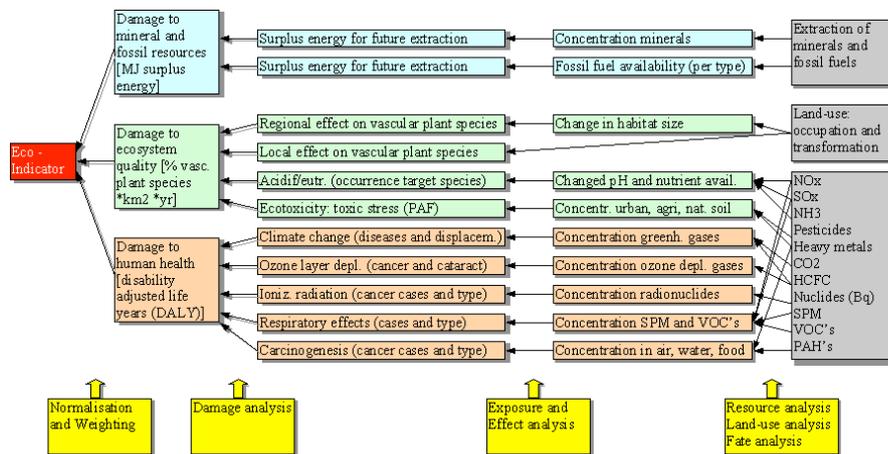


Figura 49 - La struttura del metodo Eco-Indicators '99

Il metodo Eco-indicator si avvale di un software, il SimaPro, sviluppato dalla stessa Prè Consultant ed ormai arrivato alla versione 7.0. E' un prodotto informatico complesso, che contiene al suo interno diversi database (Prè standard, Buwal 250 e Ivam), che comprendono le diverse categorie necessarie alla descrizione di un ciclo di vita; si trovano infatti dettagliatamente classificati e descritti all'interno di ciascuna banca dati: materiali, processi, e energia e sistemi di trasporto, metodi di smaltimento e trattamento dei rifiuti. Il SimaPro è un software aperto nel senso che le banche dati di cui dispone possono essere in qualsiasi momento corrette e integrate in maniera flessibile, fornendo la possibilità di creare nuovi processi o materiali, oppure di modificare quelli esistenti, adattandosi alle necessità del caso studiato.

3.2.3 EPS 2000

Il sistema Eps (CPM, 1999) contiene quattro categorie di danno (damage category):

- Human Health (Salute umana);
- Ecosystem Production Capacity (Capacità dell'ecosistema);
- Abiotic Stock Resource (Risorse abiotiche);
- Biodiversity (Biodiversità)

In ogni categoria di danno sono comprese una o più categorie d'impatto (impact category), ciascuna univocamente determinata da una propria unità di misura.

Nel metodo EPS 2000 i fattori peso rappresentano la “buona volontà di pagare” (willingness to pay - WTP) per evitare qualsiasi cambiamento che possa comportare un peggioramento delle condizioni ambientali e della salute umana. Se i fattori peso nascono a partire da una valutazione di carattere economico e da una quantificazione monetaria, così come l’unità di misura stessa, l’EUR, sta ad indicare, la successiva trasformazione comporta tanto il mantenimento del valore numerico precedentemente calcolato, quanto la sostituzione dell’unità di misura, con il passaggio da EUR a ELU (Environmental Load Unit).

3.2.4 BEES 4.0

Il BEES 4.0 è l’ultima versione di un software sviluppato dall’istituto americano NIST (National Institute of Standards and Technology) nel maggio del 2007.

Il BEES 4.0 (Building for Environmental and Economic Sustainability) a differenza degli altri metodi finora analizzati valuta contemporaneamente le prestazioni ambientali (tramite LCA) e quelle economiche (tramite LCC) dei principali prodotti da costruzione, il tutto attraverso un’interfaccia semplificata che nasconde però una grande banca dati contenente informazioni (input, output e costi) su oltre 300 tra materiali e processi.

Attraverso il software l’utente può visualizzare gli impatti ambientali di un prodotto ad ogni stadio del suo ciclo di vita: l’estrazione delle materie prime, la produzione, il trasporto, l’installazione, l’uso e la dismissione.

Per ciascuna di queste fasi, sono considerate 12 categorie di impatto:

- riscaldamento globale;
- acidificazione;
- eutrofizzazione;
- esaurimento delle risorse fossili;

- qualità dell'aria interna;
- alterazione dell'habitat;
- salute umana;
- tossicità ecologica;
- assottigliamento della fascia d'ozono;
- smog
- inquinamento dell'aria;
- consumo d'acqua.

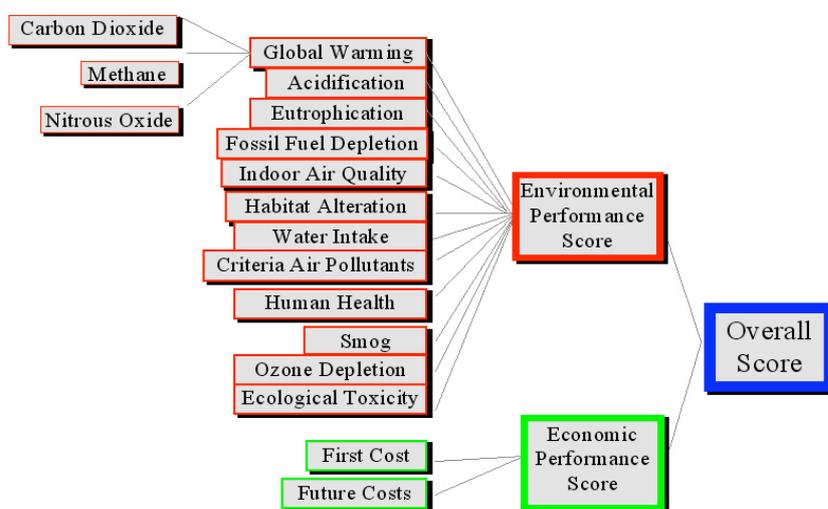


Figura 50 - La struttura del metodo Bees 4.0

L'utente può valutare gli impatti ambientali considerando gli effetti sia sul breve-medio che sul lungo periodo.

In maniera del tutto simile le prestazioni economiche del prodotto, in termini di costi, sono valutabili separatamente per varie fasi: investimento iniziale, operazioni di sostituzione, operazioni di manutenzione e di riparazione, dismissione (non è invece considerato il costo di esercizio).

Prestazioni ambientali ed economiche sono poi combinate attraverso un algoritmo, che segue lo standard ASTM per la Multi-Attribute Decision Analysis e che ovviamente il software calcola in maniera automatica, in un unico punteggio finale.

3.3 Metodi multicriteria

La complessità della progettazione sostenibile, data sia dai numerosi fattori che vanno tenuti in considerazione (risparmio energetico e materiale, emissioni di inquinanti e di rifiuti nell'ambiente, prestazioni tecniche, incidenza sul paesaggio, etc.) e dalle loro intricate relazioni sia dal numero pressoché infinito di strategie progettuali grazie le quali è possibile raggiungere il medesimo obiettivo, ha fatto crescere sempre più nei progettisti l'esigenza di avere da un lato linee guida progettuali chiare ed esaustive e dall'altro strumenti immediati con i quali verificare l'effettiva sostenibilità di determinati prodotti da costruzione in modo da poter effettuare, per ogni categoria, una scelta consapevole.

La stessa richiesta si è poi registrata anche da parte delle aziende le quali chiedevano uno strumento di validità scientifica attraverso il quale certificare la sostenibilità dei propri prodotti.

Con la pubblicazione, a partire dal 1993, della serie ISO 14020, che norma le etichette ecologiche, si registra un gran fiorire di metodi di valutazione ambientale dei prodotti industriale basati su sistemi multicriteria, il cui output finale è molto spesso appunto un'etichetta di qualità che sia possibile poi apporre, come un vero e proprio marchio, ai prodotti che abbiano ottenuto un punteggio superiore ad una soglia minima prefissata.

Tali strumenti si sviluppano attraverso l'elaborazione di una lista di requisiti rispetto ai quali viene definita la prestazione attesa, verificabile tramite una serie di indicatori. Tale struttura pur consentendo di utilizzare i requisiti stabiliti come parametri di verifica e valutazione del prodotto finito, risulta tuttavia abbastanza flessibile da permettere l'utilizzo degli stessi requisiti come criteri di riferimento per la progettazione e quindi strumento di supporto e aiuto ai progettisti.

I metodi multicriteria si distinguono poi in due categorie, a seconda se il valore di prestazione, definito per ogni indicatore, venga espresso attraverso il raggiungimento obbligatorio di una soglia minima irrinunciabile oppure attraverso un punteggio definito da una scala di prestazione. Nel primo caso parliamo di sistemi a checklist obbligatoria, nel secondo di sistemi a punteggio.

Nei **sistemi a checklist obbligatoria**, la verifica della sostenibilità può portare esclusivamente a due opzioni: il prodotto considerato soddisfa tutti i requisiti minimi della checklist e dunque può essere etichettato. E' chiaro che in tal caso non è assolutamente possibile, volendo effettuare una comparazione tra due o più prodotti, stabilire quali di essi raggiunga un più alto grado di sostenibilità, in quanto il verdetto finale è appunto del tipo si/no.

Nei **sistemi a punteggio**, invece, non viene definita alcuna soglia minima da rispettare, ma semplicemente per ogni indicatore il prodotto totalizzerà un voto, più o meno alto, in relazione alla scala di riferimento assunta. I punteggi ottenuti ad ogni indicatore e poi pesati a seconda dell'importanza di ciascun requisito, consentono di ottenere, come risultato finale della valutazione, un unico numero compreso in un definito intervallo, grazie al quale il grado di sostenibilità ambientale di un singolo prodotto, o di più prodotti simili comparati tra loro, risulta immediatamente comprensibile da parte anche di persone non esperte di sostenibilità e/o valutazione.

Affinché questo sia possibile, però, è necessario che il sistema converta tutte le differenti unità di misura che caratterizzano indicatori pensati per misurare effetti di natura molto diversa (ad esempio gli impatti ambientali, le prestazioni tecniche e il livello di benessere microclimatico interno) in numeri sommabili tra loro. A questo scopo per ogni indicatore viene elaborata una scala di prestazione che converte l'unità di misura specifica di ogni indicatore in una scala di valori numerici universali. Infine l'operazione di

weighting (pesatura) consente di attribuire ad ogni indicatore/requisito la giusta rilevanza all'interno dell'intero sistema di valutazione.

Tale semplificazione, ovviamente più o meno spinta a secondo dei vari metodi di valutazione elaborati, costituisce ad un tempo il vantaggio e lo svantaggio dei metodi multicriteria.

Il vantaggio consiste nel ridurre a sistema semplice un'insieme di interrelazioni alquanto complesse, ottenendo quindi una lettura finale della sostenibilità della produzione industriale per edilizia del tutto trasparente e quanto più possibile comprensibile per tutte le figure professionali coinvolte nel processo edilizio, nonché la possibilità di poter comparare in maniera immediata prodotti simili tra loro.

Allo stesso tempo, proprio tale semplificazione potrebbe portare, se i passaggi del metodo non sono accuratamente controllati e testati, ad una distorsione del comportamento reale con il rischio di restituire un risultato finale poco attendibile.

Questo però non impedisce di cogliere come l'utilità di un metodo multicriteria risieda nella possibilità di avere uno strumento di valutazione semplificato, di agile compilazione, e il cui output costituisca un importante mezzo di informazione ambientale che permetta agli operatori di settore di orientarsi nella giungla dei prodotti edili che sempre più oggi sbandierano un non meglio identificato (e verificato) comportamento *environmental friendly*.

In particolare, tali metodi consentono anche a progettisti a digiuno di progettazione ambientale di orientare in maniera consapevole le loro scelte progettuali riguardanti materiali ed elementi tecnici.

3.3.1 Ecolabel

Ecolabel (definito dal Regolamento CE n. 1980/2000) è il marchio europeo di qualità ecologica che premia i prodotti e



Figura 51 - Il logo dell'etichetta ambientale Ecolabel

i servizi migliori dal punto di vista ambientale, che possono così diversificarsi dai concorrenti presenti sul mercato, mantenendo comunque elevati standard prestazionali. Infatti, l'etichetta attesta che il prodotto o il servizio ha un ridotto impatto ambientale nel suo intero ciclo di vita.

L'uso dell'etichetta Ecolabel viene concesso, in Italia, dal Comitato Ecolabel-Ecoaudit - Sezione Ecolabel Italia.

Può presentare domanda chi produce o commercializza per la prima volta in Italia un prodotto rientrante in un gruppo per il quale sono stati stabiliti i criteri ecologici dalla Commissione europea con apposita decisione. In ogni caso non può essere concesso l'uso dell'etichetta a prodotti alimentari, farmaceutici, bevande, sostanze e preparati pericolosi, o fabbricati con processi che possono nuocere all'uomo o all'ambiente.

La concessione dell'etichetta passa attraverso la valutazione delle proprietà ecologiche generali del prodotto e la verifica della rispondenza ai criteri previsti, la delibera dell'Organismo Competente, che viene notificata alla Commissione europea, e la stipula di un contratto sulle condizioni d'uso.

L'etichetta è assegnata per un periodo di produzione determinato che non può comunque superare il periodo di validità dei criteri (tre anni), salvo proroga dei criteri stessi.

I prodotti ad oggi certificati con il marchio Ecolabel rientrano in 12 categorie:

- Prodotti tessili
- Ammendanti
- Calzature
- Carta per copia
- Frigoriferi
- Lampade elettriche
- Lavastoviglie
- Lavatrici
- Materassi
- Pc e Laptop

- Prodotti vernicianti

- Tessuto e carta

Come è possibile notare solo una categoria di prodotti edilizi (le vernici) è finora presa in considerazione dal marchio Ecolabel.

Le pitture e le vernici che possono fregiarsi del marchio Ecolabel devono presentare:

- l'uso di pigmenti (sostanze che determinano la prestazione della vernice) derivanti da processi ambientalmente compatibili

- un minor rilascio di solventi

- l'assenza di metalli pesanti, di sostanze tossiche e cancerogene

Per ciascuna categoria merceologica, il panel di esperti Ecolabel ha elaborato diversi criteri e requisiti da soddisfare.

3.3.2 Der Blaue Engel

L'*angelo azzurro* è una delle più vecchie etichette ambientali per prodotti e servizi. Fu creata nel 1978 in Germania, su iniziativa del Ministero Federale degli Interni e approvata dai Ministri dell'Ambiente dei singoli lander tedeschi. Costituisce uno strumento, su base volontaria, per favorire una politica ambientale del design e far emergere tutti quei prodotti che possiedono aspetti ambientali positivi. La prima versione del sistema di valutazione fu adottata dalla Environmental Label Jury, la commissione di esperti e tecnici incaricata dal Ministero, nel 1978. Da allora ben 10000 prodotti e servizi, suddivisi in 80 categorie, hanno ricevuto il marchio Blaue Engel.

Criteri e requisiti Ecolabel per le vernici

1. Contenuto di pigmenti bianchi
2. Emissioni da biossido di titanio
3. Emissioni di VOC
4. Emissioni di Idrocarburi aromatici volatili (VAH)
5. Assenza di metalli pesanti
6. Assenza di sostanze pericolose
7. Idoneità all'uso
8. Informazioni per il consumatore



Figura 52 - Il logo dell'etichetta ambientale Der Blaue Engel

3.3.3 Nordic Swan

L'etichetta Nordica Swan (letteralmente "Cigno nordico") fu creata nel 1989 su idea del Consiglio dei Ministri dei Paesi Nordici (Danimarca, Finlandia, Islanda, Norvegia, Svezia), con lo scopo di dar vita ad una sistema di etichettatura che potesse contribuire ad una politica dei consumi sostenibile.

A questo fine, differenti criteri di valutazione sono stati definiti per diversi gruppi di prodotti. Le aziende i cui prodotti soddisfano i requisiti stabiliti possono far richiesta di ottenere il marchio.

Il cigno nordico è, nei paesi nordici, la versione ufficiale dell'Ecolabel; ogni nazione ha uffici locali che hanno responsabilità sullo sviluppo dei criteri, le visite di controllo, le procedure per la licenza e le attività di marketing.

Ad oggi ci sono 66 aree di prodotto; e migliaia sono i prodotti e i servizi, dai detersivi ai computer, dalle strutture ricettive agli pneumatici per automobili, che hanno ottenuto il marchio.

I criteri di valutazione sono basati sull'analisi del ciclo di vita, dalle materie prime utilizzate nel processo produttivo fino alla dismissione del prodotto finito.

I criteri seguono il principio di precauzione. Per esempio, quando non si conoscono esattamente gli impatti ambientali di determinate sostanze chimiche o processi, non vengono sviluppati criteri per la valutazione di gruppi di prodotti che utilizzano tali sostanze o processi fino a quando non si conosca di più sulle loro conseguenze ambientali.

Molti aspetti e fattori vengono attentamente considerati nello sviluppo dei criteri per uno specifico gruppo di prodotti. Molti requisiti sono legati ai cambiamenti climatici ed al riscaldamento globale, per esempio l'utilizzo di energia rinnovabile, le emissioni inquinanti in aria ed in acqua. Altri requisiti riguardano invece l'utilizzo di sostanze chimiche più o meno pericolose, le procedure per la dismissione del prodotto al termine della sua vita utile, nonché sulla funzionalità e sull'aspetto del prodotto.



Figura 53 - Il logo dell'etichetta ambientale Nordic Swan

3.3.4 Nature Plus

Natureplus è un marchio internazionale di qualità per prodotti da costruzione, che ne testa le prestazioni relativamente ad aspetti come la salute umana, l'ecologicità e la funzionalità. Obiettivo primario del marchio è quello di fornire ai consumatori, ma anche agli architetti, agli immobiliari, alle imprese di costruzione ed in generale a tutte le figure coinvolte nel processo edilizio, uno strumento utile per valutare quegli aspetti di un prodotto da costruzione, come le sue prestazioni ambientali e i suoi effetti sulla salute, che quasi mai sono facilmente desumibili dalla scheda tecnica.

I criteri per la certificazione vengono sviluppati ed aggiornati da esperti indipendenti rispetto agli istituti che hanno il compito di effettuare le misurazioni e le visite di controllo.

Ci sono due diversi livelli di requisiti che un prodotto, che voglia ottenere il marchio Natureplus, deve soddisfare. Prima di tutto devono essere rispettati i cosiddetti criteri base, tra cui una presenza di almeno l'85 % di materie prime rinnovabili; allo stesso tempo, inoltre, l'utilizzo di materiali sintetici deve essere limitato al minimo indispensabile, così come non devono essere presenti, nemmeno in minima quantità, le sostanze tossiche indicate dagli esperti del marchio.

Nel momento in cui un prodotto soddisfa i requisiti base, allora si passa alla seconda fase di valutazione, nella quale si verifica la rispondenza con i criteri stabiliti per le diverse categorie di prodotto.



Figura 54 - Il logo dell'etichetta ambientale NaturePlus

3.3.5 Certificazione ANAB/ICEA

La certificazione ha per oggetto il materiale da costruzione considerato sia come materia prima che come componente. Non vengono quindi prese in considerazione le modalità impiegate per assemblare differenti materiali al fine di ottenere una singola parte della costruzione, né le differenti tecnologie utilizzabili.

La Certificazione dei materiali per la bioedilizia viene rilasciata dopo aver valutato l'intero ciclo di vita del prodotto sulla base di tre categorie di rischio correlate a specifici indicatori.



Figura 55 - Il logo dell'etichetta ambientale ANAB/ICEA

Ambiti tematici orientati al danno	Indicatori
Danno alla salute umana	Pericolosità per l'uomo del prodotto e dei suoi componenti (verifica proprietà carcinogeniche, mutagene o tossiche per la riproduzione).
	Radioattività del prodotto (Indice di Radioattività – I)
Danno alla qualità dell'ecosistema	Pericolosità per l'ambiente del prodotto e dei suoi componenti (verifica ecotossicità, biodegradabilità e potenziale di bioaccumulazione)
	Effetto serra: calcolato considerando, tra le sostanze emesse in aria, quelle che contribuiscono al potenziale riscaldamento globale del pianeta terra (CO ₂ eq)
	Acidificazione: L'indicatore di acidificazione è legato alle emissioni in aria di particolari sostanze, quali ossidi di azoto e ossidi di zolfo (moli H ⁺ /g max)
	Eutrofizzazione: l'indicatore valuta l'effetto di eutrofizzazione, vale a dire l'aumento della concentrazione delle sostanze nutritive in ambienti acquatici (O ₂ /g max).
Danno alle risorse minerali e fossili	Consumo di risorse rinnovabili (kg e MJ)
	Consumo di risorse non rinnovabili (kg e MJ)
	Impatto delle attività estrattive

3.3.6 Il requisito “Materiali” nei metodi a punteggio per la valutazione ambientale degli edifici

Sull’onda della direttiva europea sulla certificazione energetica³¹, negli ultimissimi anni, la ricerca sui metodi di valutazione si è orientata più sullo sviluppo di metodi in grado di valutare la sostenibilità ambientale e gli impatti di interi edifici che non sul singolo componente o elemento tecnico.

Questo paragrafo si pone l’obiettivo di passare in rassegna i più noti di tali sistemi di valutazione e verificare come essi abbiano trattato, in termini di prestazioni richieste, il requisito Materiali.

BREAAM EcoHomes

Uno dei primi metodi ad ottenere un discreto successo, soprattutto nella sua patria d’origine, è stato il Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM per l’appunto) sviluppato dall’ente di ricerca inglese BRE nel 1988.

Le classi di esigenze analizzate sono 7: energia, trasporti, inquinamento, acqua, utilizzo di terreno ed ecologia; salute e benessere.

Ciascuna classe è articolata, successivamente, secondo sottoclassi maggiormente dettagliate; inoltre ogni macrocategoria possiede un determinato numero massimo di punti (o crediti) raggiungibili ed un peso, che ne descrive l’importanza, indipendente dal numero stesso di crediti.

LEED

Il Leadership in Energy and Environmental Design è un metodo sviluppato nel 1993 negli Stati Uniti dall’organizzazione non governativa USGBC (United States Green Building Council) composta da esponenti del mondo industriale, politico e scientifico.

BREAAM

Classe: Materiali

Crediti disponibili: 13 su 113

Peso attribuito: 10%

Sottoclassi:

- impatti ambientali;
- uso di materiali e/o componenti di base certificati;
- uso di materiali e/o componenti di rivestimento certificati;

LEED

Classe: Materiali e Risorse

Crediti disponibili: 13 su 69

Peso attribuito: il sistema non prevede pesi

Sottoclassi:

- riuso di materiali;
- gestione dei rifiuti da costruzione;

³¹ Direttiva Europea 2002/91/CE

Il sistema è articolato secondo sei categorie: localizzazione sostenibile; energia ed atmosfera; risparmio dell'acqua; materiali e risorse; qualità ambientale interna; processi di innovazione e design.

A differenza di quasi tutti gli altri sistemi a punteggio il Leed non prevede la pesatura delle categorie, ed in questo senso tutte le categorie hanno lo stesso peso, anche se alcune di esse conferiscono più punti delle altre.

Il punteggio massimo che un edificio può ottenere attraverso il LEED è di 69 punti, di cui ben 13 disponibili nella categoria Materiali e Risorse.

Protocollo di Itaca

Il presente sistema di valutazione è il risultato dei lavori condotti da un gruppo interregionale per la bioedilizia, costituito nel 2001 e coordinato dalla Regione Friuli Venezia Giulia, all'interno dell'Istituto per la Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale (ITACA).

Il Protocollo è una rielaborazione ed un aggiornamento per il contesto italiano del GB Tool (sistema sviluppato nel 1998 dal Green Building Challenge), di cui mantiene intatta la struttura, vale a dire requisiti e criteri di valutazione, e ne definisce, secondo i limiti normativi nazionali, le soglie di riferimento (i cosiddetti benchmark).

Il metodo si articola secondo 7 aree di valutazione, a loro volta definite attraverso ulteriori sottoclassi e requisiti: qualità ambientale esterna; consumo di risorse; carichi ambientali; qualità ambiente interno; qualità del servizio; qualità della gestione; trasporti.

Nel Protocollo di Itaca la valutazione della sostenibilità dei materiali è rappresentata dalla sottoclasse **Consumo materiali** presente nella categoria Consumo di risorse.

- riutilizzo di componenti;
- uso di materiali riciclati;
- uso di materiali locali;
- uso di materiali rinnovabili;
- uso di legno certificato.

PROTOCOLLO DI ITACA

Classe: Consumo di Risorse

Crediti disponibili: il sistema non attribuisce crediti

Peso attribuito: 20 %

Sottoclassi: Consumo di risorse

Requisiti:

- riutilizzo di strutture esistenti;
- riutilizzo di materiali presenti sul sito;
- utilizzo di materiali locali/regionali;
- uso di materiali di recupero di provenienza esterna al sito;
- riciclabilità dei materiali;
- ecolabelling

Green Star

E' il metodo di valutazione degli edifici sviluppato dall'Australian Green Building Council. Presenta lo stesso funzionamento di sistemi come LEED e BREEAM, attribuendo per ogni categoria individuata un numero massimo di crediti assegnabili. Il punteggio finale massimo raggiungibile è di 132 punti, di cui 20 per la categoria Materiali.

Le categorie secondo cui si articola il metodo sono le seguenti 9: gestione; qualità ambientale interna; energia; trasporti; acqua; materiali; uso del terreno ed ecologia; emissioni; innovazione.

GREEN STAR

Classe: Materiali

Crediti disponibili: 20 su 132

Peso attribuito: -

Requisiti:

- gestione dei rifiuti da costruzione;
- riutilizzo di strutture esistenti;
- riuso di materiali e/o uso di materiali riciclati;
- cemento;
- acciaio;
- legno sostenibile;
- riduzione nell'uso di PVC;
- design per la dismissione;
- dematerializzazione;
- pavimentazioni;
- muri interni.

3.4 Metodi basati su indicatori sintetici

Infine, descriverò nelle prossime pagine due dei principali metodi che fanno parte a pieno diritto della categoria dei cosiddetti indicatori sintetici.

Sono questi, strumenti di valutazione che si basano su pochi indicatori, tutti di tipo quantitativo, legati all'analisi dell'intero ciclo di vita, attraverso i quali è possibile effettuare il bilancio ambientale di un prodotto, mettendone in evidenza gli impatti.

Lo scopo qui non consiste tanto nella comparazione tra più prodotti, quanto nella creazione di una sorta di carta d'identità del prodotto; la semplificazione lascia dunque il posto alla rigorosità scientifica, l'utilizzo di tali metodi è dunque riservato ai soli addetti ai lavori.

3.4.1 MAIA, MIPS e zaino ecologico

MAIA (MAterial Intensity Analysis) è un metodo messo a punto da Friedrich Schmidt-Bleek, ricercatore del Wuppertal Institute, che misura il quantitativo di materiali necessari per produrre un prodotto o un servizio tenendo conto anche dei flussi nascosti, cioè dei quantitativi di materiali che non formano direttamente il bene o il servizio, ma che sono necessariamente prelevati dalla natura per poterli costruire o erogare. In questo senso ogni prodotto o servizio si porta dietro uno "zaino ecologico" nel quale è contenuto il quantitativo di "materiali nascosti". Lo zaino ecologico è cioè il peso dei materiali che abbiamo prelevato dalla natura per realizzare un prodotto o un servizio, meno il peso del prodotto stesso.

Lo zaino ecologico viene espresso sia dal rapporto in kg di natura / kg di prodotto sia dal rapporto in kg di natura / unità di prodotto. In generale più un prodotto industriale è prezioso o elaborato e maggiore è il suo zaino ecologico.

In un'analisi più precisa, Schmidt-Bleek distingue tra cinque diversi componenti dello zaino ecologico:

1. **Materiali abiotici:** pietre, ghiaia, sabbia, minerali, combustibili fossili (carbone, petrolio, gas minerale).
2. **Materiali biotici:** biomassa vegetale e animale.
3. **Terreno per produzioni agricole e forestali:** quantità di terreno fertile perso per erosione.
4. **Acqua:** prelevata per usi industriali o agricoli
5. **Aria:** prelevata per trasformazioni fisiche (separazione dei suoi gas) o chimiche (reazione dei suoi gas, per esempio l'ossigeno per la combustione).

In sintesi, MAIA calcola la somma del peso prodotto e del suo zaino ecologico, vale a dire quello che Schmidt-Bleek definisce MIPS (Material Intensity Per Service). Il MIPS è la quantità totale di natura impiegata per realizzare un prodotto, espressa in chilogrammi.

Secondo Schmidt-Bleek, il MIPS dovrebbe diventare un'unità internazionale di valore ecologico, da affiancare al prezzo di ogni prodotto o - meglio ancora - di ogni servizio. Il MIPS indica quanta natura un prodotto o un servizio sono costati, cioè il loro prezzo ambientale.

E' importante sottolineare che, per essere davvero utile, lo zaino ecologico e l'intensità di materiali dovrebbero riferirsi più ai servizi che non agli oggetti. Per esempio, un'automobile da una tonnellata ha oggi uno zaino ecologico di 25 tonnellate. Ma potremmo anche dire che la produzione di un'automobile media (1000 kg) che percorre nella sua vita 200.000 km ha uno zaino ecologico (25 tonnellate) di 125 grammi per ogni km. Se però riusciamo a farle percorrere 400.000 km, allora lo zaino per km si dimezza a 63 grammi. Allo zaino ecologico della produzione va inoltre aggiunto lo zaino dell'uso durante tutta la sua vita, dovuto in parte al carburante (16.000 litri per 200.000 km) e in parte alla manutenzione e ai ricambi. Le automobili medie di oggi creano circa metà del loro carico ambientale durante la loro produzione e metà durante il loro uso. Quindi la convenienza ecologica di rottamare un'automobile per sostituirla con una nuova è tanto minore quanti più

chilometri la vecchia automobile avrebbe ancora potuto percorrere. Se la vecchia automobile viene rottamata a metà della sua vita potenziale, l'automobile che la sostituisce dovrebbe quindi consumare meno della metà e durare più del doppio per essere vantaggiosa ecologicamente. Lo stesso vale per qualunque prodotto industriale. Le lampadine compatte a fluorescenza per esempio hanno un peso, un costo e uno zaino ecologico maggiori delle lampadine a incandescenza. Siccome però consumano 4 volte meno elettricità e durano molto di più, la loro sostituzione conviene anche ecologicamente. Per un'automobile o un frigorifero è però difficile che il nuovo modello più efficiente consumi la metà o un quarto del modello da rottamare. Così, tranne in casi di grande inefficienza, può essere ecologicamente più sensato cercare di prolungare l'uso e la vita di un'automobile o di un frigorifero già esistenti piuttosto che sostituirli con dei nuovi.

3.4.2 EPD (Environmental Product Declaration)

La dichiarazione ambientale di prodotto (DAP o EPD) costituisce un valido strumento informativo, estremamente rigoroso e scientifico (e per questo però poco comprensibile ai non esperti), che rappresenta una vera e propria “carta d'identità ambientale”.

Le norme che definiscono la struttura e i metodi di elaborazione di un'EPD sono contenuti nella norma ISO 14025, in cui essa viene fatta rientrare nella categoria delle etichette ambientali di tipo III.

La dichiarazione ambientale di prodotto evidenzia, in maniera oggettiva, gli impatti che il prodotto causa, durante una parte del suo ciclo di vita³², relativamente alle seguenti categorie:

³² La maggior parte delle EPD fino ad oggi rilasciate prendono in considerazione soltanto le fasi comprese nel raggruppamento “dalla culla al cancello”, ma nulla vieta, e sarebbe anzi auspicabile, di poter effettuare una EPD che abbracci l'intero ciclo di vita del prodotto.



Figura 56 - Il logo dell'EPD (Environmental Product Declaration)

- consumo di risorse naturali;
- consumo di energia primaria;
- cambiamenti climatici;
- distruzione della fascia di ozono;
- acidificazione
- eutrofizzazione;
- produzione di ossidanti fotochimici;
- produzione di rifiuti

Operativamente l'EPD si basa sui principi della metodologia LCA per ciò che riguarda l'identificazione, la quantificazione e la valutazione degli impatti ambientali; in tal modo è possibile assicurare l'oggettività delle informazioni verificate attraverso la dichiarazione, e quindi permettere un confronto diretto tra prodotti della stessa categoria, diversamente da quanto accade per la maggior parte dei marchi ambientali di tipo I.

3.5 Il sistema di schedatura dei metodi di valutazione

Per ogni metodo è stata elaborata una scheda di lettura che ha permesso una descrizione dettagliata ma sintetica degli strumenti secondo una matrice di analisi comune.

Obiettivo della schedatura è quello di mettere in luce, per ciascun strumento, i vantaggi, le criticità e le potenzialità d'impiego. In tal modo sarà possibile, nell'ottica della costruzione del nuovo metodo, individuare i punti di forza da mantenere e magari migliorare ulteriormente e i punti deboli da evitare o da modificare.

La scheda tipo è divisa in quattro parti:

- Caratteristiche generali;
- Caratteristiche d'uso;
- Caratteristiche del software;
- Analisi critica.

Caratteristiche Generali

Paese: indicazione del paese in cui il metodo è stato sviluppato.

Sviluppato da: indicazione dell'Ente, Istituto o P.A. che ha sviluppato il metodo.

Anno: indicazione dell'anno di elaborazione. In alcuni casi vengono indicati sia l'anno della prima versione del metodo sia l'anno della versione che viene presa in considerazione in questa ricerca.

Metodologia: indicazione della tipologia metodologica dello strumento, sia secondo la classificazione dello DfE di Manchester, sia secondo la classificazione semplificata da me adottata.

Classificazione DfE:

- | | | | |
|--|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Analysis
Tools | <input type="checkbox"/> Indexing
Methods | <input type="checkbox"/> Focused
Analysis
Tools | <input type="checkbox"/> Improvement
Tools |
|--|--|---|---|

Classificazione semplificata:

- | | | | |
|--|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Metodi
LCA | <input type="checkbox"/> Metodi
multicriteria
checklist | <input type="checkbox"/> Metodi
a
a punteggio | <input type="checkbox"/> Indicatori
sintetici |
|--|---|---|--|

Obiettivi: indicazione dei principali obiettivi che lo strumento si pone di raggiungere.

Caratteristiche d'uso

Utenti: in questa sezione viene indicata la fascia d'utenza per cui lo strumento è stato pensato.

Le opzioni possibili sono 4:

- | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Progettisti | <input type="checkbox"/> Esperti | <input type="checkbox"/> Imprese | <input type="checkbox"/> Consumatori
ambientali |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|

Fasi LC: in questa sezione vengono indicate quali fasi dell'intero ciclo di vita sono prese in considerazione, per la valutazione ambientale del prodotto, dallo strumento analizzato.

Le opzioni, dunque, sono:

- Preproduzione
- Produzione
- Distribuzione
- Uso
- Dismissione

Fasi del progetto: in questa sezione vengono indicate invece le fasi della progettazione del prodotto, nelle quali lo strumento analizzato consente di effettuare la valutazione ambientale.

Le opzioni possibili sono:

- Metaprogetto
- Preliminare
- Definitivo
- Esecutivo

Struttura e criteri di valutazione: in questa sezione vengono fornite informazione riguardo al numero ed alla tipologia degli elementi ordinatori dello strumento (categorie, sottocategorie, requisiti, criteri, etc.)

Tipologia degli Impatti: in questa sezione viene evidenziata la rispondenza dello strumento a tre macrocategorie d'impatto: ecosostenibilità (impatto sull'ambiente), biocompatibilità (impatto sull'uomo), convenienza³³ (impatto economico e tecnico).

³³ L'impatto della "convenienza" verrà approfondito nel paragrafo 4..2.3, e costituisce una nuova categoria introdotta dal metodo elaborato nella presente ricerca

I valori attribuiti a ciascuna di queste macrocategorie variano in una scala che comprende i seguenti giudizi:

- per nulla considerata
- + considerata in maniera superficiale
- ++ considerata in maniera adeguata
- +++ considerata in maniera esaustiva

Specifico per l'edilizia: in questa sezione viene indicato semplicemente se lo strumento è stato ideato appositamente per i prodotti da costruzione.

Le opzioni possibili sono:

SI NO

Altre caratteristiche: in questa sezione si trovano 4 informazioni. Le prime due riguardano l'applicabilità dello strumento, le seconde la strutturazione dello stesso.

Confronto: esprime la possibilità di poter confrontare tra loro prodotti della stessa categoria.

Le opzioni possibili sono:

NESSUNO INDIRETTO DIRETTO

Localizzabile: in questa sezione viene indicato semplicemente se lo strumento è utilizzabile al di fuori dei confini nazionali del paese in cui è stato sviluppato, relativamente al mix energetico utilizzato ed altri parametri che possono variare da nazione a nazione.

Le opzioni possibili sono:

SI NO

Weighting: in questa sezione viene indicato se lo strumento prevede una qualche operazione di pesatura degli indicatori o delle categorie.

Le opzioni possibili sono:

SI NO

Benchmarking: in questa sezione viene indicato se lo strumento prevede l’inserimento dei dati in valore assoluto oppure convertiti attraverso una specifica scala di valori.

Le opzioni possibili sono:

SI NO

Dati input: in questa sezione viene indicato il tipo di dati che è necessario conoscere per poter utilizzare lo strumento di valutazione

Dati output: in questa sezione viene indicato la tipologia del risultato finale che restituisce lo strumento.

Caratteristiche del software

Software utilizzato: indicazione del nome del software utilizzato dallo strumento per l’esecuzione dei calcoli. Nel caso in cui il tool non abbia bisogno di un software specificatamente creato, ma ad esempio di un comune applicativo, ciò verrà indicato con la dicitura “Applicazione indipendente”

Tipologia del software: in questa sezione viene indicata la categoria in cui rientra il software utilizzato.

Banca Dati: in questa sezione viene indicato se il software contiene una banca dati al suo interno.

Le opzioni possibili sono:

SI NO

Banca Dati Integrabile: in questa sezione viene indicato se il software possiede la capacità di accogliere banche dati sviluppate da terzi e/o di integrare la banca dati eventualmente presente con informazioni immesse direttamente dall’utente.

Le opzioni possibili sono:

SI NO

Annotazioni

Vantaggi: in questa sezione sono indicati i punti di forza e le potenzialità dello strumento.

Svantaggi: in questa sezione sono indicati i punti deboli e le criticità dello strumento.

3.6 Schede di lettura critica di ciascun metodo

EDIP 2003					
Caratteristiche generali					
Paese	DANIMARCA				
Sviluppato da	Danish Environmental Protection Agency				
Anno	1997 (prima versione); 2003 (versione considerata)				
Metodologia	Classificazione DfE		Classificazione semplificata		
	Analysis Tools		Metodi LCA		
Obiettivi	Calcolare il maggior numero di eco-indicatori per i materiali e i processi più comunemente utilizzati, al fine di fornire di un'aggregazione totale per la definizione di un indicatore sintetico di qualità ambientale.				
Caratteristiche d'uso					
Utenti	Progettisti	Esperti ambientali		Imprese	Consumatori
			✓		
Fasi LC	Preproduzione	Produzione	Distribuzione	Uso	Dismissione
	✓	✓	✓		✓
Fasi progetto	Metaprogetto	Preliminare	Definitivo		Esecutivo
	✓	✓	✓		✓
Struttura e criteri di valutazione	Categorie di danno: impatto ambientale, consumo delle risorse, impatto nell'ambiente di lavoro.				
	Categorie di impatto: riscaldamento globale, riduzione fascia d'ozono, acidificazione, eutrofizzazione, smog fotochimico, tossicità cronica dell'acqua, tossicità acuta dell'acqua, tossicità cronica del suolo, tossicità dell'aria, rifiuti ingombranti, rifiuti pericolosi, rifiuti radioattivi				
Tipologia Impatti	ECOSOSTENIBILITA'		BIOCOMPATIBILITA'		CONVENIENZA
	++		+		-
Specifico per l'edilizia		NO			
Altre caratteristiche	Confronto	Localizzabile	Weighting	Benchmarking	
	INDIRETTO	NO	NO	NO	
Dati input	Inventario di tutte le emissioni e i consumi di risorse da attribuire al prodotto nel suo ciclo di vita				
Dati output	Impatti, in termini di consumo di risorse, emissioni nocive e rifiuti prodotti				
Caratteristiche del software					
Software utilizzato	SimaPro 7.0				
Tipologia di software	Modello di calcolo				
Banca Dati	SI				
Banca Dati integrabile	NO				
Analisi Critica					
Vantaggi	✓ possibilità di confrontare più prodotti tra di loro, anche se non in maniera diretta				
Svantaggi	✓ dati su processi e materie prime sono riferite alla Danimarca ✓ non adatto per utenti non esperti di LCA				

	<ul style="list-style-type: none">✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere✓ manca il danno dovuto all'uso del suolo✓ manca il danno dovuto alle polveri✓ manca la valutazione sulle emissioni di radon✓ non contiene informazioni sui costi economici
--	--

ECOINDICATOR '99				
<i>Caratteristiche generali</i>				
Paese	OLANDA			
Sviluppato da	PRE (Product Ecology) Consultants			
Anno	1999			
Metodologia	<i>Classificazione DfE</i>		<i>Classificazione semplificata</i>	
	Analysis Tools		Metodi LCA	
Obiettivi	Calcolare il maggior numero di eco-indicatori per i materiali e i processi più comunemente utilizzati, al fine di fornire di un'aggregazione totale per la definizione di un indicatore sintetico di qualità ambientale.			
<i>Caratteristiche d'uso</i>				
Utenza	<i>Progettisti</i>	<i>Esperti ambientali</i>	<i>Imprese</i>	<i>Consumatori</i>
	✓	✓		
Fasi LC	<i>Preproduzione</i>	<i>Produzione</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Uso</i>
		✓	✓	✓
Fasi progetto	<i>Metaprogetto</i>	<i>Preliminare</i>	<i>Definitivo</i>	<i>Esecutivo</i>
		✓	✓	
Struttura e criteri di valutazione	Categorie/Sottocategorie: Salute Umana (danni sostanze cancerogene, danni sostanze organiche alle vie respiratorie, danni sostanze inorganiche alle vie respiratorie, danni da cambiamenti climatici, danni radiazioni ionizzanti, danni da assottigliamento ozono). Qualità dell'ecosistema (Ecotossicità, Acidificazione/Eutrofizzazione, Uso del suolo) Risorse (Minerali, Combustibili fossili)			
Tipologia impatti	ECOSOSTENIBILITA'		BIOCOMPATIBILITA'	
	++		+	
Specifico per l'edilizia		NO		
Altre caratteristiche	<i>Confronto</i>	<i>Localizzabile</i>	<i>Weighting</i>	<i>Benchmarking</i>
	DIRETTO	SI	NO	NO
Dati input	Inventario di tutte le emissioni e i consumi di risorse da attribuire al prodotto nel suo ciclo di vita			
Dati output	Punteggi pesati per ogni indicatore di danno (sottocategorie) e un indice ambientale finale			
<i>Caratteristiche del software</i>				
Software utilizzato	Eco-it; SimaPro 7.0			
Tipologia di software	Modello di calcolo			
Banca Dati	SI (oltre 200 processi e materiali, solo alcuni utilizzati nel settore delle costruzioni)			
Banca Dati integrabile	SI			
<i>Analisi Critica</i>				
Vantaggi	✓ i dati su processi e materiali sono riferiti all'Europa ✓ possibilità di confrontare più prodotti tra di loro			
Svantaggi	✓ non adatto per utenti non esperti di LCA ✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere ✓ non sono considerate le emissioni di ferro ✓ acqua, sabbia e ghiaia non sono considerati materiali esauribili			

	<ul style="list-style-type: none">✓ non contiene informazioni sui costi economici✓ manca la valutazione del consumo energetico
--	---

EPS 2000					
<i>Caratteristiche generali</i>					
Paese	SVEZIA				
Sviluppato da	Swedish Environmental Research Institute (IVL)				
Anno	1989 (prima versione); 200 (versione considerata)				
Metodologia	<i>Classificazione DfE</i>		<i>Classificazione semplificata</i>		
	Analysis Tool		Metodo LCA		
Obiettivi	Supportare le aziende e i designers durante la progettazione di un prodotto con il minor impatto ambientale possibile.				
<i>Caratteristiche d'uso</i>					
Utenza	<i>Progettisti</i>	<i>Esperti ambientali</i>		<i>Imprese</i>	<i>Consumatori</i>
	✓	✓			
Fasi LC	<i>Preproduzione</i>	<i>Produzione</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Uso</i>	<i>Dismissione</i>
	✓	✓	✓		✓
Fasi progetto	<i>Metaprogetto</i>	<i>Preliminare</i>		<i>Definitivo</i>	<i>Esecutivo</i>
	✓	✓		✓	✓
Struttura e criteri di valutazione	Categorie di danno (Categorie d'impatto) Salute umana (Aspettativa di vita, Malattie gravi, Malattie lievi, Irritazioni gravi, Irritazioni lievi) Capacità di produzione dell'ecosistema (Capacità di crescita del grano, Capacità di crescita del legno, Produzione di pesce e carne) Stock di risorse (Impoverimento delle riserve) Biodiversità (Estinzione delle specie)				
Tipologia Impatti	ECOSOSTENIBILITA'		BIOCOMPATIBILITA'		CONVENIENZA
	+		++		-
Specifico per l'edilizia			NO		
Altre caratteristiche	<i>Confronto</i>	<i>Localizzabile</i>	<i>Weighting</i>	<i>Benchmarking</i>	
	INDIRETTO	SI	NO	NO	
Dati input	Inventario di tutte le emissioni e i consumi di risorse da attribuire al prodotto nel suo ciclo di vita				
Dati output					
<i>Caratteristiche del software</i>					
Software utilizzato	Applicazione indipendente				
Tipologia di software	Foglio di calcolo				
Banca Dati	NO				
Banca Dati integrabile	NO				
<i>Analisi Critica</i>					
Vantaggi	✓ possibilità di confrontare più prodotti tra di loro, anche se non in maniera diretta; ✓ maggiore facilità di utilizzo rispetto agli altri metodi LCA				
Svantaggi	✓ non considera le radiazioni ionizzanti ✓ non considera le emissioni in acqua				

BEES 4.0					
<i>Caratteristiche generali</i>					
Paese	USA				
Sviluppato da	NIST (National Institute of Standards and Technology)				
Anno	2007				
Metodologia	<i>Classificazione DfE</i> Analysis Tool		<i>Classificazione semplificata</i> Metodo LCA e LCC		
Obiettivi	Lo scopo del Bees 4.0 è quello di assegnare un punteggio relativo alle prestazioni ambientali di un prodotto da costruzione, che va poi combinato con il punteggio relativo alle prestazioni economiche, in modo da fornire agli utenti informazioni utili sulla scelta di prodotti a basso impatto ambientale.				
<i>Caratteristiche d'uso</i>					
Utenza	<i>Progettisti</i> ✓	<i>Esperti ambientali</i>		<i>Imprese</i> ✓	<i>Consumatori</i>
Fasi LC	<i>Preproduzione</i> ✓	<i>Produzione</i> ✓	<i>Distribuzione</i> ✓	<i>Uso</i> ✓	<i>Dismissione</i> ✓
Fasi progetto	<i>Metaprogetto</i> ✓	<i>Preliminare</i> ✓		<i>Definitivo</i> ✓	<i>Esecutivo</i> ✓
Struttura e criteri di valutazione	Categorie (Sottocategorie) Prestazioni ambientali (Riscaldamento globale, Piogge acide, Eutrofizzazione, Sfruttamento delle risorse, Qualità dell'aria, Rifiuti solidi, Smog, Ozono, Tossicità ecologica, Tossicità umana) Prestazioni economiche (Costi iniziali, Costi futuri)				
Tipologia impatti	ECOSOSTENIBILITA' ++		BIOCOMPATIBILITA' +		CONVENIENZA ++
Specifico per l'edilizia	SI				
Altre caratteristiche	<i>Confronto</i> DIRETTO	<i>Localizzabile</i> NO	<i>Weighting</i> SI	<i>Benchmarking</i> SI	
Dati input	Pesi; Materiali e informazioni contestuali (ad es. distanze per il trasporto, etc.)				
Dati output	Dati qualitativi: punteggi (da 0 a 100, ambientale; economico e globale) Dati quantitativi: grafici e dati per ogni categoria di impatto				
<i>Caratteristiche del software</i>					
Software utilizzato	Bees 4.0				
Tipologia di software	Modello di calcolo				
Banca Dati	SI (processi e 230 materiali utilizzati nel settore delle costruzioni)				
Banca dati integrabile	NO				
<i>Analisi Critica</i>					
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ semplicità d'uso ✓ informazioni sui costi economici ✓ possibilità di confrontare più prodotti tra di loro ✓ pensato specificatamente per i prodotti edilizi 				
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ i dati su processi e materiali sono riferiti al contesto americano ✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere 				

ECOLABEL					
<i>Caratteristiche generali</i>					
Paese	UE				
Sviluppato da	Unione Europea (Regolamento CEE n. 880/92)				
Anno	1992				
Metodologia	<i>Classificazione DfE</i>	<i>Classificazione semplificata</i>			
	Focused Analysis Tool	Metodo multicriteria a checklist			
Obiettivi	Il marchio è teso a “promuovere la concezione, la produzione, la commercializzazione e l’uso di prodotti aventi un minore impatto ambientale durante l’intero ciclo di vita.”				
<i>Caratteristiche d’uso</i>					
Utenza	<i>Progettisti</i>	<i>Esperti ambientali</i>	<i>Imprese</i>		
			✓		
Fasi LC	<i>Preproduzione</i>	<i>Produzione</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Uso</i>	<i>Dismissione</i>
	✓	✓	✓	✓	✓
Fasi progetto	<i>Metaprogetto</i>	<i>Preliminare</i>	<i>Definitivo</i>	<i>Esecutivo</i>	
				✓	
Struttura e criteri di valutazione	Categorie (Sottocategorie/Requisiti) Il numero e la tipologia delle categorie, delle sottocategorie e dei requisiti dipendono dalla tipologia di prodotto.				
Tipologia impatti	ECOSOSTENIBILITA’	BIOCOMPATIBILITA’	CONVENIENZA		
	++	+	-		
Specifico per l’edilizia	NO				
Altre caratteristiche	<i>Confronto</i>	<i>Localizzabile</i>	<i>Weighting</i>	<i>Benchmarking</i>	
	NO	SI (UE)	NO	NO	
Dati input	Inventario di tutte le emissioni e i consumi di risorse da attribuire al prodotto nel suo ciclo di vita				
Dati output	Certificazione del prodotto				
<i>Caratteristiche del software</i>					
Software utilizzato	Applicazione indipendente				
Tipologia di software	Foglio di calcolo				
Banca Dati	NO				
Banca Dati integrabile	NO				
<i>Analisi Critica</i>					
Vantaggi	✓ dati riferiti al contesto europeo, non ad una singola nazione ✓ valutazione derivante da dati esclusivamente quantitativi				
Svantaggi	✓ non è possibile confrontare più prodotti tra loro ✓ non adatto per utenti non esperti di LCA ✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere				

DER BLAUE ENGEL					
<i>Caratteristiche generali</i>					
Paese	Germania				
Sviluppato da	Ministero Federale degli Interni				
Anno	1978				
Metodologia	<i>Classificazione DfE</i>		<i>Classificazione semplificata</i>		
	Focused Analysis Tool		Metodo multicriteria a checklist		
Obiettivi	Fornire alle aziende un marchio di qualità per promuovere la propria politica ambientale ed agli utenti uno strumento per effettuare scelte consapevoli.				
<i>Caratteristiche d'uso</i>					
Utenza	<i>Progettisti</i>		<i>Esperti ambientali</i>	<i>Imprese</i>	
				✓	
Fasi LC	<i>Preproduzione</i>	<i>Produzione</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Uso</i>	<i>Dismissione</i>
	✓	✓	✓	✓	✓
Fasi progetto	<i>Metaprogetto</i>	<i>Preliminare</i>		<i>Definitivo</i>	<i>Esecutivo</i>
					✓
Struttura e criteri di valutazione	Categorie (Sottocategorie/Requisiti) Il numero e la tipologia delle categorie, delle sottocategorie e dei requisiti dipendono dalla tipologia di prodotto.				
Tipologia impatti	ECOSOSTENIBILITA'		BIOCOMPATIBILITA'	CONVENIENZA	
	++		+	-	
Specifico per l'edilizia	NO				
Altre caratteristiche	<i>Confronto</i>	<i>Localizzabile</i>	<i>Weighting</i>	<i>Benchmarking</i>	
	NO	SI (UE)	NO	NO	
Dati input	Informazioni contestuali (ad es. emissioni, distanze per il trasporto, etc.)				
Dati output	Certificazione del prodotto				
<i>Caratteristiche del software</i>					
Software utilizzato	Applicazione indipendente				
Tipologia di software	Foglio di calcolo				
Banca Dati	NO				
Banca Dati integrabile	NO				
<i>Analisi Critica</i>					
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ dati riferiti al contesto europeo, non ad una singola nazione ✓ valutazione derivante da dati esclusivamente quantitativi 				
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ non è possibile confrontare più prodotti tra loro ✓ non adatto per utenti non esperti di LCA ✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere 				

NORDIC SWAN					
Caratteristiche generali					
Paese	Danimarca, Finlandia, Islanda, Norvegia, Svezia				
Sviluppato da	-				
Anno	1978				
Metodologia	<i>Classificazione DfE</i>		<i>Classificazione semplificata</i>		
	Focused Analysis Tool		Metodo multicriteria a checklist		
Obiettivi	Fornire alle aziende un marchio di qualità per promuovere la propria politica ambientale ed agli utenti uno strumento per effettuare scelte consapevoli.				
Caratteristiche d'uso					
Utenza	<i>Progettisti</i>		<i>Esperti ambientali</i>		<i>Imprese</i>
					✓
Fasi LC	<i>Preproduzione</i>	<i>Produzione</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Uso</i>	<i>Dismissione</i>
	✓	✓	✓	✓	✓
Fasi progetto	<i>Metaprogetto</i>	<i>Preliminare</i>		<i>Esecutivo</i>	
				✓	
Struttura e criteri di valutazione	Categorie (Sottocategorie/Requisiti) Il numero e la tipologia delle categorie, delle sottocategorie e dei requisiti dipendono dalla tipologia di prodotto.				
Tipologia impatti	ECOSOSTENIBILITA'		BIOCOMPATIBILITA'		CONVENIENZA
	++		+		-
Specifico per l'edilizia	NO				
Altre caratteristiche	<i>Confronto</i>		<i>Localizzabile</i>	<i>Weighting</i>	<i>Benchmarking</i>
	NO		NO	NO	NO
Dati input	Informazioni contestuali (ad es. emissioni, distanze per il trasporto, etc.)				
Dati output	Certificazione del prodotto				
Caratteristiche del software					
Software utilizzato	Applicazione indipendente				
Tipologia di software	Foglio di calcolo				
Banca Dati	NO				
Banca Dati integrabile	NO				
Analisi Critica					
Vantaggi	✓ valutazione derivante da dati esclusivamente quantitativi				
Svantaggi	✓ non è possibile confrontare più prodotti tra loro				
	✓ non adatto per utenti non esperti di LCA				
	✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere				
	✓ dati riferiti esclusivamente al contesto dei paesi nordici				

NATUREPLUS					
<i>Caratteristiche generali</i>					
Paese	Svizzera				
Sviluppato da	-				
Anno	-				
Metodologia	<i>Classificazione DfE</i> Focused Analysis Tool	<i>Classificazione semplificata</i> Metodo multicriteria a checklist			
Obiettivi	<p>Obiettivo primario del marchio è quello di fornire ai consumatori, ma anche agli architetti, agli immobiliari, alle imprese di costruzione ed in generale a tutte le figure coinvolte nel processo edilizio, uno strumento utile per valutare quegli aspetti di un prodotto da costruzione, come le sue prestazioni ambientali e i suoi effetti sulla salute, che quasi mai sono facilmente desumibili dalla scheda tecnica.</p>				
<i>Caratteristiche d'uso</i>					
Utenza	<i>Progettisti</i>	<i>Esperti ambientali</i>	<i>Imprese</i>		
			✓		
Fasi LC	<i>Preproduzione</i>	<i>Produzione</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Uso</i>	<i>Dismissione</i>
	✓	✓	✓	✓	✓
Fasi progetto	<i>Metaprogetto</i>	<i>Preliminare</i>	<i>Definitivo</i>	<i>Esecutivo</i>	
				✓	
Struttura e criteri di valutazione	<p>Categorie (Sottocategorie/Requisiti) Il numero e la tipologia delle categorie, delle sottocategorie e dei requisiti dipendono dalla tipologia di prodotto.</p>				
Tipologia impatti	ECOSOSTENIBILITA'	BIOCOMPATIBILITA'	CONVENIENZA		
	++	+	-		
Specifico per l'edilizia	NO				
Altre caratteristiche	<i>Confronto</i>	<i>Localizzabile</i>	<i>Weighting</i>	<i>Benchmarking</i>	
	NO	SI (UE)	NO	NO	
Dati input	Informazioni contestuali (ad es. emissioni, distanze per il trasporto, etc.)				
Dati output	Certificazione del prodotto				
<i>Caratteristiche del software</i>					
Software utilizzato	Applicazione indipendente				
Tipologia di software	Foglio di calcolo				
Banca Dati	NO				
Banca Dati integrabile	NO				
<i>Analisi Critica</i>					
Vantaggi	✓ valutazione derivante da dati esclusivamente quantitativi				
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ non è possibile confrontare più prodotti tra loro ✓ non adatto per utenti non esperti di LCA ✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere ✓ dati riferiti esclusivamente al contesto dei paesi nordici ✓ non considera i costi economici 				

CERTIFICAZIONE ANAB						
Caratteristiche generali						
Paese	Italia					
Sviluppato da	ANAB					
Anno	-					
Metodologia	Classificazione DfE			Classificazione semplificata		
	Focused Analysis Tool			Metodo multicriteria a checklist		
Obiettivi	Fornire alle aziende un marchio di qualità per promuovere la propria politica ambientale ed agli utenti uno strumento per effettuare scelte consapevoli.					
Caratteristiche d'uso						
Utenza	Progettisti		Esperti ambientali		Imprese	
					✓	
Fasi LC	Preproduzione	Produzione	Distribuzione	Uso	Dismissione	
	✓	✓	✓	✓	✓	
Fasi progetto	Metaprogetto		Preliminare		Definitivo	
					Esecutivo	
				✓		
Struttura e criteri di valutazione	Categorie (Sottocategorie/Requisiti) Il numero e la tipologia delle categorie, delle sottocategorie e dei requisiti dipendono dalla tipologia di prodotto.					
Tipologia impatti	ECOSOSTENIBILITA'		BIOCOMPATIBILITA'		CONVENIENZA	
	++		+		-	
Specifico per l'edilizia	NO					
Altre caratteristiche	Confronto		Localizzabile		Weighting	
	NO		NO		NO	
Dati input	Informazioni contestuali (ad es. emissioni, distanze per il trasporto, etc.)					
Dati output	Certificazione del prodotto					
Caratteristiche del software						
Software utilizzato	Applicazione indipendente					
Tipologia di software	Foglio di calcolo					
Banca Dati	NO					
Banca Dati integrabile	NO					
Analisi Critica						
Vantaggi	✓ valutazione derivante da dati esclusivamente quantitativi					
Svantaggi	✓ non è possibile confrontare più prodotti tra loro					
	✓ non adatto per utenti non esperti di LCA					
	✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere					
	✓ non considera i costi economici					

MAIA					
Caratteristiche generali					
Paese	Germania				
Sviluppato da	Wuppertal Institute for Climate, Environment and Ecology				
Anno					
Metodologia	<i>Classificazione DfE</i>			<i>Classificazione semplificata</i>	
	Focused Analysis Tool			Metodo ad indicatori sintetici	
Obiettivi	Fornire un indicatore sintetico che misuri il carico ambientale di un prodotto o di un servizio.				
Caratteristiche d'uso					
Utenza	<i>Progettisti</i>		<i>Esperti ambientali</i>		<i>Imprese</i>
					✓
Fasi LC	<i>Preproduzione</i>	<i>Produzione</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Uso</i>	<i>Dismissione</i>
	✓	✓	✓	✓	✓
Fasi progetto	<i>Metaprogetto</i>	<i>Preliminare</i>		<i>Definitivo</i>	<i>Esecutivo</i>
					✓
Struttura e criteri di valutazione	Categorie				
Tipologia impatti	ECOSOSTENIBILITA'		BIOCOMPATIBILITA'		CONVENIENZA
	++		+		-
Specifico per l'edilizia	NO				
Altre caratteristiche	<i>Confronto</i>		<i>Localizzabile</i>	<i>Weighting</i>	<i>Benchmarking</i>
	SI		SI	NO	NO
Dati input	Informazioni contestuali (ad es. emissioni, distanze per il trasporto, etc.)				
Dati output	Un unico indicatore, lo "zaino ecologico", definito come il peso dei materiali che abbiamo prelevato dalla natura per realizzare un prodotto o un servizio, meno il peso del prodotto stesso.				
Caratteristiche del software					
Software utilizzato	Applicazione indipendente				
Tipologia di software	Foglio di calcolo				
Banca Dati	NO				
Banca Dati integrabile	NO				
Analisi Critica					
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ valutazione derivante da dati esclusivamente quantitativi ✓ possibilità di confronto diretto tra più prodotti ✓ applicabile a qualsiasi nazione 				
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ non adatto per utenti non esperti ✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere ✓ non tiene conto dei costi economici 				

EPD			
Caratteristiche generali			
Paese	UE		
Sviluppato da	Unione Europea (Regolamento CEE n. 880/92)		
Anno	1992		
Metodologia	<i>Classificazione DfE</i>		<i>Classificazione semplificata</i>
	Focused Analysis Tool		Metodo ad indicatori sintetici
Obiettivi	Creare una sorta di carta d'identità ambientale dei prodotti da affiancare alle normali schede tecniche.		
Caratteristiche d'uso			
Utenza	<i>Progettisti</i>	<i>Esperti ambientali</i>	<i>Imprese</i>
			✓
Fasi LC	<i>Preproduzione</i>	<i>Produzione</i>	<i>Distribuzione</i>
	✓	✓	
Fasi progetto	<i>Metaprogetto</i>	<i>Preliminare</i>	<i>Definitivo</i>
			✓
Struttura e criteri di valutazione			
Tipologia impatti	ECOSOSTENIBILITA'	BIOCOMPATIBILITA'	CONVENIENZA
	++	+	-
Specifico per l'edilizia	NO		
Altre caratteristiche	<i>Confronto</i>	<i>Localizzabile</i>	<i>Weighting</i>
	SI	SI	NO
Dati input	Informazioni contestuali (ad es. emissioni, distanze per il trasporto, etc.)		
Dati output	Dichiarazione ambientale del prodotto, una sorta di carta d'identità ambientale riportante pochi ma significativi e soprattutto oggettivi dati (consumo di risorse naturali; consumo di energia primaria; cambiamenti climatici; distruzione della fascia di ozono; acidificazione; eutrofizzazione; produzione di ossidanti fotochimici; produzione di rifiuti).		
Caratteristiche del software			
Software utilizzato	Applicazione indipendente		
Tipologia di software	Foglio di calcolo		
Banca Dati	NO		
Banca Dati integrabile	NO		
Analisi Critica			
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ valutazione derivante da dati esclusivamente quantitativi ✓ confronto indiretto ed oggettivo tra più prodotti ✓ applicabile a qualsiasi nazione 		
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ non adatto per utenti non esperti di LCA ✓ non considera le prestazioni dei prodotti relative al benessere ✓ non tiene conto dei costi economici ✓ non copre tutto il ciclo di vita 		

3.7 Scheda di comparazione tra i metodi

CRITERI	METODI										
	EDIP	ECO INDICATOR	EPS	BEES 4.0	ECOLABEL	BLAUE ENGEL	NORDIC SWAN	NATUREPLUS	ANAB	MAIA	EPD
CARATTERISTICHE GENERALI											
Paese e Anno	DAN 2003	OLA 1999	SVE 2000	USA 2007	UE 1992	GER 1978	SCA 1978	SVI	ITA	GER	UE 1992
Metodologia	LCA	LCA	LCA	LCA LCC	Multicriteria checklist	Indicatori sintetici	Indicatori sintetici				
CARATTERISTICHE D'USO											
<i>Utenti</i>											
Progettisti		•	•	•							
Esperti ambientali	•	•	•								
Imprese				•	•	•	•	•	•	•	•
Consumatori											
<i>Fasi del ciclo di vita</i>											
Preproduzione	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Produzione	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Distribuzione	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Uso				•	•	•	•	•	•	•	•
Dismissione	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Fasi Progetto</i>											
Metaprogetto	•		•	•							
Preliminare	•	•	•	•							
Definitivo	•	•	•	•							
Esecutivo	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Impatti Considerati</i>											
Ecosostenibilità	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Biocompatibilità	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+
Costi Economici	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-

<i>Altre Caratteristiche</i>											
Confrontabilità		•		•						•	•
Localizzabilità		•	•		•			•		•	•
Specifico per l'edilizia				•				•	•		
CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE											
Software	•	•	•	•							
Banca dati	•	•									
Banca dati integrabile		•									

Capitolo 4 - Definizione di un nuovo metodo di valutazione della sostenibilità dei sistemi fotovoltaici in Architettura

4.1 Definizione della struttura gerarchica

Il metodo di valutazione elaborato rientra nella categoria dei metodi multicriteria a punteggio, implementato però con una serie di indicatori, alcuni dei quali propri di una LCA ed altri di tipo sintetico.

Lo scopo primario è stato dunque quello di ottenere uno strumento agile e semplificato senza però rinunciare alla scientificità ed alla complessità fornita da altre tipologie metodologiche di valutazione.

Il lavoro svolto si inserisce in un filone di ricerca portato avanti dal Dipartimento di Configurazione ed Attuazione dell'Architettura dell'Università di Napoli "Federico II", ed in particolare dalla Prof.ssa Dora Francese, che ha portato alla definizione del VAdE³⁴ (Valutazione Ambientale degli Edifici).

Il mio lavoro, dunque, si pone in continuazione con tale ricerca, cercando di condurre la valutazione dalla scala più ampia dell'organismo edilizio a quella più dettagliata e specifica del prodotto edilizio, ed in particolare dei sistemi fotovoltaici per l'Architettura e dunque modificando e aggiungendone molti aspetti.

Del VAdE, il metodo oggetto della presente ricerca mantiene sostanzialmente la struttura gerarchica originaria, con l'aggiunta di una nuova categoria di impatto (quella della Convenienza, con relative nuove esigenze, parametri e indicatori) e di un ulteriore livello, quello dei requisiti, ereditando anche il sistema di assegnazione dei punteggi.

Per ciò che riguarda gli indicatori, sia per il fatto di doversi confrontare con un scala diversa (dall'edificio al prodotto)

³⁴ D. Francese, *Architettura e Vivibilità*, Franco Angeli, Milano 2007

sia per la necessità di doverli “tagliare” su un sistema così peculiare come quello fotovoltaico, si è resa necessaria una loro completa rielaborazione, accogliendo come già detto, dopo un’opportuna semplificazione, anche indicatori propri di altre metodologie.

Un altro riferimento fondamentale per il lavoro svolto è stata la normativa UNI 8289 sulle esigenze ed i requisiti del sistema tecnologico in edilizia. Anche qui il lavoro è stato orientato in due sensi: da un lato accogliere nel nuovo metodo tutte le esigenze definite dalla norma, dall’altro, man mano che la costruzione della matrice prendeva corpo, completare ed integrare la nuova formula attraverso la definizione di altre esigenze e specifici requisiti.

Da un punto di vista operativo, il metodo è costituito da una matrice, elaborata con l’ausilio di un foglio di calcolo, atta a creare un’interfaccia facile da comprendere e da utilizzare, da parte del valutatore che dovrà semplicemente compilare, una volta raccolte tutte le informazioni necessarie, i campi relativi ai punteggi dei vari indicatori. Sarà poi il foglio di calcolo, in maniera automatica a fornire direttamente i risultati parziali e finali della valutazione.

La matrice consta di otto livelli gerarchici. Il primo livello, quello delle categorie, descrive il target, o bersaglio, degli eventuali impatti (nello specifico l’uomo, l’ambiente e la sfera tecnico-economica), il secondo contiene le classi di esigenze definite per ogni target (salute, benessere, etc.), il terzo le esigenze (salubrità, benessere acustico, etc.), il quarto i requisiti, il quinto i parametri che consentono di caratterizzare ognuna delle esigenze e che dunque corrispondono alle scelte progettuali compiute nelle diverse fasi (e consistono in una serie di elementi di diversa tipologia, dai fattori ambientali a quelli di inquinamento); il sesto livello è poi quello degli indicatori, cioè quegli elementi che misurano con diverse modalità il livello dei parametri attraverso unità di misura quantitative,

qualitative o soggettive, contribuendo ad elaborare la valutazione. Il settimo livello fornisce, per ogni indicatore, una scala di valori (soglie) che va da 1 a 5. Per un impatto elevato l'indicatore denuncia una situazione negativa e gli indici di riferimento corrispondenti si considerano, secondo i casi, al di sopra o al di sotto dei limiti di vivibilità, venendo rappresentati da un punteggio basso di 1 o 2. Viene invece attribuito il punteggio più alto (5) se l'impatto del sistema è meno disagiata sia per il bersaglio ambiente che per l'utente. In particolare i punteggi centrali delle soglie (3-4) rimandano a indicazioni normative, laddove esistenti in campo nazionale o europeo, che stabiliscono uno standard, oltre il quale sia possibile ottenere qualità ecologiche di livello più alto, e al di sotto del quale i livelli non sono garantiti neanche al minimo. Qualora le norme di consiglio o coercitive fossero carenti in materia, sono stati presi in considerazione valori basati su studi e ricerche condotte da esperti nei diversi settori.

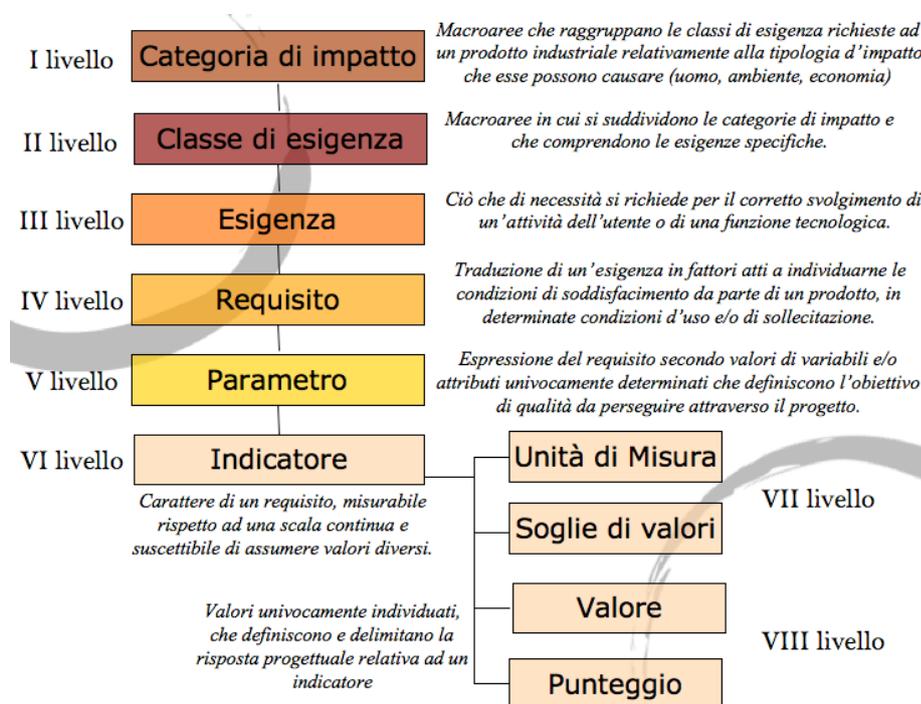


Figura 57 - Schematizzazione della struttura del metodo

L'ottavo livello viene riempito in fase di valutazione con i punteggi relativi ad ogni indicatore, al fine di consentire la verifica dei livelli di ecosostenibilità, biocompatibilità e convenienza.

E' poi possibile definire una sorta di nono livello, contenente una serie di indicazioni normative/legislative utili a definire il corretto valore da attribuire agli indicatori. Chi deve inserire i dati all'interno della matrice dovrà dunque procurarsi in primis i dati relativi agli indicatori relativi a tutti i parametri, che scaturiscono dal progetto realizzato, o in fase di progettazione definitiva e/o esecutiva. In seguito si valuta, rispetto alla scala dei valori della settima colonna, quale valore attribuire ad ogni indicatore e dunque si inserisce nella colonna specifica il numero da 1 a 5, così scelto. La matrice automaticamente fornirà, attraverso la valutazione dei pesi per ogni colonna e quindi del contributo di ogni parametro, una valutazione per le diverse esigenze. In questo modo è possibile, in primo luogo, stabilire quali siano le esigenze maggiormente rispettate e quali siano invece compromesse da scelte troppo impattive, sia rispetto agli ecosistemi (ecosostenibilità) sia rispetto all'uomo (biocompatibilità), sia rispetto alla cosiddetta tecnosfera; ma sarà anche possibile risalire al parametro e al suo indicatore responsabili del maggior danno, attuando così in tempo reale nel progetto una scelta di minor gravità.

4.2 Definizione delle categorie di impatto

4.2.1 Ecosostenibilità

L'ecosostenibilità può essere definita come l'attività umana che regola la propria pratica secondo assunti ecologisti nel quadro dello sviluppo sostenibile. Il rinnovamento delle risorse è al centro del discorso ecosostenibile, ed è visto come capacità intrinseca del mondo di trasformarsi in maniera ciclica, capacità che va difesa per non modificare i delicati equilibri terrestri. Il concetto di ecosostenibilità si basa sui seguenti principi:

1. l'esistenza di vincoli in un pianeta finito, ovvero il riconoscimento che esiste una *carrying capacity* del pianeta Terra (capacità portante del pianeta);
2. la consapevolezza che il secondo principio della termodinamica pone dei limiti agli usi e alle trasformazioni energetiche;
3. l'accettazione delle ipotesi di Herman Daly, padre della teoria della sostenibilità e cioè che:
 - il tasso di utilizzazione delle risorse rinnovabili non deve essere superiore al loro tasso di rigenerazione;
 - l'immissione di sostanze inquinanti e di scorie nell'ambiente non deve superare la capacità di carico dell'ambiente stesso;
 - lo stock di risorse non rinnovabili deve essere sfruttato ad un ritmo che, per quanto possibile, non superi il ritmo di introduzione di sostituti rinnovabili.

Tutte le attività e gli interventi umani devono essere quindi programmate e progettate in modo tale che l'operato risulti compatibile con il sistema più ampio di cui la Terra è parte, secondo un concetto di "economia", termine che deriva da *oikos* = casa, che si rivolge a tutti gli aspetti in una visione olistica e che presuppone l'approccio interdisciplinare coordinato ed una risposta globale.

In conclusione, l'ecosostenibilità sembra rappresentare uno dei punti di riferimento per una nuova visione, basata sulla riconciliazione dell'umanità con la natura, provocando un sostanziale mutamento rispetto alla prevalente civiltà occidentale dell'era moderna. Questa, accompagnata dalla Rivoluzione Industriale, ha fatto emergere proprio questa visione che risiede nella necessità di rendere uniti tre diversi obiettivi: la libertà, l'uguaglianza e la fratellanza. E soprattutto di ridefinirne il significato.

Infatti proprio il desiderio di sostenibilità, che è l'espressione della rivoluzione postindustriale e dell'attuale transizione verso l'era postmoderna, tende a far emergere lo spostamento di attenzione:

- dall'eguaglianza all'equità, per rispettare e valorizzare la diversità come bene comune del Pianeta;
- dalla libertà alla sussidiarietà, per favorire le capacità di autogoverno, responsabilizzando e armonizzando livelli e dimensioni sociali diverse;
- dalla fratellanza alla solidarietà per favorire la coesione tra persone, comunità diverse e le altre componenti della natura del Pianeta, presenti e future.

CAT.	CLASSE DI ESIGENZA	ESIGENZA	REQUISITO	PARAMETRO	
ECOSOSTENIBILITA'	Salvaguardia dell'ambiente	Mitigazione	Limitazione dei cambiamenti climatici	Effetto serra	
				Acidificazione	
				Eutrofizzazione	
				Smog fotochimico	
		Protezione dell'ecosistema	Controllo dei rifiuti prodotti	Deforestazione	
				Rifiuti solidi	
				Rifiuti liquidi	
		Risparmio di risorse	Controllo delle risorse materiali utilizzate	Ciclo di riuso	
				Controllo delle risorse energetiche utilizzate	Prestazioni ambientali dei materiali utilizzati
					Energia incorporata delle materie prime
Energia consumata per il prodotto					
				Tipo di energia consumata nel processo produttivo	

Tabella 6 - La struttura della categoria d'impatto "Ecosostenibilità"

4.2.2 Biocompatibilità

Il termine biocompatibilità risulta composto dal prefisso bio- (dal greco *βίος*, “vita, essere vivente”) e dalla parola compatibilità, derivante dal latino *cum patior* (letteralmente “partecipare a”) traducibile con l’espressione “essere in sintonia con”; l’etimo sottolinea dunque in maniera evidente il carattere di armonia con la vita di tutto ciò che può definirsi biocompatibile. Il concetto è stato trattato in maniera organica per la prima volta nella letteratura medico-chirurgica, per la quale esso definisce la particolare proprietà di sostanze, organi o materiali, di essere ben tollerati da un organismo vivente e comprende l’idea dell’accettazione di un impianto artificiale da parte dei tessuti circostanti e da parte del corpo come un tutt’uno. Successivamente il termine biocompatibilità è diventato di uso comune anche nel linguaggio architettonico, quasi sempre accompagnato al concetto di ecosostenibilità. Il parallelo con la Medicina permette di definire la biocompatibilità in Architettura come la caratteristica di quei materiali/componenti/sistemi/edifici (“protesi artificiali”) che consente un loro equilibrato inserimento nel contesto naturale, evitando non solo qualunque forma di “rigetto”, ma anche qualsiasi effetto nocivo sulla vita, ed in particolar modo sulla salute degli uomini. Ad esempio se adattiamo il termine ai materiali dell’architettura, si possono definire materiali biocompatibili quelli che non provocano irritazioni e/o infiammazioni, non stimolano l’insorgere di reazioni allergiche e non causano nessun altra forma di patologia.

CAT.	CLASSE DI ESIGENZA	ESIGENZA	REQUISITO	PARAMETRO	
BICOMPATIBILITA'	Salute	Salubrità	Assenza di emissioni nocive	Voc	
				Fibre minerali	
				Elettromagnetismo	
			Controllo del rumore prodotto	Inquinamento acustico	
	Benessere	Benessere Acustico	Protezione dal rumore	Isolamento acustico ai rumori aerei esterni	Caratteristiche del pannello fotovoltaico
		Benessere visivo	Controllo dell'energia termica trasmessa	Controllo del flusso luminoso	Caratteristiche del pannello fotovoltaico
	Sicurezza in caso di incendio	Sicurezza in caso di incendio	Stabilità agli agenti ignei	Stabilità agli agenti ignei	Resistenza alla neve
					Sicurezza
Sicurezza	Sicurezza in caso di incendio	Stabilità agli agenti ignei	Stabilità agli agenti ignei	Reazione al fuoco	

Tabella 7 - La struttura della categoria d'impatto "Biocompatibilità"

4.2.3 Convenienza

Il Grande Dizionario Italiano della Hoepli, definisce conveniente *“ciò che si addice, appropriato”*. Dunque la categoria di impatto della Convenienza raccoglie in sé tutte quelle caratteristiche tecniche, gestionali ed economiche che rendono un sistema fotovoltaico più conveniente, e dunque preferibile, rispetto ad un altro, in relazione a quelle che sono le peculiarità del sito, dell’edificio e delle disponibilità economiche esistenti.

E’ questa una categoria di impatto che quasi mai i metodi di valutazione prendono in considerazione, ma che invece costituisce, come abbiamo visto (cfr. paragrafo 2.1.3), una delle tre dimensioni fondanti dello sviluppo sostenibile. Del resto la parola *“sviluppo”* implica inevitabilmente il concetto di progresso, di crescita, intesi senza dubbio non soltanto in termini economici, ma ciò non significa che le considerazioni di carattere finanziario vadano totalmente escluse.

Del resto se una tecnologia, un prodotto o un edificio sono caratterizzati da bassi impatti ambientali e/o dall’utilizzo di prodotti non nocivi per la salute umana, ma impongono costi di realizzazione e di gestione improponibili per la realtà del mercato entro cui vengono immessi, questi stessi sistemi non potranno definirsi globalmente sostenibili.

I tre aspetti, lo si sottolinea qui ancora una volta, sono strettamente connessi e non intercambiabili; si può pensare di assegnare priorità e pesi diversi ad ognuno di essi, ma mai sarà ipotizzabile che la massimizzazione di un solo di questi aspetti possa sopperire alla totale mancanza degli altri.

Del resto l’aspetto economico, ed in particolare il complesso rapporto costi/efficienza, vale ancor di più in relazione ad una tecnologia, quale quella del solare fotovoltaico, che risulta caratterizzata dalla peculiarità di presentare troppo spesso elevati costi di investimento iniziale ma di promettere, al tempo stesso, straordinarie opportunità di risparmio economico nel lungo periodo.

CAT.	CLASSE DI ESIGENZA	ESIGENZA	REQUISITO	PARAMETRO	
CONVENIENZA	Aspetto	Armonia con l'elemento architettonico	Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	Colore	
				Geometria	
				Consistenza materica	
	Fruibilità	Funzionalità	Facilità d'intervento	Tipologia d'installazione	
				Regolabilità	Tipologia di installazione
		Flessibilità	Spostabilità e Ricollocabilità	Tipologia di installazione	
				Caratteristiche del pannello fotovoltaico	
	Gestione	Resistenza	Affidabilità ed Efficienza	Dati climatici del sito	
				Dati dell'impianto	
				Perdite dell'impianto	
				Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	
				Caratteristiche tecniche dell'inverter	
				Caratteristiche tecniche della batteria	
		Semplicità di gestione	Facilità di installazione	Tipologia di installazione	
				Manutenibilità	Tipologia di installazione
				Pulibilità	Tipologia di installazione
				Riparabilità	Tipologia di installazione
				Sostituibilità	Tipologia di installazione
				Caratteristiche del pannello	
				Caratteristiche del pannello	
Integrabilità	Integrazione morfologica	Controllo dell'inserimento nell'edificio	Grado di integrazione		
			Colore		
			Geometria		
			Consistenza materica		
Economicità	Risparmio	Controllo delle spese e dei ricavi	Costi di realizzazione		
			Costi di gestione e manutenzione		
			Ammortamenti		

Tabella 8 - La struttura della categoria d'impatto "Convenienza"

4.3 Definizione delle classi, delle esigenze, dei requisiti e dei parametri

A. Ecosostenibilità

CATEG.	Il risparmio ed il rinnovamento delle risorse (sia materiche che energetiche) sono al centro del discorso ecosostenibile, in particolare il rinnovamento è visto come capacità intrinseca della Terra di trasformarsi in maniera ciclica, capacità che va difesa per non modificare i delicati equilibri terrestri.
--------	---

A. 1 Salvaguardia dell'ambiente

CLASSE	Insieme delle condizioni relative al mantenimento e miglioramento degli stati dei sovrasistemi di cui il sistema edilizio fa parte. (UNI 8289)
--------	--

A. 1.1 Mitigazione

ESIGENZA	L'esigenza di mitigazione, volta ad assicurare durabilità all'intero globo, parte dalla scelta dei materiali e delle tecniche produttive, attraversando ogni fase del ciclo di vita arrivando sino alla sua naturale conclusione, con la dismissione del prodotto.
----------	--

A. 1.1.1 Limitazione dei cambiamenti climatici

REQUISITO	I mutamenti climatici sono le variazioni a livello globale del clima della Terra (cambiamento dei valori medi o delle variazioni rispetto la media). Sono dovuti a cause naturali e, negli ultimi secoli, si ritiene anche all'azione dell'uomo le cui influenze sul clima sono causa di dibattito scientifico. Oltre che aumentando l'effetto serra, l'uomo ha apportato e apporta sempre più grandi quantità di calore in eccesso rispetto all'equilibrio termico naturale. Combustibili fossili ed energia nucleare aggiungono calore in eccesso all'atmosfera. Al contrario, sono poco climalteranti le energie rinnovabili quali le energie idrica, eolica, geotermica e soprattutto non è climalterante l'energia solare, disponibile in quantità infinita.
-----------	---

A. 1.1.1.1 Effetto Serra

PARAMETRO	I gas serra (anidride carbonica, metano, protossido di azoto, etc.) consentono alle onde corte emesse dal sole di attraversarli, ma trattengono le radiazioni infrarosse a onde lunghe riflesse dalla superficie terrestre. Questo permette di avere sulla Terra temperature adeguate alla vita. Ma la sovrabbondanza di emissioni di gas serra, determinate dalle attività umane, ha alterato l'equilibrio energetico della Terra, causando un aumento della temperatura atmosferica. I gas serra sono prodotti in particolar modo dalla combustione di combustibili fossili per la produzione di energia.
-----------	---

INDICATORI	Emissioni di CO ₂ nella fase di produzione	Scheda 1
	Emissioni di CO ₂ nella fase di produzione	Scheda 2
	Emissioni di CO ₂ nella fase di distribuzione	Scheda 3
	Emissioni di CO ₂ nella fase di uso	Scheda 4
	Emissioni di CO ₂ nella fase di dismissione	Scheda 5

A. 1.1.1.2 Acidificazione

PARAMETRO	L'acidificazione fa riferimento al processo che converte in acidi (acido solforico e acido nitrico) le sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera, come ammoniaca (NH ₃), ossidi di zolfo (SO _x) e ossidi di azoto (NO _x), rilasciati prevalentemente dalla combustione di biomassa, estrazione di minerali, agricoltura.
------------------	--

INDICATORI	Emissioni di SO ₂ eq. nella fase di produzione	Scheda 6
	Emissioni di SO ₂ eq. nella fase di produzione	Scheda 7
	Emissioni di SO ₂ eq. nella fase di distribuzione	Scheda 8
	Emissioni di SO ₂ eq. nella fase di uso	Scheda 9
	Emissioni di SO ₂ eq. nella fase di dismissione	Scheda 10

A. 1.1.1.3 Eutrofizzazione

PARAMETRO	L'eutrofizzazione fa riferimento al processo di eccessivo arricchimento dei vegetali acquatici causato dai nutrienti (azoto e fosforo) presenti nei fertilizzanti usati in agricoltura e negli scarichi industriali e urbani. I nutrienti incrementano esageratamente la crescita della flora acquatica, in particolare delle alghe che vanno a saturare lo spazio acquatico superficiale.
------------------	--

INDICATORI	Emissioni di PO ₄ eq. nella fase di produzione	Scheda 11
	Emissioni di PO ₄ eq. nella fase di produzione	Scheda 12
	Emissioni di PO ₄ eq. nella fase di distribuzione	Scheda 13
	Emissioni di PO ₄ eq. nella fase di uso	Scheda 14
	Emissioni di PO ₄ eq. nella fase di dismissione	Scheda 15

A. 1.1.1.4 Smog fotochimico

PARAMETRO	La principale causa dello smog fotochimico e delle nebbie tossiche è la presenza di ozono negli strati bassi dell'atmosfera. L'ozono si forma, negli strati bassi, per azione della radiazione solare sugli idrocarburi combinati con gli ossidi di azoto e i composti organici volatili.
------------------	---

INDICATORI	Emissioni di etilene eq. nella fase di produzione	Scheda 16
	Emissioni di etilene eq. nella fase di distribuzione	Scheda 17
	Emissioni di etilene eq. nella fase di uso	Scheda 18
	Emissioni di etilene eq. nella fase di dismissione	Scheda 19
	Emissioni di etilene eq. nella fase di dismissione	Scheda 20

A. 1.1.1.5 Riduzione strato di Ozono

PARAMETRO	Lo strato di ozono è uno strato protettivo dell'atmosfera, collocato nella stratosfera, all'altezza di 20-60 km dalla superficie terrestre, e costituito di ossigeno (O ₃). Tale strato consente di attenuare le radiazioni solari ultraviolette a onde corte (UV-B), che possono risultare dannose. La riduzione dello strato di ozono è causata dall'interazione con gli ossidi di cloro contenuti in gas come CFC, HCFC e HFC	
-----------	--	--

INDICATORI	Emissioni di CFC eq. nella fase di produzione	Scheda 21
	Emissioni di CFC equivalente nella fase di produzione	Scheda 22
	Emissioni di CFC equivalente nella fase di distribuzione	Scheda 23
	Emissioni di CFC equivalente nella fase di uso	Scheda 24
	Emissioni di CFC equivalente nella fase di dismissione	Scheda 25

A. 1.1.6 Deforestazione

PARAMETRO	Per deforestazione si intende l'eradicazione della superficie boscata con effetto duraturo, anche se non necessariamente definitivo. La deforestazione ha conseguenze sulla perdita della biodiversità, sull'effetto serra, sull'erosione del suolo e sulla desertificazione. La deforestazione riduce la capacità delle foreste di "catturare" l'anidride carbonica (CO ₂) causando l'aumento dell'effetto serra, inoltre provoca alterazioni nell'assorbimento dell'acqua e nella resistenza dei terreni, e quindi genera la possibilità di frane e smottamenti.	
-----------	--	--

INDICATORI	Presenza di materiali lignei e/o vegetali	Scheda 26
	Percentuale di materiali lignei e/o vegetali usati	Scheda 27
	Percentuale di provenienza regionale e/o locale	Scheda 28
	Percentuale di provenienza da foreste controllate	Scheda 29

A. 1.2 Protezione dell'ecosistema

ESIGENZA	Uno degli impatti ambientali di maggiore gravità che va ad incidere in maniera netta sugli equilibri dell'ecosistema locale è rappresentato dai rifiuti che un sistema/prodotto genera sia nella fase di produzione (rifiuti solidi, rifiuti liquidi) sia nella fase finale del ciclo di vita, quella della dismissione (impossibilità di riciclare o di riusare i componenti).
-----------------	---

A. 1.2.1 Controllo dei rifiuti prodotti

REQUISITO	Il controllo dei rifiuti prodotti all'interno di ciclo produttivi industriali deve consentire una minimizzazione delle quantità materiali dei rifiuti prodotti ed una loro gestione più semplificata possibile.
------------------	---

A. 1.2.1.1 Rifiuti solidi

PARAMETRO	I rifiuti solidi sono costituiti perlopiù da: materiali decomponibili (scarti organici in genere, residui vegetali, carta, legno, tessili, avanzi di cibo, carogne di animali); materiali non decomponibili (metalli, vetro, ceramica, materiali ferrosi e plastici); ceneri e polveri; rifiuti ingombranti (materiali provenienti da demolizioni, macchinari, elettrodomestici, vecchie auto e parti meccaniche); contenitori e imballaggi (in vetro, alluminio, materiale plastico, materiale cellulosico); rifiuti urbani pericolosi (pile, batterie, farmaci, i prodotti tossici e infiammabili, come candeggina, vernici, colle, insetticidi, oli minerali usati, residui ospedalieri, lampade a vapori di gas, tubi catodici); residui solidi risultanti dal processo di trattamento dei liquami (materiali trattenuti dalle griglie degli impianti di depurazione, materiali solidi stabilizzati, fanghi biologici); rifiuti industriali (sostanze chimiche di varia natura, tinture e simili, sabbie, cascami di lavorazione, oli e grassi); rifiuti derivanti da attività minerarie (scorie di vario genere, polveri e residui di carbone); rifiuti derivanti da attività agricole (letame e rifiuti zootecnici vari, scarti vegetali).
------------------	--

INDICATORI	Rifiuti pericolosi prodotti	<i>Scheda 30</i>
	Pericolosità dei rifiuti	<i>Scheda 31</i>
	Rifiuti non pericolosi prodotti	<i>Scheda 32</i>

A. 1.2.1.2 Rifiuti liquidi

PARAMETRO	Per rifiuti liquidi si intendono prodotti di scarto industriale, acque di lavorazione, acque contenenti inchiostri, solventi, vernici, oli, in generale sostanze che, se reimmesse nel sistema idrico, ne causerebbero l'inquinamento, con gravi conseguenze per l'ambiente e per l'uomo.
------------------	---

INDICATORI	Rifiuti pericolosi prodotti	<i>Scheda 33</i>
	Pericolosità dei rifiuti	<i>Scheda 34</i>
	Rifiuti non pericolosi prodotti	<i>Scheda 35</i>
	Scarico di acque calde	<i>Scheda 36</i>

A. 1.2.1.3 Controllo del ciclo di riuso

PARAMETRO	Già in fase di progettazione le scelte sulle connessioni dei vari componenti possono segnare il destino del prodotto in fase di dismissione. Gli indicatori che compongono il seguente parametro hanno scopo di valutare il livello di riuso che il prodotto può offrire nella fase di dismissione.
------------------	---

INDICATORI	Recuperabilità	<i>Scheda 37</i>
	Separabilità delle componenti	<i>Scheda 38</i>
	Omogeneità delle componenti	<i>Scheda 39</i>

A. 1.3 Risparmio di risorse

ESIGENZA	La definizione stessa di sviluppo sostenibile è strettamente correlata ad un tasso di prelievo di risorse ambientali materiali (le materie prime appunto) e immateriali (le risorse energetiche) commisurato alla naturale capacità di carico degli ecosistemi naturali.
-----------------	--

A. 1.3.1 Controllo delle risorse materiali utilizzate

REQUISITO	Attitudine a ridurre i consumi di materia necessaria per la realizzazione del sistema/prodotto.
------------------	---

A. 1.3.1.1 Prestazioni ambientali dei materiali utilizzati

PARAMETRO	Il parametro analizza ogni materiale che compone il prodotto attraverso una serie di indicatori che mirano a valutare il risparmio di risorse durante tutto il ciclo di vita.
------------------	---

INDICATORI	Reperibilità	<i>Scheda 40</i>
	Rinnovabilità	<i>Scheda 41</i>
	Materia nuova impiegata	<i>Scheda 42</i>
	Consumo di acqua nella produzione	<i>Scheda 43</i>
	Biodegradabilità	<i>Scheda 44</i>
	Ricuperabilità	<i>Scheda 45</i>
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente	<i>Scheda 46</i>

A. 1.3.1 Controllo delle risorse energetiche utilizzate

REQUISITO	Attitudine a ridurre i consumi d'energia necessaria allo svolgimento delle varie attività umane. Il risparmio può essere ottenuto sia modificando i processi in modo che ci siano meno sprechi sia utilizzando tecnologie in grado di trasformare l'energia da una forma all'altra in modo più efficiente o anche mediante l'auto produzione.
------------------	---

A. 1.3.1.1 Energia incorporata delle materie prime

PARAMETRO	L'energia incorporata serve per stimare la quantità di energia utilizzata per trasformare le materie prime in prodotti finiti. Si riferisce all'energia complessiva consumata durante le fasi di acquisizione delle materie prime, di trasporto delle materie prime dal luogo di estrazione al luogo di produzione, di trasformazione delle materie prime in prodotti finiti.	
INDICATORI	Materiale 1	<i>Scheda 47</i>
	Materiale 2	<i>Scheda 47</i>
	Materiale 3	<i>Scheda 47</i>
	Materiale 4	<i>Scheda 47</i>
	Materiale 5	<i>Scheda 47</i>

A 1.3.2.2 Energia consumata per il prodotto

PARAMETRO	Il parametro considera i consumi energetici del sistema fotovoltaico durante il suo intero ciclo di vita.
------------------	---

INDICATORI	Energia consumata per il processo produttivo	<i>Scheda 48</i>
	Energia consumata per la distribuzione	<i>Scheda 49</i>
	Energia di utilizzo (Consumo dell'inverter in fase operativa)	<i>Scheda 50</i>
	Energia di utilizzo (Consumo dell'inverter in assenza di carico)	<i>Scheda 51</i>
	Energia per la dismissione	<i>Scheda 52</i>

A. 1.3.2.3 Tipo di energia consumata nel processo produttivo

PARAMETRO	Il parametro valuta il tipo di energia (rinnovabile o non rinnovabile) utilizzata durante il processo produttivo.	
INDICATORI	Energia rinnovabile	<i>Scheda 53</i>
	Energia non rinnovabile	<i>Scheda 54</i>

B. Biocompatibilità

CATEG.	Caratteristica di quei materiali, componenti, sistemi, edifici ("protesi artificiali") che consente un loro equilibrato inserimento nel contesto naturale , evitando non solo qualunque forma di "rigetto", ma anche qualsiasi effetto nocivo sulla vita, ed in particolar modo sulla salute degli uomini.
---------------	--

B. 1 Salute

CLASSE	Stato di completo benessere fisico, psichico e sociale e non semplice assenza di malattia (OMS).
---------------	--

B. 1.1 Salubrità

ESIGENZA	Insieme delle condizioni che consentono all'utente di vivere e lavorare con un accettabile livello di salute. (OMS)
-----------------	---

B. 1.1.1 Assenza di emissioni nocive

REQUISITO	Attitudine a non produrre o rimettere sostanze tossiche, irritanti o corrosive.
------------------	---

B. 1.1.1.1 VOC

PARAMETRO	Con la denominazione di VOC (Volatile Organic Compounds) viene indicata una serie di sostanze con caratteristiche diverse, che sono presenti in ambiente indoor prevalentemente in fase di vapore.
------------------	--

INDICATORI	Materiali utilizzati nel prodotto	<i>Scheda 55</i>
	Tecniche usate per la riproduzione	<i>Scheda 56</i>
	Tecniche usate per la produzione	<i>Scheda 57</i>

B. 1.1.1.2 Fibre minerali

PARAMETRO	I materiali fibrosi impiegati a vario titolo in edilizia sono di diverse origini: minerale naturale (silicati e amianti) e artificiale (fibre di vetro, lana di roccia); organica naturale (cotone, lino, lana, seta) e artificiale (fibre chimico/sintetiche)
------------------	--

INDICATORI	Materiali utilizzati nel prodotto	<i>Scheda 58</i>
	Pericolosità dell'emissione	<i>Scheda 59</i>

B. 1.1.1.3 Elettromagnetismo

PARAMETRO	Inquinamento elettromagnetico da radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti, quali quelle prodotte da emittenti radiofoniche, cavi elettrici percorsi da correnti alternate di forte intensità (come gli elettrodotti della rete di distribuzione), reti per telefonia cellulare.
------------------	--

INDICATORI	Campo elettrico prodotto dal pannello (tensione a circuito aperto)	<i>Scheda 60</i>
	Posizione del pannello (fonte)	<i>Scheda 61</i>
	Campo magnetico prodotto dall'inverter (corrente di corto circuito)	<i>Scheda 62</i>
	Distanza dell'inverter (fonte)	<i>Scheda 63</i>

B. 1.1.2 Controllo del rumore prodotto

REQUISITO	Attitudine a non produrre eccessivo rumore. (UNI 8289)
------------------	--

B. 2.1.2.1 Inquinamento acustico

PARAMETRO	Introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le normali funzioni degli ambienti stessi
------------------	---

INDICATORI	Emissioni di rumore in fase di preproduzione	Scheda 64
	Emissioni di rumore in fase di produzione	Scheda 65
	Emissioni di rumore in fase d'uso (rumore prodotto dall'inverter)	Scheda 66
	Emissioni di rumore in fase di dismissione	Scheda 67

B. 2 Benessere

CLASSE	Insieme delle condizioni relative a stati del sistema edilizio adeguati alla vita, alla salute ed allo svolgimento delle attività degli utenti. (UNI 8289)
--------	--

B. 2.1 Benessere Acustico

ESIGENZA	<p>Il benessere acustico risulta essere quella condizione in cui un soggetto non sia disturbato nella sua attività dalla presenza di altri suoni e non subisca danni all'apparato uditivo provocati da una esposizione più o meno prolungata a fonti di rumore.</p> <p>La difesa dal rumore è una esigenza primaria; l'esposizione al rumore, infatti, provoca disturbo psicologico e ostacola lo svolgimento delle normali attività di un essere umano, riducendone il rendimento e la capacità di concentrazione.</p>
----------	---

B. 2.1.1 Protezione dal rumore

REQUISITO	Insieme delle condizioni atte a ridurre o eliminare del tutto i rumori proveniente dall'ambiente esterno ed interno.
-----------	--

B. 2.1.1.1 Isolamento acustico ai rumori aerei esterni

PARAMETRO	Attitudine a fornire un'adeguata resistenza ala passaggio dei rumori provenienti dall'ambiente esterno. (UNI 8289)
-----------	--

INDICATORI	Utilizzo del pannello come serramento o copertura vetrata	Scheda 68
	Fonoisolamento	Scheda 69
	Fonoassorbimento	Scheda 70

B. 2.1 Benessere Termico

ESIGENZA	<p>Il benessere termoigrometrico o thermal comfort è definito dall'American Society of Heating Ventilation and Air-conditioning Engineers ASHRAE come quel particolare stato della mente che esprime soddisfazione con l'ambiente circostante.</p> <p>Secondo gli studi e le teorie di Fanger il benessere termoigrometrico in un edificio si raggiunge a seconda delle relazioni che si instaurano tra le variabili soggettive e le variabili ambientali.</p>
----------	--

B. 2.1.1 Isolamento Termico

REQUISITO	Attitudine ad assicurare un'opportuna resistenza al passaggio di calore in funzione delle condizioni climatiche. (UNI 8289)
-----------	---

B 1.2.2 Caratteristiche del pannello fotovoltaico

PARAMETRO	Il parametro analizza le proprietà del pannello fotovoltaico relativamente al requisito di isolamento termico.
-----------	--

INDICATORI	Coefficiente di trasmittanza termica	<i>Scheda 71</i>
------------	--------------------------------------	------------------

B. 2.1.1 Controllo dell'energia termica trasmessa

REQUISITO	Attitudine a consentire un adeguato ingresso di energia termica raggianti attraverso superfici (trasparenti o opache) in funzione delle condizioni climatiche. (UNI 8289)
-----------	---

B. 1.2.2 Caratteristiche del pannello fotovoltaico

PARAMETRO	Il parametro analizza le proprietà del pannello fotovoltaico relativamente alla quantità di energia termica che passa attraverso di esso.
-----------	---

INDICATORI	Fattore solare	Scheda 72
	Emissività	Scheda 73

B. 2.3 Benessere Visivo

ESIGENZA	Stato di illuminazione (naturale e/o artificiale) in cui l'individuo può svolgere nel modo migliore i diversi compiti (visual task) che è chiamato ad assolvere.	
----------	--	--

B. 2.1.1 Controllo del flusso luminoso

REQUISITO	Attitudine a consentire l'ingresso di energia luminosa. (UNI 8289)	
-----------	--	--

B. 2.2.2.1 Caratteristiche del pannello fotovoltaico

PARAMETRO	Il parametro valuta le principali proprietà del pannello fotovoltaico relativamente alla quantità di luce trasmessa e riflessa dal pannello, se utilizzato come serramento o copertura vetrata.	
-----------	---	--

INDICATORI	Fattore di trasmissione luminosa	Scheda 74
	Fattore di riflessione luminosa	Scheda 75

B. 3 Sicurezza

CLASSE	Insieme delle condizioni relative all'incolumità degli utenti, nonché alla difesa e prevenzione di danni in dipendenza di fattori accidentali, nell'esercizio del sistema edilizio. (UNI 8289)	
--------	--	--

B. 3.1 Sicurezza strutturale

ESIGENZA	Insieme delle condizioni relative alla capacità del sistema a resistere sotto sollecitazioni di varia natura che ne possono provocare il danneggiamento, la degradazione fisica o ridurre il rendimento delle prestazioni.
----------	--

B. 3.1.1 Stabilità agli agenti atmosferici

REQUISITO	Insieme delle condizioni atte a garantire il comportamento di un prodotto edilizio sottoposto a sollecitazioni di natura atmosferica.
-----------	---

B. 3.1.1.1 Resistenza al vento

PARAMETRO	Attitudine del sistema a resistere sotto i carichi esercitati dal vento, mantenendo inalterate le prestazioni. (UNI 8289)
-----------	---

INDICATORI	Zona di vento	<i>Scheda 76</i>
	Classe di rugosità del terreno	<i>Scheda 77</i>
	Coefficiente di esposizione	<i>Scheda 78</i>
	Coefficiente di forma	<i>Scheda 79</i>

B. 3.1.1.2 Resistenza alla neve

PARAMETRO	Attitudine del sistema a resistere sotto i carichi esercitati dalla neve, mantenendo inalterate le prestazioni. (UNI 8289)
-----------	--

INDICATORI	Zona di carico neve al suolo	<i>Scheda 80</i>
	Coefficiente di forma	<i>Scheda 81</i>
	Discontinuità di quota tra i pannelli e la copertura	<i>Scheda 82</i>
	Possibilità di accumulo contro pareti verticali	<i>Scheda 83</i>
	Possibilità di accumulo dall'estremità sporgente	<i>Scheda 84</i>

B. 3.1.1.3 Resistenza all'irraggiamento

PARAMETRO	Attitudine di un sistema a non subire alterazioni fisiche e/o prestazionali a causa dell'esposizione intensiva e prolungata alla radiazione solare. (UNI 8289)
------------------	--

INDICATORI	Stabilità	<i>Scheda 85</i>
	Temperatura operativa minima	<i>Scheda 86</i>
	Temperatura operativa massima	<i>Scheda 87</i>

B. 3.1.1.4 Resistenza ai fluidi

PARAMETRO	Proprietà di un materiale/prodotto di non essere attraversato da un fluido.
------------------	---

INDICATORI	Tenuta all'acqua	<i>Scheda 88</i>
	Tenuta all'aria	<i>Scheda 89</i>

B. 3.2 Sicurezza in caso di incendio

ESIGENZA	Insieme delle condizioni relative alla capacità del sistema a resistere sotto sollecitazioni di natura ignea che ne possono provocare il danneggiamento o ridurre il rendimento delle prestazioni.
-----------------	--

B. 3.2.1 Stabilità agli agenti ignei

REQUISITO	Insieme delle condizioni atte a garantire il comportamento di un prodotto edilizio sottoposto a sollecitazioni di natura ignea.
------------------	---

B. 3.2.1.1 Resistenza al fuoco

PARAMETRO	Si intende l'attitudine di un elemento da costruzione (componente o struttura) a conservare sotto l'azione del fuoco, agente secondo un programma termico prestabilito e per un tempo determinato, tutto o in parte: la stabilità (o resistenza) R la tenuta (o ermeticità) E l'isolamento termico I
------------------	---

INDICATORI	Classe di resistenza al fuoco	<i>Scheda 90</i>
-------------------	--------------------------------------	------------------

B. 3.2.1.2 Reazione al fuoco

PARAMETRO	Fornisce un'indicazione sulla partecipazione alla combustione dei materiali nella fase iniziale di incendio ed in quella immediatamente successiva quando l'incendio è in atto ma non ancora completamente sviluppato, prima cioè del cosiddetto punto di incendio generalizzato o "flash-over".
------------------	--

INDICATORI	Classe di reazione al fuoco	<i>Scheda 91</i>
-------------------	------------------------------------	------------------

C. Convenienza

CATEG. Insieme delle caratteristiche tecniche, gestionali ed economiche che rendono un sistema fotovoltaico preferibile, rispetto ad un altro, in relazione a quelle che sono le peculiarità del sito, dell'edificio e delle disponibilità economiche esistenti.

C. 1 Aspetto

CLASSE

Insieme delle condizioni relative alla fruizione percettiva del sistema fotovoltaico in relazione all'elemento architettonico destinato ad accogliere il sistema stesso.

C 1.1 Armonia con l'elemento architettonico

ESIGENZA

Insieme dei rapporti geometrici, morfologici e materici che consentono un equilibrato inserimento del sistema fotovoltaico nell'elemento architettonico in cui è installato.

C 1.1 Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico

REQUISITO

Attitudine del sistema ad essere inserito in maniera equilibrata in relazione all'elemento tecnico che lo contiene o che lo supporta.

C 1.1.1 Colore

PARAMETRO

Il parametro considera la qualità delle differenze cromatiche tra i moduli e l'elemento tecnico su cui sono installati.

INDICATORI

Contrasto e Omogeneità

Scheda 92

Opacità e Riflessione

Scheda 93

C 1.1.2 Geometria

PARAMETRO	Il parametro valuta l'armonia delle relazioni geometriche che si instaurano tra i moduli e l'elemento tecnico su cui sono installati.
-----------	---

INDICATORI	Relazioni formali	<i>Scheda 94</i>
	Posizione	<i>Scheda 95</i>
	Superficie occupata	<i>Scheda 96</i>
	Allineamenti	<i>Scheda 97</i>

C 1.1.3 Consistenza materica

PARAMETRO	Il parametro valuta le differenze di tessitura materica tra i moduli e l'elemento tecnico su cui sono installati.
-----------	---

INDICATORI	Trasparenza	<i>Scheda 98</i>
	Superficie riflettente	<i>Scheda 99</i>

C. 2 Fruibilità

CLASSE	Insieme delle condizioni relative a stati del sistema ad essere adeguatamente usato dagli utenti nello svolgimento delle attività. (UNI 8289)
--------	---

C. 2.1 Funzionalità

ESIGENZA	Insieme delle condizioni relative alla semplicità intrinseca del sistema di essere gestito ed utilizzato per svolgere in modo continuo la funzione ad esso richiesta.
----------	---

C 2.1.1 Facilità d'intervento

REQUISITO	Possibilità di operare ispezioni, manutenzione e ripristini in modo agevole. (UNI 8289)
-----------	---

C 2.1.1.1 Caratteristiche del tipo di installazione

PARAMETRO	Il parametro valuta le caratteristiche della tipologia d'installazione del sistema fotovoltaico (posizione e tipo di struttura di sostegno).
-----------	--

INDICATORI	Posizione dell'installazione	<i>Scheda 100</i>
	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 101</i>

C 2.1.2 Regolabilità

REQUISITO	Attitudine a subire variazioni, indotte intenzionalmente.
-----------	---

C 2.1.2.1 Tipologia di installazione

PARAMETRO	Il parametro valuta le caratteristiche della tipologia d'installazione del sistema fotovoltaico (posizione e tipo di struttura di sostegno).
-----------	--

INDICATORI	Posizione dell'installazione	<i>Scheda 102</i>
	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 103</i>

C. 2.2 Flessibilità

ESIGENZA	Insieme delle condizioni relative alla possibilità del sistema di essere utilizzato per funzioni ed in posizioni diverse da quella originaria.
----------	--

C. 2.2.1 Spostabilità e Ricollocabilità

REQUISITO	Attitudine del sistema a subire variazioni di installazione e posizionamento.
-----------	---

C 2.2.1.1 Tipologia di installazione

PARAMETRO	Il parametro valuta le caratteristiche della tipologia d'installazione del sistema fotovoltaico (posizione e tipo di struttura di sostegno).
-----------	--

INDICATORI	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 104</i>
	Possibilità d'installazione	<i>Scheda 105</i>

C. 3 Gestione

ESIGENZA	Insieme delle condizioni relative all'economia di esercizio del sistema edilizio. (UNI 8289)
----------	--

C 3.1 Resistenza

ESIGENZA	Insieme delle caratteristiche dei vari componenti dell'impianto che consentono una gestione semplificata e vantaggiosa relativamente al rendimento delle prestazioni durante l'intera vita utile del sistema fotovoltaico.
----------	--

C. 3.1.1 Affidabilità ed Efficienza

REQUISITO	Capacità di mantenere sensibilmente invariata nel tempo la qualità in condizioni d'uso determinate. (UNI 8289)
-----------	--

C. 3.1.1.1 Dati climatici del sito

PARAMETRO	Il parametro analizza alcuni dati climatici, peculiari del sito in cui il sistema andrà installato, al fine di valutare la producibilità di energia elettrica.	
-----------	--	--

INDICATORI	Irradiazione solare media annuale	<i>Scheda 106</i>
------------	--	-------------------

C. 3.1.1.2 Dati dell'installazione

PARAMETRO	Il parametro analizza alcuni dati riguardanti la posizione di installazione dell'impianto, al fine di valutare il livello di producibilità di energia elettrica.	
-----------	--	--

INDICATORI	Esposizione dei pannelli	<i>Scheda 107</i>
	Inclinazione dei pannelli	<i>Scheda 108</i>

C. 3.1.1.3 Perdite dell'impianto

PARAMETRO	Il parametro analizza le perdite nell'efficienza dell'impianto dovute a fattori ambientali, a caratteristiche tecniche dei componenti o alla cattiva installazione.	
-----------	---	--

INDICATORI	Perdite per riflessione	<i>Scheda 109</i>
	Perdite di mismatch	<i>Scheda 110</i>
	Perdite per basso irraggiamento	<i>Scheda 111</i>
	Perdite per effetto della temperatura	<i>Scheda 112</i>
	Perdite nel convertitore	<i>Scheda 113</i>
	Perdite nel sistema di accumulo	<i>Scheda 114</i>

C. 3.1.1.4 Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico

PARAMETRO	Un modulo fotovoltaico è un dispositivo in grado di convertire l'energia solare direttamente in energia elettrica mediante effetto fotovoltaico ed è impiegato come generatore di corrente quasi puro in un impianto fotovoltaico. Può essere meccanicamente preassemblato a formare un pannello fotovoltaico. Il presente parametro valuta il grado di rispondenza alle esigenze relative alle sue caratteristiche tecniche.
------------------	---

INDICATORI	Efficienza	<i>Scheda 115</i>
	Fill Factor (Fattore di riempimento)	<i>Scheda 116</i>
	Potenza massima	<i>Scheda 117</i>
	Rapporto tra potenza e superficie occupata	<i>Scheda 118</i>
	Tensione di circuito aperto	<i>Scheda 119</i>
	Tensione di corto circuito	<i>Scheda 120</i>
	Vita utile	<i>Scheda 121</i>
	Peso	<i>Scheda 122</i>
	Stabilità	<i>Scheda 123</i>

C 3.1.1.4 Caratteristiche tecniche dell'inverter

PARAMETRO	Un inverter è un apparato elettronico in grado di convertire corrente continua in corrente alternata eventualmente a tensione diversa, oppure una corrente alternata in un'altra di differente frequenza.
------------------	---

INDICATORI	Efficienza	<i>Scheda 124</i>
	Temperatura operativa minima	<i>Scheda 125</i>
	Temperatura operativa massima	<i>Scheda 126</i>
	Peso	<i>Scheda 127</i>

C 3.1.1.5 Caratteristiche tecniche della batteria

PARAMETRO	L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici viene immagazzinata nelle batterie, per renderla disponibile quando la luce del sole non è sufficiente.
------------------	--

INDICATORI	Presenza della batteria	<i>Scheda 128</i>
	Efficienza	<i>Scheda 129</i>
	Durata	<i>Scheda 130</i>
	Resistenza alle escursioni termiche (temperatura minima)	<i>Scheda 131</i>
	Resistenza alle escursioni termiche (temperatura massima)	<i>Scheda 132</i>

C 3.2 Semplicità di gestione

ESIGENZA	Insieme delle condizioni relative alla capacità del sistema di essere gestito ed utilizzato in maniera elementare.
----------	--

C 3.2.1 Facilità di installazione

REQUISITO	Attitudine dei componenti dell'impianto fotovoltaico ad essere installati agevolmente.
-----------	--

C 3.2.1.1 Tipologia di installazione

PARAMETRO	Il parametro valuta le caratteristiche della tipologia d'installazione del sistema fotovoltaico (posizione e tipo di struttura di sostegno).
-----------	--

INDICATORI	Posizione dell'installazione	<i>Scheda 133</i>
	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 134</i>

C 3.2.2.1 Tipologia di installazione

PARAMETRO	Il parametro valuta le caratteristiche della tipologia d'installazione del sistema fotovoltaico (posizione e tipo di struttura di sostegno).
-----------	--

INDICATORI	Posizione dell'installazione	<i>Scheda 135</i>
	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 136</i>

C 3.2.2 Manutenibilità

REQUISITO	Attitudine di un elemento tipologico a mantenere in condizioni di integrità le capacità di fornire le prestazioni tipologiche ordinarie. (UNI 8289)
-----------	---

C 3.2.2.1 Tipologia di installazione

PARAMETRO	Il parametro valuta le caratteristiche della tipologia d'installazione del sistema fotovoltaico (posizione e tipo di struttura di sostegno).
-----------	--

INDICATORI	Posizione dell'installazione	<i>Scheda 137</i>
	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 138</i>

C 3.2.3 Pulibilità

REQUISITO	Attitudine di un elemento tipologico a consentire la facile rimozione di sporcizia e di sostanze indesiderate. (UNI 8289)
-----------	---

C. 3.2.3.1 Tipologia di installazione

PARAMETRO	Il parametro valuta le caratteristiche della tipologia d'installazione del sistema fotovoltaico (posizione e tipo di struttura di sostegno).
-----------	--

INDICATORI	Posizione dell'installazione	<i>Scheda 139</i>
	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 140</i>

C. 3.2.4 Riparabilità

REQUISITO	Attitudine a ripristinare l'integrità, la funzionalità e l'efficienza di parti o di oggetti guasti. (UNI 8289)
------------------	--

C. 3.2.4.1 Tipologia di installazione

PARAMETRO	Il parametro valuta le caratteristiche della tipologia d'installazione del sistema fotovoltaico (posizione e tipo di struttura di sostegno).
------------------	--

INDICATORI	Posizione dell'installazione	<i>Scheda 141</i>
	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 142</i>

C 3.2.5 Sostituibilità

REQUISITO	Attitudine a consentire la collocazione di elementi tecnici al posto di altri. (UNI 8289)
------------------	---

C 3.2.5.1 Tipologia di installazione

PARAMETRO	Il parametro valuta le caratteristiche della tipologia d'installazione del sistema fotovoltaico (posizione e tipo di struttura di sostegno).
------------------	--

INDICATORI	Posizione dell'installazione	<i>Scheda 143</i>
	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 144</i>
	Possibilità di sostituire un'unica cella/modulo	<i>Scheda 145</i>

C. 4 Integrabilità

ESIGENZA

Insieme delle condizioni relative all'attitudine delle unità e degli elementi del sistema edilizio a connettersi funzionalmente tra loro. (UNI 8289)

C. 4.1 Integrazione morfologica

REQUISITO

Insieme delle condizioni relative alla fruizione percettiva del sistema fotovoltaico in relazione all'intero organismo architettonico. (UNI 8289)

C 4.1.1 Controllo dell'inserimento nell'edificio

REQUISITO

Attitudine del sistema ad essere inserito in maniera equilibrata in relazione con l'intero organismo edilizio.

C 4.1.1.1 Grado di integrazione

PARAMETRO

Il parametro valuta il livello di integrazione del sistema con l'organismo edilizio.

INDICATORI

Modalità di integrazione

Scheda 146

C 4.1.1.2 Colore

PARAMETRO

Il parametro considera la qualità delle differenze cromatiche tra i moduli e l'elemento tecnico su cui sono installati.

INDICATORI

Contrasto e Omogeneità

Scheda 147

Opacità e Riflessione

Scheda 148

C. 4.1.1.3 Geometria

PARAMETRO	Il parametro valuta l'armonia delle relazioni geometriche che si instaurano tra i moduli e l'elemento tecnico su cui sono installati.
-----------	---

INDICATORI	Relazioni formali	<i>Scheda 149</i>
	Posizione	<i>Scheda 150</i>
	Superficie occupata	<i>Scheda 151</i>
	Allineamenti	<i>Scheda 152</i>

C. 4.1.1.4 Consistenza materica

PARAMETRO	Il parametro valuta le differenze di tessitura materica tra i moduli e l'elemento tecnico su cui sono installati.
-----------	---

INDICATORI	Trasparenza	<i>Scheda 153</i>
	Superficie riflettente	<i>Scheda 154</i>

C. 5 Economicità

CLASSE	Insieme delle condizioni atte a ridurre al minimo i costi del sistema/prodotto.
--------	---

C 5.1 Risparmio economico

ESIGENZA	Insieme delle condizioni relative alla capacità del sistema di minimizzare le spese e massimizzare i profitti.
----------	--

C. 5.1.1 Controllo delle spese e dei ricavi

REQUISITO	Attitudine del sistema a garantire un soddisfacente rapporto tra i costi (di realizzazione e di gestione) e i benefici (in termini di livelli prestazionali e di risparmio monetario)
------------------	---

C. 5.1.1.1 Costi di realizzazione

PARAMETRO	Il parametro considera i costi dei principali componenti del sistema fotovoltaico (modulo, batteria, inverter, etc.).
------------------	---

INDICATORI	Costo dei pannelli	<i>Scheda 155</i>
	Costo dell'inverter	<i>Scheda 156</i>
	Costo della batteria	<i>Scheda 157</i>
	Costo della struttura di sostegno	<i>Scheda 158</i>
	Costo dei quadri elettrici	<i>Scheda 159</i>
	Costo dei cavi elettrici	<i>Scheda 160</i>

C. 5.1.1.2 Costi di gestione e manutenzione

PARAMETRO	Il parametro considera i costi dell'impianto durante la sua fase di utilizzo dovuti alla necessaria periodica manutenzione.
------------------	---

INDICATORI	Tipo di struttura di sostegno	<i>Scheda 161</i>
	Taglia dell'impianto	<i>Scheda 162</i>

C. 5.1.1.2 Ammortamenti

PARAMETRO	Il parametro considera gli eventuali incentivi ottenibili per l'installazione del sistema fotovoltaico, nonché il tempo di ammortamento dell'investimento iniziale.
------------------	---

INDICATORI	Pay back time dei pannelli	<i>Scheda 163</i>
	Incentivi	<i>Scheda 164</i>
	Pay back time dell'impianto	<i>Scheda 165</i>

4.4 Definizione degli indicatori

Per ciascuno dei 165 indicatori che definiscono i parametri di ciascuna classe, viene fornita una scheda esplicativa, in cui sono raccolte tutte le informazioni relative a:

- la sua definizione;
- la tipologia;
- la classe, esigenza, requisito e parametro di appartenenza;
- le fasi del ciclo di vita che coinvolge;
- il target dell'impatto;
- il suo calcolo (qualora sia di tipo quantitativo e necessari dell'applicazione di formule particolari);
- l'attribuzione del giusto punteggio in base alle soglie stabilite;
- i riferimenti normativi, tecnici e bibliografici utilizzati per la definizione delle soglie.

SCHEDE ESPLICATIVE DEGLI INDICATORI

LEGENDA

	Indicatori appartenenti alla categoria “Ecosostenibilità”
	Indicatori appartenenti alla categoria “Biocompatibilità”
	Indicatori appartenenti alla categoria “Convenienza”
	Richiamo ad una voce del glossario

Scheda Tipo - Numero della Scheda

1	Classe di appartenenza		<i>Indicatore</i>				
	Classe	1	Esigenza di appartenenza	Nome dell'indicatore			
		Esigenza	1	Requisito di appartenenza	<i>Descrizione</i>		
			Requisito	1	Parametro di appartenenza	In questo box viene fornita una descrizione sintetica dell'indicatore.	
	Parametro		<p>Tipologia</p> <p>In questo box viene indicata la natura dell'indicatore. Nel metodo di valutazione sono stati utilizzati quattro tipi di indicatori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Quantitativo: quando il valore da assegnare all'indicatore è di tipo quantitativo; <input type="checkbox"/> Qualitativo: quando il valore da assegnare all'indicatore corrisponde ad un giudizio di tipo qualitativo; <input type="checkbox"/> Si/No: quando il valore da assegnare all'indicatore <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione: questo tipo di indicatore si trova all'inizio del parametro: Può assumere due valori: Si oppure No. Nel primo caso devono essere compilati anche tutti gli altri indicatori presenti nel parametro, nel secondo invece tutti gli altri indicatori devono essere esclusi. <p>Fasi LC interessate</p> <p>In questo box vengono indicate a quali fasi del ciclo di vita si riferisce l'indicatore:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso <input type="checkbox"/> Dismissione 				
			<p>Target dell'impatto</p> <p>In questo box viene indicato il bersaglio dell'impatto considerato dall'indicatore.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici 				
			<table border="1"> <tr> <td>Abbreviazione</td> <td>Unità di Misura</td> </tr> <tr> <td>Abbreviazione dell'indicatore</td> <td>Unità di misura per la valutazione dell'indicatore</td> </tr> </table>	Abbreviazione	Unità di Misura	Abbreviazione dell'indicatore	Unità di misura per la valutazione dell'indicatore
Abbreviazione	Unità di Misura						
Abbreviazione dell'indicatore	Unità di misura per la valutazione dell'indicatore						

Soglie e Punteggi

In questo box viene indicata la corrispondenza tra soglie e punteggi per l'indicatore considerato.

Le soglie stabiliscono una scala di valori di riferimento grazie alla quale è possibile assegnare agli indicatori il corretto punteggio da 1 a 5.

Istruzioni per il calcolo

Nel caso di indicatori quantitativi che richiedono una particolare procedura di calcolo in questo spazio verranno fornite tutte le istruzioni necessarie.

Riferimenti normativi e tecnici

Questo box riporta i principali riferimenti normativi e tecnici di maggior rilievo per ciascun indicatore, utilizzati per la definizione delle soglie.

Fonti e Riferimenti bibliografici

Qualora non esistano norme legislative o tecniche, la valutazione delle soglie è stata effettuata grazie a dati disponibili nella letteratura scientifica. In questo box vengono indicate le fonti di riferimento.

Scheda 1

A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore				
	Classe	1	Mitigazione	Emissioni di gas serra nella fase di preproduzione			
		Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	Descrizione		
			Requisito	1	Effetto Serra	L'indicatore tiene conto delle emissioni di CO₂ equivalenti → generate nell'estrazione nella fase di preproduzione →.	
	Parametro		<p>Tipologia</p> <input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
			<p>Fasi LC interessate</p> <input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione				
			<p>Target dell'impatto</p> <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<table border="1"> <tr> <td>Abbreviazione</td> <td>Unità di Misura</td> </tr> <tr> <td>GWPpp</td> <td>Kg CO₂ eq/Kg</td> </tr> </table>	Abbreviazione	Unità di Misura	GWPpp	Kg CO ₂ eq/Kg
Abbreviazione	Unità di Misura						
GWPpp	Kg CO ₂ eq/Kg						

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 8
- 2 = da 4 a 8
- 3 = da 1 a 4
- 4 = da 0 a 1
- 5 = valori negativi*

* in molti prodotti che hanno come principale componente legno o altri vegetali, il valore di GWPpp può risultare negativo dal momento che, in un bilancio complessivo, viene considerata l'anidride carbonica assorbita dalla pianta durante la crescita. Le emissioni di anidride carbonica durante la produzione vengono quindi compensate dalla quantità di anidride carbonica assorbita dalla pianta durante la crescita. Questo potrebbe far pensare che tali materiali siano ad emissioni zero. In realtà gli altri indicatori di impatto evidenziano che la produzione di legno genera comunque altri tipi di inquinanti.

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22

aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”.

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 2

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i> Emissioni di gas serra durante la produzione				
Classe	1	Mitigazione	<i>Descrizione</i> L'indicatore tiene conto delle emissioni di CO₂ equivalenti → generate nella fase di produzione →, durante la trasformazione delle materie, l'assemblaggio dei componenti che costituiscono il pannello fotovoltaico e le operazioni di finitura.				
	Esigenza	1		Limitazione dei cambiamenti climatici			
		Requisito		1	Effetto Serra		
				Parametro	<p><i>Tipologia</i></p> <input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		<p><i>Fasi LC interessate</i></p> <input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso <input type="checkbox"/> Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione					
			<i>Target dell'impatto</i>				
			<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<table border="1"> <tr> <td><i>Abbreviazione</i></td> <td><i>Unità di Misura</i></td> </tr> <tr> <td>GWPp</td> <td>Kg CO₂ eq/KWp</td> </tr> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	GWPp	Kg CO ₂ eq/KWp
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
GWPp	Kg CO ₂ eq/KWp						

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 1200
- 2 = da 900 a 1200
- 3 = da 800 a 900
- 4 = da 600 a 800
- 5 = da 0 a 600

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183"(gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I, II, III, IV sono stati abrogati dal D. Lgs. 4 agosto 1999 n° 351);

D. Lgs. 4 agosto 1999, n. 351"Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 3

Classe	A	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore		
	Esigenza	1	Mitigazione	Emissioni di gas serra nella fase di distribuzione		
		Requisito	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	Descrizione	
			1	Effetto Serra	L'indicatore tiene conto delle emissioni di CO ₂ equivalenti → generate nella fase di distribuzione →, durante il trasporto del pannello fotovoltaico → finito, dallo stabilimento produttivo al luogo di installazione.	
Parametro	Tipologia			Target dell'impatto		
	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
	Fasi LC interessate					
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione						
		Abbreviazione		Unità di Misura		
		GWPd		Kg CO ₂ eq/tKm		

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 2000
 2 = da 1300 a 2000
 3 = da 800 a 1300
 4 = da 300 a 800
 5 = da 0 a 300

Istruzioni per il calcolo

$$GWPt = E_{mt} \times D \times P$$

dove:

E_{mt} = emissioni di Kg CO₂ eq. in funzione del mezzo di trasporto considerato, in particolare:

MEZZO DI TRASPORTO	UNITA' FUNZIONALE	E_{mt} (Kg CO ₂ eq)
Treno	tKm	0,0137
Camion da 16 t	tKm	0,3180
Camion da 32 t	tKm	0,2230
Camion da 40 t	tKm	0,1650
Chiatta cisterna	tKm	0,0424
Chiatta	tKm	0,0475

Fonte: Banca dati Ecoinvent v. 1.3

D = distanza del trasporto espressa in Km
P = quantità di prodotto trasportato espressa in t

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 “Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183” (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente”;

DM 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”.

Riferimenti bibliografici

ANPA, “Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale” in *Stato dell’ambiente n. 12/2000*

Banca Dati I-LCA, 2000

ANPA, Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in Aria, *Manuale dei fattori di emissione nazionali*, gennaio 2002

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 4

A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore Emissioni di gas serra nella fase di uso	
Classe	1	Mitigazione	Descrizione L'indicatore tiene conto delle emissioni di CO ₂ equivalenti→ generate nella fase di uso→ del pannello fotovoltaico→.	
	Esigenza	1		Limitazione dei cambiamenti climatici
		Requisito		1
	Parametro	Tipologia		
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
Fasi LC interessate		Target dell'impatto		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso <input type="checkbox"/> Dismissione		<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		GWPu	Kg CO ₂ eq/KWp	

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 500
- 2 = da 300 a 500
- 3 = da 200 a 300
- 4 = da 100 a 200
- 5 = da 0 a 100

Riferimenti normativi e tecnici

D. Lgs. 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";
 DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 5

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i> Emissioni di gas serra nella fase di dismissione		
Classe	1	Mitigazione	<i>Descrizione</i> L'indicatore tiene conto, in maniera qualitativa, delle emissioni di CO₂ equivalenti → che si potrebbero generare a seconda della modalità di dismissione → di ciascun materiale/componente del pannello fotovoltaico →.		
	Esigenza	1		Limitazione dei cambiamenti climatici	
		1		Effetto Serra	
	Requisito	Parametro		<i>Tipologia</i>	
				<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso <input type="checkbox"/> Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
		GWPs	-		

Soglie e Punteggi

- 1 = Incenerimento
- 2 = Riciclaggio di materiali e componenti
- 3 = Discarica
- 4 = Compostaggio
- 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I, II, III, IV sono stati abrogati dal D. Lgs. 4 agosto 1999 n° 351);

D. Lgs. 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 6

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>	Emissioni di SO₂ equivalenti nella fase di preproduzione
	Esigenza	1	Mitigazione		
		Requisito	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>
			1	Acidificazione	L'indicatore tiene conto delle emissioni di SO ₂ equivalenti generate nella fase di preproduzione.
			<i>Tipologia</i>		
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
			<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
			<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso <input type="checkbox"/> Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
				<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
				APpp	g SO ₂ eq/Kg

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 60
- 2 = da 50 a 60
- 3 = da 20 a 40
- 4 = da 10 a 30
- 5 = da 0 a 10

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994"Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351"Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 7

A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore		
	Classe	1	Mitigazione	Emissioni di SO₂ nella fase di produzione	
		Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	Descrizione
			Requisito	1	Acidificazione
			Tipologia		
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
			Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
			<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso <input type="checkbox"/> Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
				Abbreviazione	
				Unità di Misura	
				APp	
				kg SO ₂ eq/KWp	

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 500
- 2 = da 100 a 500
- 3 = da 10 a 100
- 4 = da 5 a 10
- 5 = da 0 a 5

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I, II, III, IV sono stati abrogati dal D. Lgs. 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs. 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 8

A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore Emissioni di SO₂ nella fase di distribuzione		
Classe	1	Mitigazione	Descrizione L'indicatore tiene conto delle emissioni di SO ₂ equivalenti → generate nella fase di distribuzione → del pannello fotovoltaico → finito dallo stabilimento produttivo al luogo di installazione.		
	Esigenza	1		Limitazione dei cambiamenti climatici	
		Requisito		1	Effetto Serra
				Tipologia	
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		Target dell'impatto			
Fasi LC interessate		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso <input type="checkbox"/> Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione	Unità di Misura		
		APd	g SO ₂ eq/tKm		

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 4000
 2 = da 2500 a 4000
 3 = da 1000 a 2500
 4 = da 500 a 1000
 5 = da 0 a 500

Istruzioni per il calcolo

$$APt = E_{mt} \times D \times P$$

dove:

E_{mt} = emissioni di g SO₂ eq. in funzione del mezzo di trasporto considerato, in particolare:

MEZZO DI TRASPORTO	UNITA' FUNZIONALE	E_{mt} (gg SO ₂ eq)
Treno	tKm	0,0683
Camion da 16 t	tKm	1,7000
Camion da 32 t	tKm	1,2200
Camion da 40 t	tKm	0,8660
Chiatta cisterna	tKm	0,3130
Chiatta	tKm	0,3380

Fonte: Banca dati Ecoinvent v. 1.3

D = distanza del trasporto espressa in Km
P = quantità di prodotto trasportato espressa in t

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 “Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183” (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 “Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l’introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari”;

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente”;

DM 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”.

Riferimenti bibliografici

ANPA, “Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale” in *Stato dell’ambiente n. 12/2000*

Banca Dati I-LCA, 2000

ANPA, Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in Aria, *Manuale dei fattori di emissione nazionali*, gennaio 2002

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 9

A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore Emissioni di SO₂ equivalenti nella fase di uso
Classe	1	Mitigazione	
	Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici
		Requisito	1
	Tipologia		L'indicatore tiene conto delle emissioni di SO ₂ equivalenti → generate nella fase di uso → del pannello fotovoltaico →.
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
Fasi LC interessate		Target dell'impatto	
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso <input type="checkbox"/> Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	Unità di Misura
		APu	g SO ₂ eq/KWp

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 500
- 2 = da 300 a 500
- 3 = da 200 a 300
- 4 = da 100 a 200
- 5 = da 0 a 100

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183"(gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I, II, III, IV sono stati abrogati dal D. Lgs. 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs. 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva

2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”.

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 10

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i> Emissioni di SO₂ equivalenti nella fase di dismissione		
Classe	1	Mitigazione	<i>Descrizione</i> L'indicatore tiene conto delle emissioni di SO₂ equivalenti → eventualmente generate dal prodotto per il suo smaltimento al termine del suo ciclo di vita →, nella fase di dismissione →.		
	Esigenza	1		Limitazione dei cambiamenti climatici	
		Requisito		1	Acidificazione
				<i>Tipologia</i>	
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	<i>Target dell'impatto</i>		
		<i>Fasi LC interessate</i> <input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione		<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente	
			<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
			APs	-	

Soglie e Punteggi

- 1 = Incenerimento
- 2 = Riciclaggio di materiali e componenti
- 3 = Discarica
- 4 = Compostaggio
- 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 11

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Esigenza	1	Mitigazione	Emissioni di PO₄ equivalenti nella fase di preproduzione		
		Requisito	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>	
			3	Eutrofizzazione	L'indicatore tiene conto delle emissioni di fosfati equivalenti generate nella fase di preproduzione → (estrazione e prima lavorazione delle materie prime).	
<i>Tipologia</i>				<i>Target dell'impatto</i>		
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
<i>Fasi LC interessate</i>						
<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione						
		<i>Abbreviazione</i>		<i>Unità di Misura</i>		
		EPpp		Kg PO ₄ eq/Kg		

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 3
 2 = da 1,5 a 3
 3 = da 0,7 a 1,5
 4 = da 0,5 a 0,7
 5 = da 0 a 0,5

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 12

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Esigenza	1	Mitigazione	Emissioni di PO₄ equivalenti nella fase di produzione		
		Requisito	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>	
			3	Eutrofizzazione	L'indicatore tiene conto delle emissioni di fosfati equivalenti prodotte durante il processo produttivo.	
				<i>Tipologia</i>		
				<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
				<i>Fasi LC interessate</i>		
				<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		
				<i>Target dell'impatto</i>		
				<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
				<i>Abbreviazione</i>		
				<i>Unità di Misura</i>		
				Epp		
				Kg PO ₄ eq/Kg		

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 1
 2 = da 0,6 a 1
 3 = da 0,4 a 0,6
 4 = da 0,2 a 0,4
 5 = da 0 a 0,2

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegration degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 13

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>	
	Esigenza	1	Mitigazione	Emissioni di PO₄ equivalenti nella fase di distribuzione →	
		1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>	
		3	Eutrofizzazione	L'indicatore tiene conto delle emissioni di fosfati equivalenti prodotte durante il trasporto delle materie prime dal luogo di estrazione/lavorazione allo stabilimento industriale.	
Requisito			<i>Tipologia</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
			<i>Fasi LC interessate</i>		
			<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		
				<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
				EPd	g PO ₄ eq/tKm

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 600
 2 = da 201 a 600
 3 = da 61 a 200
 4 = da 21 a 60
 5 = da 0 a 20

Istruzioni per il calcolo

$$EPd = E_{mt} \times D \times P$$

dove:

E_{mt} = emissioni di g PO₄ eq. in funzione del mezzo di trasporto considerato, in particolare:

MEZZO DI TRASPORTO	UNITA' FUNZIONALE	E_{mt} (g PO ₄ eq)
Treno	tKm	0,0123
Camion da 16 t	tKm	0,3560
Camion da 32 t	tKm	0,2560
Camion da 40 t	tKm	0,1790
Chiatta cisterna	tKm	0,0668
Chiatta	tKm	0,0715

Fonte: Banca dati Ecoinvent v. 1.3

D = distanza del trasporto espressa in Km
P = quantità di prodotto trasportato espressa in t

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 “Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183” (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 “Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l’introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari”;

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente”;

DM 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”.

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 14

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i> Emissioni di PO₄ equivalenti nella fase di uso				
Classe	1	Mitigazione					
	Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici				
		Requisito	3	Eutrofizzazione			
				<p><i>Tipologia</i></p> <input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<p><i>Fasi LC interessate</i></p> <input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione					
			<p><i>Descrizione</i></p> <p>L'indicatore tiene conto delle emissioni di fosfati equivalenti eventualmente generate dal prodotto durante la sua vita utile per il suo corretto funzionamento.</p>				
			<p><i>Target dell'impatto</i></p> <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<table border="1"> <tr> <td><i>Abbreviazione</i></td> <td><i>Unità di Misura</i></td> </tr> <tr> <td>EPu</td> <td>Kg PO₄ eq/Kg</td> </tr> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	EPu	Kg PO ₄ eq/Kg
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
EPu	Kg PO ₄ eq/Kg						

Soglie e Punteggi

1 = oltre 1,5
 2 = da 1 a 1,5
 3 = da 0,5 a 1
 4 = da 0,3 a 0,5
 5 = da 0 a 0,3

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il

monossido di carbonio”.

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 15

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>				
	Classe	1	Mitigazione	Emissioni di PO₄ equivalenti nella fase di dismissione →			
		Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>		
			Requisito	3	Eutrofizzazione	L'indicatore tiene conto delle emissioni di fosfati equivalenti eventualmente generate dal prodotto per il suo smaltimento al termine del suo ciclo di vita.	
			<p><i>Tipologia</i></p> <p><input type="checkbox"/> Quantitativo</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo</p> <p><input type="checkbox"/> Si/No</p> <p><input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione</p> <p><i>Fasi LC interessate</i></p> <p><input type="checkbox"/> Preproduzione</p> <p><input type="checkbox"/> Produzione</p> <p><input type="checkbox"/> Distribuzione</p> <p><input type="checkbox"/> Uso/Gestione</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Dismissione</p> <p><i>Target dell'impatto</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale</p> <p><input type="checkbox"/> Ecosistema Locale</p> <p><input type="checkbox"/> Utenti</p> <p><input type="checkbox"/> Edificio</p> <p><input type="checkbox"/> Prodotto/Componente</p> <p><input type="checkbox"/> Costi economici</p>				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Abbreviazione</i></th> <th><i>Unità di Misura</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EPs</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	EPs	-
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
EPs	-						

Soglie e Punteggi

- 1 = Incenerimento
 2 = Riciclaggio di materiali e componenti
 3 = Discarica
 4 = Compostaggio
 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 16

Classe	A	Ecosostenibilità		Indicatore		
	Esigenza	1	Salvaguardia dell'ambiente	Emissioni di POCP equivalenti nella fase di preproduzione		
		Requisito	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	Descrizione	
			4	Smog fotochimico	L'indicatore tiene conto delle emissioni di etilene equivalenti generate nella fase di preproduzione → (estrazione e prima lavorazione delle materie prime).	
				Tipologia		
				<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
				Fasi LC interessate		
				<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		
				Target dell'impatto		
				<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
				Abbreviazione		
				POCPpp		
				Unità di Misura		
				g C ₂ H ₄ eq/Kg		

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 5
 2 = da 1 a 5
 3 = da 0,5 a 1
 4 = da 0,2 a 0,5
 5 = da 0 a 0,2

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 17

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>				
Classe	1	Mitigazione	Emissioni di POCP equivalenti nella fase di produzione				
	Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici				
		Requisito	4	Smog fotochimico			
				<p><i>Descrizione</i></p> <p>L'indicatore tiene conto delle emissioni di etilene equivalenti generate nella fase di produzione→.</p>			
		<p><i>Tipologia</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione</p> <p><i>Fasi LC interessate</i></p> <p><input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione</p>	<p><i>Target dell'impatto</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici</p>				
			<table border="1"> <tr> <td><i>Abbreviazione</i></td> <td><i>Unità di Misura</i></td> </tr> <tr> <td>POCPp</td> <td>g C₂H₄ eq/Kg</td> </tr> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	POCPp	g C ₂ H ₄ eq/Kg
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
POCPp	g C ₂ H ₄ eq/Kg						

Soglie e Punteggi

1 = oltre 3
2 = da 1 a 3
3 = da 0,5 a 1
4 = da 0,2 a 0,5
5 = da 0 a 0,2

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il

monossido di carbonio”.

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 18

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Esigenza	1	Mitigazione	Emissioni di POCP equivalenti nella fase di distribuzione →		
		Requisito	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>	
			4	Smog fotochimico	L'indicatore tiene conto delle emissioni di etilene prodotte durante il trasporto del prodotto finito dal luogo di produzione al luogo di utilizzo.	
				<i>Tipologia</i>		
				<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
				<i>Fasi LC interessate</i>		
				<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		
				<i>Target dell'impatto</i>		
				<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
				<i>Abbreviazione</i>		
				<i>Unità di Misura</i>		
				POCPd		
				g C ₂ H ₄ eq/tKm		

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 500
- 2 = da 200 a 500
- 3 = da 100 a 200
- 4 = da 50 a 100
- 5 = da 0 a 50

Istruzioni per il calcolo

$$POCPd = E_{mt} \times D \times P$$

dove:

E_{mt} = emissioni di g POCP eq. in funzione del mezzo di trasporto considerato, in particolare:

MEZZO DI TRASPORTO	UNITA' FUNZIONALE	E_{mt} (g POCP eq)
Treno	tKm	0,0090
Camion da 16 t	tKm	0,3490
Camion da 32 t	tKm	0,2100
Camion da 40 t	tKm	0,1490
Chiatta cisterna	tKm	0,0266
Chiatta	tKm	0,0257

Fonte: Banca dati Ecoinvent v. 1.3

D = distanza del trasporto espressa in Km
P = quantità di prodotto trasportato espressa in t

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 “Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183” (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 “Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l’introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari”;

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente”;

DM 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”.

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 19

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>				
Classe	1	Mitigazione	Emissioni di POCP equivalenti nella fase di uso				
	Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici				
		Requisito	4	Smog fotochimico			
				<p><i>Tipologia</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo</p> <p><input type="checkbox"/> Qualitativo</p> <p><input type="checkbox"/> Si/No</p> <p><input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione</p> <p><i>Fasi LC interessate</i></p> <p><input type="checkbox"/> Preproduzione</p> <p><input type="checkbox"/> Produzione</p> <p><input type="checkbox"/> Distribuzione</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione</p> <p><input type="checkbox"/> Dismissione</p>			
		<p><i>Descrizione</i></p> <p>L'indicatore tiene conto delle emissioni di etilene eventualmente generate dal prodotto durante la sua vita utile per il suo corretto funzionamento.</p> <p><i>Target dell'impatto</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale</p> <p><input type="checkbox"/> Ecosistema Locale</p> <p><input type="checkbox"/> Utenti</p> <p><input type="checkbox"/> Edificio</p> <p><input type="checkbox"/> Prodotto/Componente</p> <p><input type="checkbox"/> Costi economici</p>					
			<table border="1"> <tr> <td><i>Abbreviazione</i></td> <td><i>Unità di Misura</i></td> </tr> <tr> <td>POCPu</td> <td>g C₂H₄ eq/Kg</td> </tr> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	POCPu	g C ₂ H ₄ eq/Kg
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
POCPu	g C ₂ H ₄ eq/Kg						

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 1
 2 = da 0,5 a 1
 3 = da 0,2 a 0,5
 4 = da 0,1 a 0,2
 5 = da 0 a 0,1

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il

monossido di carbonio”.

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 20

A1		Salvaguardia dell'ambiente	<i>Indicatore</i> Emissioni di POCP equivalenti nella fase di dismissione➔			
Classe	1	Mitigazione				
	Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>		
		Requisito	4	Smog fotochimico	L'indicatore tiene conto delle emissioni di etilene eventualmente generate dal prodotto per il suo smaltimento al termine del suo ciclo di vita➔.	
			Parametro	<i>Tipologia</i>		
				<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusionione/Esclusione		
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>				
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione		<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>			
		POCPs	-			

Soglie e Punteggi

- 1 = Incenerimento
- 2 = Riciclaggio di materiali e componenti
- 3 = Discarica
- 4 = Compostaggio
- 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il

monossido di carbonio”.

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 21

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>	Emissioni di CFC equivalenti nella fase di preproduzione
	1	Mitigazione		<i>Descrizione</i>	
	Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici		L'indicatore tiene conto delle emissioni di CFC → equivalenti generate nella fase di preproduzione → (estrazione e prima lavorazione delle materie prime).
	Requisito	4	Riduzione dello strato di ozono		
Parametro		Tipologia <input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
			Fasi LC interessate <input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		Target dell'impatto <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici
				Abbreviazione ODPpp	Unità di Misura mg CFC eq/Kg

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 0,3
 2 = da 0,15 a 0,3
 3 = da 0,1 a 0,15
 4 = da 0,05 a 0,1
 5 = da 0 a 0,05

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 22

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Classe	1	Mitigazione	Emissioni di CFC equivalenti nella fase di produzione	
		Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>
			Requisito	4	Riduzione dello strato di ozono
	Parametro	<i>Tipologia</i>			
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
				<i>Abbreviazione</i> <i>Unità di Misura</i>	
				ODPp mg CFC eq/Kg	

Soglie e Punteggi

1 = oltre 0,3
 2 = da 0,15 a 0,3
 3 = da 0,1 a 0,15
 4 = da 0,05 a 0,1
 5 = da 0 a 0,05

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 23

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i> Emissioni di CFC equivalenti nella fase di distribuzione	
Classe 1	Esigenza 1	Mitigazione	<i>Descrizione</i> L'indicatore tiene conto delle emissioni di CFC → equivalenti prodotte durante il trasporto del prodotto finito dal luogo di produzione al luogo di utilizzo.	
		1 Limitazione dei cambiamenti climatici		
		4 Riduzione dello Strato di Ozono		
		Requisito 4		
	Parametro	<i>Tipologia</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		<i>Fasi LC interessate</i>		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
			<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
			ODPd	mg CFC eq/Kmt

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 75
 2 = da 26 a 75
 3 = da 7,6 a 26
 4 = da 2,6 a 7,5
 5 = da 0 a 2,5

Istruzioni per il calcolo

$$\text{ODPd} = E_{\text{mt}} \times D \times P$$

dove:

E_{mt} = emissioni di g CFC eq. in funzione del mezzo di trasporto considerato, in particolare:

MEZZO DI TRASPORTO	UNITA' FUNZIONALE	E_{mt} (g POCP eq)
Treno	tKm	0,00127
Camion da 16 t	tKm	0,05030
Camion da 32 t	tKm	0,03630
Camion da 40 t	tKm	0,02730
Chiatta cisterna	tKm	0,00450
Chiatta	tKm	0,00481

Fonte: Banca dati Ecoinvent v. 1.3

D = distanza del trasporto espressa in Km
P = quantità di prodotto trasportato espressa in t

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 “Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183” (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 “Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l’introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari”;

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente”;

DM 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”.

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 24

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>
	1	Mitigazione		Emissioni di CFC equivalenti nella fase di uso
	Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>
		4	Riduzione dello strato di ozono	L'indicatore tiene conto delle emissioni di CFC → equivalenti eventualmente generate dal prodotto durante la sua vita utile per il suo corretto funzionamento.
Requisito	Parametro	<i>Tipologia</i>		<i>Target dell'impatto</i>
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		<i>Fasi LC interessate</i>		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici
				<i>Abbreviazione</i>
				<i>Unità di Misura</i>
				ODPu
				mg CFC eq/Kg

Soglie e Punteggi

1 = oltre 0,2
 2 = da 0,1 a 0,2
 3 = da 0,05 a 0,1
 4 = da 0,03 a 0,05
 5 = da 0 a 0,03

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 25

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>
	1	Mitigazione		Emissioni di CFC equivalenti nella fase di dismissione →
	Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>
		4	Riduzione dello strato di ozono	L'indicatore tiene conto delle emissioni di CFC equivalenti eventualmente generate dal prodotto per il suo smaltimento al termine del suo ciclo di vita.
Requisito	Parametro	<i>Tipologia</i>		<i>Target dell'impatto</i>
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		<i>Fasi LC interessate</i>		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione		<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici
				<i>Abbreviazione</i>
				<i>Unità di Misura</i>
				ODPs
				-

Soglie e Punteggi

- 1 = Incenerimento
 2 = Riciclaggio di materiali e componenti
 3 = Discarica
 4 = Compostaggio
 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti

Riferimenti normativi e tecnici

DPR 24 maggio 1988, n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183" (gli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I,II,III,IV sono stati abrogati dal D. lgs 4 agosto 1999 n° 351);

DM 25 novembre 1994 "Rettifiche al Decreto Ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari";

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";

DM 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 26

A1		Salvaguardia dell'ambiente	<i>Indicatore</i> Presenza di materiali lignei o vegetali				
Classe	1	Mitigazione					
		Esigenza	1 Limitazione dei cambiamenti climatici				
		Requisito	4 Deforestazione				
		Parametro	<p>Tipologia</p> <input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input checked="" type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
		<p>Fasi LC interessate</p> <input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<p><i>Descrizione</i></p> <p>L'indicatore tiene conto dell'eventuale utilizzo nei processi di preproduzione→ e produzione→ di materiali lignei e vegetali la cui raccolta può influire sul processo di deforestazione→.</p> <p><i>Target dell'impatto</i></p> <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<table border="1"> <tr> <td><i>Abbreviazione</i></td> <td><i>Unità di Misura</i></td> </tr> <tr> <td>Plv</td> <td>-</td> </tr> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Plv	-
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
Plv	-						

Soglie e Punteggi

SI/NO

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 27

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Classe	1	Mitigazione	Percentuale di materiali lignei o vegetali utilizzati	
		Esigenza	1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>
			Requisito	4	Deforestazione
	Parametro	<i>Tipologia</i>			
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
				<i>Abbreviazione</i> <i>Unità di Misura</i>	
				Ql %	

Soglie e Punteggi

- 1 = Ql > 60 %
 2 = 40 % < Ql < 60 %
 3 = 20 % < Ql < 40 %
 4 = 0 % < Ql < 20 %
 5 = nessun materiale vegetale

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

-

Scheda 28

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>	
	Esigenza	1	Mitigazione	Percentuale di provenienza locale e/o regionale	
		1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>	
		4	Deforestazione	L'indicatore tiene in considerazione la percentuale di materiali lignei e/o vegetali utilizzati provenienti da foreste o luoghi di raccolta presenti nella regione in cui sono situati i siti di lavorazione.	
Requisito	Parametro	<i>Tipologia</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i>		<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione			
				<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
				Pl	%

Soglie e Punteggi

1 = 0% < pl < 20%
 2 = 20% < pl < 40 %
 3 = 40% < pl < 60%
 4 = 60 % < pl < 80%
 5 = pl = 100%

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

-

Scheda 29

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>	
	Esigenza	1	Mitigazione	Percentuale di provenienza da foreste controllate	
		1	Limitazione dei cambiamenti climatici	<i>Descrizione</i>	
		4	Deforestazione	L'indicatore considera la percentuale di materiali lignei e/o vegetali utilizzati provenienti da foreste a gestione controllata.	
Requisito	Parametro	<i>Tipologia</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Fasi LC interessate</i>			
		<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione			
				<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
				Pfc	%

Soglie e Punteggi

1 = da 0 a 20%
 2 = da 20 a 40 %
 3 = da 40 a 60 %
 4 = da 60 a 80%
 5 = da 80 a 100%

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

-

Scheda 30

A1		Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
Classe	2	Protezione dell'ecosistema		Rifiuti solidi pericolosi prodotti		
		Esigenza	1	Controllo dei rifiuti prodotti		<i>Descrizione</i>
	Requisito			1	Rifiuti solidi	L'indicatore considera la quantità di rifiuti solidi speciali (pericolosi) generati durante il processo produttivo.
					Parametro	
	<input type="checkbox"/> Quantitativo					
<input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo						
<input type="checkbox"/> Si/No						
<input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione						
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>			
		<input type="checkbox"/> Preproduzione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale			
		<input checked="" type="checkbox"/> Produzione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale			
		<input type="checkbox"/> Distribuzione	<input type="checkbox"/> Utenti			
		<input type="checkbox"/> Uso/Gestione	<input type="checkbox"/> Edificio			
		<input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Prodotto/Componente			
			<input type="checkbox"/> Costi economici			
		<i>Abbreviazione</i>		<i>Unità di Misura</i>		
		Rsp		-		

Soglie e Punteggi

1 = quantità molto alta di rifiuti
 2 = quantità alta
 3 = quantità media
 4 = bassa quantità di rifiuti
 5 = nessuna quantità di rifiuti

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2006, n.284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Scheda 31

A1		Salvaguardia dell'ambiente	<i>Indicatore</i>				
Classe	2	Protezione dell'ecosistema	Pericolosità dei rifiuti solidi prodotti				
	Esigenza	2 Controllo dei rifiuti prodotti	<i>Descrizione</i>				
	Requisito	1 Rifiuti solidi	L'indicatore considera il grado di pericolosità dei rifiuti solidi speciali generati durante il processo produttivo.				
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
		Fasi LC interessate <input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	Target dell'impatto <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<table border="1"> <tr> <td><i>Abbreviazione</i></td> <td><i>Unità di Misura</i></td> </tr> <tr> <td>Rsgp</td> <td>-</td> </tr> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Rsgp	-
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
Rsgp	-						

Soglie e Punteggi

1 = radioattivi
 2 = mutageni
 3 = cancerogeni
 4 = infettivi
 5 = tossici

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2006, n.284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

Scheda 32

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Classe	2	Protezione dell'ecosistema	Rifiuti solidi non pericolosi prodotti	
		Esigenza	1	Controllo dei rifiuti prodotti	<i>Descrizione</i>
			Requisito	1	Rifiuti solidi
Parametro	<i>Tipologia</i> <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
			<i>Target dell'impatto</i>		
			<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Fasi LC interessate</i>			
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione			
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
		Rsnp	-		

Soglie e Punteggi

1 = quantità molto alta di rifiuti
 2 = quantità alta
 3 = quantità media
 4 = bassa quantità di rifiuti
 5 = nessuna quantità di rifiuti

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2006, n.284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in

materia ambientale"

Fonti e Riferimenti bibliografici

-

Scheda 33

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Classe	2	Protezione dell'ecosistema	Rifiuti liquidi pericolosi prodotti	
		Esigenza	1	Controllo dei rifiuti prodotti	<i>Descrizione</i>
			Requisito	2	Rifiuti liquidi
Parametro	<i>Tipologia</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
		<i>Fasi LC interessate</i>		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
				<i>Abbreviazione</i> <i>Unità di Misura</i>	
				Rlp -	

Soglie e Punteggi

1 = quantità molto alta di rifiuti
 2 = quantità alta
 3 = quantità media
 4 = bassa quantità di rifiuti
 5 = nessuna quantità di rifiuti

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2006, n.284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

Scheda 34

A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore Pericolosità dei rifiuti liquidi prodotti		
	Classe	2		Protezione dell'ecosistema	
		Esigenza		1	Controllo dei rifiuti prodotti
				Requisito	2
Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
	Fasi LC interessate <input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		Descrizione L'indicatore considera il grado di pericolosità dei rifiuti liquidi pericolosi generati durante il processo produttivo.		
		Target dell'impatto <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione Rlgp	Unità di Misura -		

Soglie e Punteggi

1 = radioattivi
 2 = mutageni
 3 = cancerogeni
 4 = infettivi
 5 = tossici

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2006, n.284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

Scheda 35

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>	
Classe	2	Protezione dell'ecosistema	Rifiuti liquidi non pericolosi prodotti	
	Esigenza	1	Controllo dei rifiuti prodotti	
		Requisito	2	Rifiuti liquidi
	Parametro		<i>Tipologia</i>	
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Rlnp	-	

Soglie e Punteggi

1 = quantità molto alta di rifiuti
 2 = quantità alta
 3 = quantità media
 4 = bassa quantità di rifiuti
 5 = nessuna quantità di rifiuti

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

Scheda 36

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>
			Scarico di acque calde
Classe	2	Protezione dell'ecosistema	
		Esigenza	1
Requisito	2		Rifiuti liquidi
		Parametro	<i>Tipologia</i>
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione
		<i>Fasi LC interessate</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	
		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Rlp	-

Soglie e Punteggi

1 = quantità molto alta di scarico acque calde
 2 = quantità alta di scarico acque calde
 3 = quantità media di scarico acque calde
 4 = bassa quantità di scarico di acque calde
 5 = nessuna quantità di scarico acque calde

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2006, n.284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

Scheda 37

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Classe	2	Protezione dell'ecosistema	Recuperabilità	
		Esigenza	1	Controllo dei rifiuti prodotti	<i>Descrizione</i>
			Requisito	3	Ciclo di riuso
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		Fasi LC interessate <input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione			
		Target dell'impatto <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione Unità di Misura			
		Rec -			

Soglie e Punteggi

1 = non recuperabile
 2 = riutilizzabile con trattamento
 3 = riciclabile
 4 = compostaggio/incenerimento
 5 = riutilizzabile così com'è

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

Scheda 38

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i> Separabilità delle componenti		
	Classe	2		Protezione dell'ecosistema	
		Esigenza		1	Controllo dei rifiuti prodotti
				Requisito	3
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	L'indicatore considera le tecniche di giunzione dei componenti del pannello fotovoltaico, valutandone il grado di facilità in relazione al disassemblaggio alla fine della vita utile→.		
		Fasi LC interessate <input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione		Target dell'impatto <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
			Abbreviazione Unità di Misura Sep -		

Soglie e Punteggi

- 1 = componenti assemblate con leganti
 2 = componenti assemblate tramite saldatura
 3 = componenti assemblate tramite incollaggio
 4 = componenti assemblate tramite serraggio
 5 = componenti assemblate tramite incastro

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2006, n.284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

Scheda 39

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i> Omogeneità delle componenti		
	Classe	2		Protezione dell'ecosistema	
		Esigenza		1	Controllo dei rifiuti prodotti
				Requisito	3
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	L'indicatore considera il numero di materiali differenti che vanno a comporre il prodotto finale, valutando in questo modo il livello di difficoltà nella loro separazione alla fine della vita utile.		
	Fasi LC interessate <input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione	Target dell'impatto <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici			
			Abbreviazione Unità di Misura Omo -		

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre otto materiali
- 2 = fino ad otto materiali
- 3 = dai tre ai cinque materiali
- 4 = due materiali
- 5 = un unico materiale

Riferimenti normativi e tecnici

D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22. Coordinato Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio Con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.L.vo 8 novembre 1997, n. 389, (G.U. n. 261 dell'8 novembre 1997) e dalla L. 9 dicembre 1998, n. 426 (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998).

Codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti)

D.P.C.M. 24 dicembre 2002 (G.U. 4 gennaio 2003 n. 3) - Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2006, n.284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

Scheda 40

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i> Reperibilità		
	Classe	3	Risparmio di risorse	<i>Descrizione</i> L'indicatore tiene conto della disponibilità in natura del materiale (o delle materie prime necessarie a produrlo) considerato.	
		Esigenza	1		Controllo delle risorse materiali
			Requisito		1
	Parametro	<i>Tipologia</i> <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i> <input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Target dell'impatto</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
				<i>Abbreviazione</i> Mrep	<i>Unità di Misura</i> -

Soglie e Punteggi

1= molto poco reperibile
 2= poco reperibile
 3= mediamente reperibile
 4= abbastanza reperibile
 5= molto reperibile

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., Banca dati Ecoinvent v. 1.3, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, Banca dati ICE v. 1.5, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, Atlante dei Materiali da Costruzione, UTET, Torino 2006

Scheda 41

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Esigenza	3	Risparmio di risorse	Rinnovabilità		
		Requisito	1	Controllo delle risorse materiali	<i>Descrizione</i>	
			Parametro	1	Prestazioni amb. dei materiali	L'indicatore tiene conto del tasso di rinnovabilità del materiale considerato. Le risorse materiche rinnovabili sono risorse che, per caratteristiche naturali o per effetto della coltivazione dell'uomo, si rinnovano nel tempo e risultano, quindi, disponibili per la sopravvivenza umana in quantità pressoché illimitata.
			<p><i>Tipologia</i></p> <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
			<p><i>Fasi LC interessate</i></p> <input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<p><i>Target dell'impatto</i></p> <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
				<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
				Mrin	-	

Soglie e Punteggi

1 = non rinnovabile
 2 = basso tasso di rinnovabilità
 3 = medio tasso di rinnovabilità
 4 = alto tasso di rinnovabilità
 5 = elevato tasso di rinnovabilità

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., Banca dati Ecoinvent v. 1.3, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, Banca dati ICE v. 1.5, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, Atlante dei Materiali da Costruzione, UTET, Torino 2006

Scheda 42

Classe	A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore	Materia nuova impiegata	
	Esigenza	3	Risparmio di risorse	Descrizione		
		1	Controllo delle risorse materiali			
		Requisito	1	Prestazioni ambientali dei materiali	L'indicatore considera la percentuale di materia nuova impiegata per la produzione del materiale considerato.	
Parametro	Tipologia					
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	Target dell'impatto		
		Fasi LC interessate				
			<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
				Abbreviazione	Unità di Misura	
				Mmn	%	

Soglie e Punteggi

1 = oltre 80
 2 = da 60 a 80
 3 = da 40 a 60
 4 = da 20 a 40
 5 = da 0 a 20

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., Banca dati Ecoinvent v. 1.3, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, Banca dati ICE v. 1.5, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, Atlante dei Materiali da Costruzione, UTET, Torino 2006

Scheda 43

A1		Salvaguardia dell'ambiente	<i>Indicatore</i> Consumo di acqua nella produzione		
Classe	3	Risparmio di risorse			
		Esigenza	2 Controllo delle risorse materiali	<i>Descrizione</i>	
			Requisito	1 Prestazioni ambientali dei materiali	L'indicatore considera il consumo di acqua nel processo di produzione del materiale.
		Parametro		<i>Tipologia</i>	
				<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>		
		<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
			<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
			Ma	-	

Soglie e Punteggi

1 = utilizzo d'acqua molto elevato
 2 = utilizzo d'acqua elevato
 3 = utilizzo d'acqua medio
 4 = utilizzo d'acqua basso
 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., Banca dati Ecoinvent v. 1.3, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, Banca dati ICE v. 1.5, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, Atlante dei Materiali da Costruzione, UTET, Torino 2006

Scheda 44

A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore		
	Classe	2	Risparmio di risorse	Biodegradabilità	
		Esigenza	1	Controllo delle risorse materiali	Descrizione
			Requisito	1	Prestazioni amb. dei materiali
	Parametro				
			Tipologia		
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
			Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
			<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
				Abbreviazione	
				Unità di Misura	
				Mbio	
				anni	

Soglie e Punteggi

1 = oltre i 100
 2 = da 50 a 100
 3 = da 5 a 50
 4 = da 1 a 5
 5 = da 0 a 1

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., Banca dati Ecoinvent v. 1.3, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, Banca dati ICE v. 1.5, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, Atlante dei Materiali da Costruzione, UTET, Torino 2006

Scheda 45

A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore Recuperabilità	
Classe	2	Risparmio di risorse		
	Esigenza	1	Controllo delle risorse materiali	
		Requisito	1	Prestazioni amb. dei materiali
	Parametro		Tipologia	
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
		<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Mrec	-	

Soglie e Punteggi

1 = non recuperabile
 2 = riutilizzabile con trattamento
 3 = riciclabile
 4 = compostaggio/incenerimento
 5 = riutilizzabile

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., Banca dati Ecoinvent v. 1.3, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, Banca dati ICE v. 1.5, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, Atlante dei Materiali da Costruzione, UTET, Torino 2006

Scheda 46

A1	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente	
Classe	3	Risparmio di risorse	Descrizione L'indicatore tiene conto della generazione durante il processo produttivo delle materie prime di rifiuti e scarti che non possono essere recuperati e vanno dunque smaltiti secondo processi inquinanti per l'ambiente.	
	Esigenza	1		Controllo delle risorse materiali utilizzate
		Requisito		1
	Parametro			Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
		<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Msca	-	

Soglie e Punteggi

1 = quantità molto alte di scarti
 2 = quantità alte di scarti
 3 = quantità media di scarti
 4 = bassa quantità di scarti
 5 = nessuna quantità di scarti

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., Banca dati Ecoinvent v. 1.3, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, Banca dati ICE v. 1.5, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, Atlante dei Materiali da Costruzione, UTET, Torino 2006

Scheda 47

A	Salvaguardia dell'ambiente		Indicatore Materiale				
	Classe 3	Esigenza 2	Risparmio di risorse				
		Esigenza 1	Requisito 2	Controllo delle risorse energetiche utilizzate			
			Requisito 1	Energia incorporata delle materie prime			
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	Descrizione L'indicatore tiene conto dell'energia incorporata → di ciascuna materia prima necessaria per la produzione del pannello fotovoltaico → considerato.				
		Fasi LC interessate <input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	Target dell'impatto <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<table border="1"> <tr> <td>Abbreviazione</td> <td>Unità di Misura</td> </tr> <tr> <td>Ei</td> <td>MJ/kg</td> </tr> </table>	Abbreviazione	Unità di Misura	Ei	MJ/kg
Abbreviazione	Unità di Misura						
Ei	MJ/kg						

Soglie e Punteggi

1 = oltre 150
 2 = da 50 a 150
 3 = da 30 a 50
 4 = da 10 a 30
 5 = da 0 a 10

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., Banca dati Ecoinvent v. 1.3, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, Banca dati ICE v. 1.5, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, Atlante dei Materiali da Costruzione, UTET, Torino 2006

Scheda 48

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>		
	Classe	3	Risparmio di risorse	Energia consumata per il processo produttivo	
		Esigenza	2	Controllo delle risorse energetiche utilizzate	<i>Descrizione</i>
			Requisito	2	Energia consumata per il prodotto
	Parametro	<i>Tipologia</i>			
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
				<i>Abbreviazione</i> <i>Unità di Misura</i>	
				Ep MJ/KWp	

Soglie e Punteggi

1 = oltre 25000
 2 = da 20000 a 25000
 3 = da 18000 a 20000
 4 = da 15000 a 18000
 5 = sotto i 15000

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., Banca dati Ecoinvent v. 1.3, ETH, Zurich 2005
 G. Hammond, C. Jones, Banca dati ICE v. 1.5, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006
 M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, Atlante dei Materiali da Costruzione, UTET, Torino 2006

Scheda 49

A1		Salvaguardia dell'ambiente	Indicatore	
Classe	1	Risparmio di risorse	Energia di trasporto per la distribuzione	
	Esigenza	1	Controllo delle risorse energetiche utilizzate	
		2	Energia consumata per il prodotto	
	Requisito	2	Energia consumata per il prodotto	L'indicatore considera l'energia necessaria per trasportare il pannello fotovoltaico → dal luogo di produzione al luogo di installazione.
		Parametro	Tipologia	
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
Fasi LC interessate		Target dell'impatto		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Ed	MJ/tKm	

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre i 6000
- 2 = da 3001 a 6000
- 3 = da 1501 a 3000
- 4 = da 501 a 1500
- 5 = da 0 a 500

Istruzioni per il calcolo

$$Ed = C_{mt} \times D \times P$$

dove:

C_{mt} = consumo di MJ in funzione del mezzo di trasporto considerato, in particolare:

MEZZO DI TRASPORTO	UNITA' FUNZIONALE	E_{mt} (g POCP eq)
Treno	tKm	0,2980
Camion da 16 t	tKm	5,1880
Camion da 32 t	tKm	3,7110
Camion da 40 t	tKm	2,8020
Chiatta cisterna	tKm	0,5939
Chiatta	tKm	0,6485

Fonte: Banca dati Ecoinvent v. 1.3

D = distanza del trasporto espressa in Km

P = quantità di prodotto trasportato espressa in t

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Banca dati Ecoinvent v. 1.3*, ETH, Zurich 2005

G. Hammond, C. Jones, *Banca dati ICE v. 1.5*, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Bath 2006

M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs, T. Rosenkraz, *Atlante dei Materiali da Costruzione*, UTET, Torino 2006

Scheda 50

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>
	Classe	3	Risparmio di risorse
Esigenza		2	Controllo delle risorse energetiche utilizzate
	Requisito	2	Energia consumata per il prodotto
Parametro		<i>Tipologia</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		<i>Fasi LC interessate</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Eu1	W

Soglie e Punteggi

1 = superiore a 13,5
 2 = dagli 12 a 13,5
 3 = dai 10 a 12
 4 = dai 7 a 9
 5 = inferiore a 6

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

Dati tecnici forniti da aziende produttrici di inverter.

Scheda 51

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>
	Classe	3	Risparmio di risorse
Esigenza		2	Controllo delle risorse energetiche utilizzate
	Requisito	2	Energia consumata per il prodotto
Parametro		<i>Tipologia</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		<i>Fasi LC interessate</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Eu2	W

Soglie e Punteggi

1 = superiore ad 1
 2 = da 0,5 ad 1
 3 = da 0,25 a 0,5
 4 = da 0,1 a 0,25
 5 = da 0 a 0,1

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

Dati tecnici forniti da aziende produttrici di inverter.

Scheda 52

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>	
			Energia per la dismissione	
Classe	Esigenza	3	Risparmio di risorse	
		2	Controllo delle risorse energetiche utilizzate	
	Requisito	2	Energia consumata per il prodotto	
			<i>Tipologia</i>	
	Parametro	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		<i>Fasi LC interessate</i>		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione		
		<i>Target dell'impatto</i>		
			<input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
			<i>Abbreviazione</i>	
		<i>Unità di Misura</i>		
		Es		
		-		

Soglie e Punteggi

1 = Discarica
 2 = Riciclaggio di materiali e componenti
 3 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti
 4 = Compostaggio
 5 = Incenerimento

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 53

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>				
	Classe	3	Risparmio di risorse	Energia rinnovabile			
		Esigenza	2		Controllo delle risorse energetiche utilizzate		
		Requisito	3	Tipo di energia consumata nel processo produttivo	<i>Descrizione</i>		
	Parametro	<p>Tipologia</p> <input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
		<p>Fasi LC interessate</p> <input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione					
		<p>Target dell'impatto</p> <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Abbreviazione</i></th> <th><i>Unità di Misura</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Erin</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Erin	%
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
Erin	%						

Soglie e Punteggi

- 1 = dallo 0 al 20 %
- 2 = dal 20 al 40 %
- 3 = dal 40 al 60%
- 4 = dal 60 all'80%
- 5 = oltre l'80 %

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 54

A1	Salvaguardia dell'ambiente		<i>Indicatore</i>				
	Classe	3	Risparmio di risorse	Energia non rinnovabile			
		Esigenza	2	Controllo delle risorse energetiche utilizzate	<i>Descrizione</i>		
			Requisito	3	Tipo di energia consumata nel processo produttivo	L'indicatore tiene conto della percentuale di energia non rinnovabile (combustibili fossili, gas naturale, etc.) usata per la produzione del pannello fotovoltaico. I dati fanno riferimento all'energia utilizzata dalla fabbrica in cui viene prodotto il pannello → o, in assenza di dati certi, viene calcolato in base al mix energetico del paese in cui si trova fisicamente la fabbrica.	
Parametro	<i>Tipologia</i> <input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione						
	<i>Fasi LC interessate</i> <input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Target dell'impatto</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Abbreviazione</i></th> <th><i>Unità di Misura</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enrin</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Enrin	%
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
Enrin	%						

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre l'80%
- 2 = dal 60 all'80 %
- 3 = dal 40 al 60%
- 4 = dal 20 al 40 %
- 5 = dallo 0 al 20%

Riferimenti normativi e tecnici

-

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 55

B1	Salute		<i>Indicatore</i>
Classe	1	Salubrità	Materiali utilizzati nel prodotto
		Esigenza	<i>Descrizione</i>
	1	Assenza di emissioni nocive	I Voc sono emessi da numerose sostanze (vernici, solventi, coloranti, schiume poliuretatiche, truciolati, etc.) che sono presenti in maniera più meno abbondante all'interno dei prodotti edilizi. L'indicatore considera la pericolosità delle emissioni generate dai materiali principali che compongono il pannello→.
		Requisito	
		VOC	
		Parametro	
<i>Tipologia</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Abbreviazione</i>	
<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Unità di Misura</i>	
		Vm	%

Soglie e Punteggi

1 = radioattiva
 2 = cancerogena
 3 = tossica
 4 = allergogena
 5 = nessuna

Riferimenti normativi e tecnici

Direttiva CEE 27/06/1967 n. 67/548, "Direttiva del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose".

Direttiva CEE 21/12/1988 n. 89/106 - Direttiva del Consiglio relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione;

Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati. (G.U. 27 novembre 2001, n. 276, suppl. ord.).

Direttiva 2001/81/CE del parlamento europeo e del consiglio del 23 ottobre 2001 relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici.

Documenti 2/2002 Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente Comitato Scientifico Anpa

Scheda 56

B1	Salute	<i>Indicatore</i> Tecniche usate per la preproduzione		
Classe	1	Salubrità		
	Esigenza	1	Assenza di emissioni nocive	
		Requisito	1	VOC
			Parametro	<p><i>Tipologia</i></p> <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Vpp	-	

Soglie e Punteggi

- 1 = combustione oltre i 1500 °C
 2 = combustione tra i 1000 e i 1500 °C
 3 = combustione da 300 a 1000 °C
 4 = combustione fino ai 300 °C
 5 = tecniche a freddo

Riferimenti normativi e tecnici

Direttiva CEE 27/06/1967 n. 67/548, "Direttiva del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose".

Direttiva CEE 21/12/1988 n. 89/106 - Direttiva del Consiglio relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione;

D.P.R. 21/04/1993 n. 246, "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione";

Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati. (G.U. 27 novembre 2001, n. 276, suppl. ord.).

Direttiva 2001/81/CE del parlamento europeo e del consiglio del 23 ottobre 2001 relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici.

Documenti 2/2002 Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Comitato Scientifico Anpa

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 57

B1	Salute		<i>Indicatore</i>	
Classe	1	Salubrità	Tecniche usate per la produzione	
	Esigenza	1	Assenza di emissioni nocive	
		Requisito	1	VOC
	Parametro		<i>Tipologia</i>	
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Vmp	-	

Soglie e Punteggi

- 1 = combustione oltre i 1500 °C
- 2 = combustione tra i 1000 e i 1500 °C
- 3 = combustione da 300 a 1000 °C
- 4 = combustione fino ai 300 °C
- 5 = tecniche a freddo

Riferimenti normativi e tecnici

Direttiva CEE 27/06/1967 n. 67/548, "Direttiva del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose".

Direttiva CEE 21/12/1988 n. 89/106 - Direttiva del Consiglio relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione;

D.P.R. 21/04/1993 n. 246, "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione";

Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati. (G.U. 27 novembre 2001, n. 276, suppl. ord.).

Direttiva 2001/81/CE del parlamento europeo e del consiglio del 23 ottobre 2001 relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici.

Documenti 2/2002 Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente Comitato Scientifico Anpa

Scheda 58

B1		Salute	Indicatore	Materiali utilizzati nel prodotto		
Classe	Esigenza	1	Salubrità			
		1	Assenza di emissioni nocive	Descrizione		
	Requisito	Parametro	2	Fibre minerali	L'indicatore tiene conto della presenza di materiali che possono rilasciare fibre minerali.	
			Tipologia			
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
Fasi LC interessate		Target dell'impatto				
<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
		Abbreviazione	Unità di Misura			
		Fm	%			

Soglie e Punteggi

1= oltre il 60 %
 2= dal 40 al 60 %
 3= dal 20 al 40 %
 4= dallo 0 al 20 % del prodotto
 5= Nessun materiale

Riferimenti normativi e tecnici

D.M. 6 settembre 1994 - Normative e metodologie tecniche di applicazione della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 59

B1	Salute		<i>Indicatore</i>
Classe	1	Salubrità	Pericolosità dell'emissione
	Esigenza	1	Assenza di emissioni nocive
		Requisito	2
	<i>Tipologia</i>		
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	<i>Fasi LC interessate</i>		
<input checked="" type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Descrizione</i> L'indicatore tiene conto della pericolosità delle eventuali fibre minerali presenti nel prodotto.	
		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Vmp	-

Soglie e Punteggi

1 = radioattiva
 2 = mutagena
 3 = cancerogena
 4 = infettiva
 5 = tossica

Riferimenti normativi e tecnici

D.M. 6 settembre 1994 - Normative e metodologie tecniche di applicazione della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 60

B1	Salute		<i>Indicatore</i>				
Classe	1	Salubrità	Campo elettrico prodotto dal pannello (voltaggio a circuito aperto)				
		Esigenza	<i>Descrizione</i>				
	Requisito	1	Assenza di emissioni nocive	Il campo elettrico è la capacità di uno spazio di esercitare una forza in presenza di una o più cariche elettriche.			
		3	Elettromagnetismo				
			<i>Tipologia</i>				
Parametro	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusionione/Esclusione						
	<i>Fasi LC interessate</i>	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<i>Target dell'impatto</i>				
			<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Abbreviazione</i></th> <th><i>Unità di Misura</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elvoc</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Elvoc	V
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
Elvoc	V						

Soglie e Punteggi

- 1 = superiore a 0,8
- 2 = da 0,7 a 0,8
- 3 = da 0,6 a 0,7
- 4 = da 0,5 a 0,6
- 5 = inferiore a 0,5

Riferimenti normativi e tecnici

Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell' 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti". **DPCM**

(Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".

Fonti e Riferimenti bibliografici

Dati forniti dalle aziende produttrici di pannelli fotovoltaici.

Scheda 61

B1		Salute	Indicatore
Classe	1	Salubrità	Posizione del pannello (fonte)
	Esigenza	1	Assenza di emissioni nocive
		Requisito	3
	Parametro		Tipologia
<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
Fasi LC interessate			
		Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	Unità di Misura
		Elp	-

Soglie e Punteggi

- 1 = integrato in facciata
- 2 = sovrapposto in facciata
- 3 = integrato in copertura
- 4 = sovrapposto in copertura
- 5 = in posizione isolata

Riferimenti normativi e tecnici

Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell' 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

DPCM

(Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 62

B1	Salute		<i>Indicatore</i>	
Classe	1	Salubrità	Campo magnetico prodotto dall'inverter (corrente di corto circuito)	
		Esigenza	<i>Descrizione</i>	
	Requisito	1	Assenza di emissioni nocive	Il campo magnetico è la capacità di uno spazio di esercitare una forza in presenza di uno o più conduttori di corrente elettrica.
		3	Elettromagnetismo	
			<i>Tipologia</i>	
Parametro	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
			<i>Abbreviazione</i>	
			Misc	
			<i>Unità di Misura</i>	
			mA/cm ²	

Soglie e Punteggi

1 = oltre 25
 2 = da 20 a 25
 3 = da 15 a 20
 4 = da 10 a 15
 5 = inferiore a 10

Riferimenti normativi e tecnici

Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell' 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti". **DPCM**

(Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".

Fonti e Riferimenti bibliografici

Dati forniti dalle aziende produttrici di inverter

Scheda 63

B1		Salute	Indicatore		
Classe	1	Salubrità	Distanza dell'inverter (fonte)		
		Esigenza	1	Assenza di emissioni nocive	
			Requisito	3	Elettromagnetismo
				Parametro	<p>Tipologia</p> <input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione
Fasi LC interessate		Target dell'impatto			
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione	Unità di Misura		
		Md	metri		

Soglie e Punteggi

1 = da 0 a 1
 2 = da 1 a 3
 3 = da 3 a 5
 4 = da 5 a 7
 5 = oltre i 7

Riferimenti normativi e tecnici

Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell' 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 64

B1	Salute		<i>Indicatore</i>	
Classe	1	Salubrità	Emissioni di rumore in fase di preproduzione	
	Esigenza	1	Assenza di emissioni nocive	
		3	Inquinamento acustico	
	Requisito	3	Inquinamento acustico	L'indicatore valuta il livello di rumore generato nella fase di preproduzione → (lavorazione delle materie prime) in relazione alle tecniche di produzione → usate
		Parametro	Tipologia	
<input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
Fasi LC interessate	Target dell'impatto			
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Rpp	-	

Soglie e Punteggi

1 = forgiatura o fucinatura
 2 = laminazione
 3 = estrusione o trafilatura
 4 = stampaggio, tempra o rinvenimento
 5 = tecniche di stampa

Riferimenti normativi e tecnici

L. 447 del 26 ottobre 1995 Legge quadro sull'inquinamento acustico;
 DPCM 14 Novembre 1997 relativa alla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
 Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16 Marzo 1998 sulle "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
 D.Leg. n. 194 del 19 agosto 2005 relativo alla "Attuazione della direttiva 2002/49/CE per la determinazione e alla gestione del rumore ambientale";

Scheda 65

B1	Salute		<i>Indicatore</i>	
Classe	1	Salubrità	Emissioni di rumore in fase di produzione	
		Esigenza		
	Requisito	1	Assenza di emissioni nocive	<i>Descrizione</i>
		3	Inquinamento acustico	L'indicatore valuta il livello di rumore generato nella produzione del pannello fotovoltaico → in relazione alle tecniche di produzione →.
			<i>Tipologia</i>	
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>			
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici			
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Rp	-	

Soglie e Punteggi

1 = forgiatura o fucinatura
 2 = laminazione
 3 = estrusione o trafilatura
 4 = stampaggio, tempra o rinvenimento
 5 = tecniche di stampa

Riferimenti normativi e tecnici

L. 447 del 26 ottobre 1995 Legge quadro sull'inquinamento acustico;
 DPCM 14 Novembre 1997 relativa alla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
 Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16 Marzo 1998 sulle "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
 D.Leg. n. 194 del 19 agosto 2005 relativo alla "Attuazione della direttiva 2002/49/CE per la determinazione e alla gestione del rumore ambientale";

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 66

B1	Salute		<i>Indicatore</i> Emissioni di rumore in fase d'uso (inverter)	
Classe	1	Salubrità		
		Esigenza	1 Assenza di emissioni nocive	
	Requisito	4	Inquinamento acustico	<i>Descrizione</i> L'indicatore considera il livello di rumore prodotto durante il funzionamento del sistema fotovoltaico dall'inverter→.
		<i>Tipologia</i>		
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
Parametro	<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
			<i>Abbreviazione</i> <i>Unità di Misura</i>	
			Ru dB	

Soglie e Punteggi

1 = oltre i 45;
 2 = dai 40 ai 45;
 3 = dai 35 ai 40;
 4 = dai 30 ai 35;
 5 = inferiore ai 30

Riferimenti normativi e tecnici

L. 447 del 26 ottobre 1995 Legge quadro sull'inquinamento acustico;
 DPCM 14 Novembre 1997 relativa alla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
 Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16 Marzo 1998 sulle "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
 D.Leg. n. 194 del 19 agosto 2005 relativo alla "Attuazione della direttiva 2002/49/CE per la determinazione e alla gestione del rumore ambientale";

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 67

B1	Salute		<i>Indicatore</i> Emissioni di rumore in fase di dismissione	
Classe	1	Salubrità	<i>Descrizione</i> L'indicatore considera il livello di rumore prodotto secondo la modalità di dismissione → del prodotto.	
		Esigenza		1 Assenza di emissioni nocive
	Requisito	4		Inquinamento acustico
				<i>Tipologia</i>
				<input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione
Parametro	<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input checked="" type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Rd	-	

Soglie e Punteggi

- 1 = Discarica
- 2 = Incenerimento
- 3 = Riciclaggio di materiali e componenti
- 4 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti
- 5 = Compostaggio

Riferimenti normativi e tecnici

L. 447 del 26 ottobre 1995 Legge quadro sull'inquinamento acustico;
 DPCM 14 Novembre 1997 relativa alla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
 Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16 Marzo 1998 sulle "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
 D.Leg. n. 194 del 19 agosto 2005 relativo alla "Attuazione della direttiva 2002/49/CE per la determinazione e alla gestione del rumore ambientale";

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 68

Classe	B2	Benessere	<i>Indicatore</i> Utilizzo del pannello come serramento o copertura vetrata	
	Esigenza		<i>Descrizione</i>	
	Requisito		L'indicatore, di tipo si/no; tiene conto se il pannello fotovoltaico è utilizzato come serramento, e dunque deve soddisfare requisiti di benessere.	
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input checked="" type="checkbox"/> di Inclusionione/Esclusione		
			Fasi LC interessate <input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	Target dell'impatto <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici
			Abbreviazione	Unità di Misura
			Rd	-

Soglie e Punteggi

SI/NO

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 69

B2		Benessere		Indicatore		
Classe	1	Benessere acustico		Fonoisolamento		
	Esigenza	1	Protezione dal rumore		Descrizione	
		Requisito	1	Isolamento acustico ai rumori aerei esterni		Capacità da parte di un sistema di isolare acusticamente un ambiente dai suoni provenienti dal mondo esterno.
	Parametro		Tipologia			
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		Fasi LC interessate		Target dell'impatto		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
				Abbreviazione	Unità di Misura	
				Fi	dB	

Soglie e Punteggi

- 1 = $R_w < 20$ dB
 2 = $20 \text{ dB} < R_w < 27$ dB
 3 = $27 \text{ dB} < R_w < 35$ dB
 4 = $35 \text{ dB} < R_w < 45$ dB
 5 = $R_w > 45$ dB

Riferimenti normativi e tecnici

Legge Quadro sull'inquinamento acustico n° 447 del 24/10/95
 D.P.C.M. 5/12/97 sulla "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
 D.P.C.M. 14-11-1997 - "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 70

B2	Benessere		<i>Indicatore</i> Fonoassorbimento
Classe	1	Benessere acustico	
	Esigenza	1	Protezione dal rumore
		Requisito	1
	<i>Tipologia</i>		
	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	<i>Fasi LC interessate</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Descrizione</i> Capacità di un materiale di assorbire il suono. Può essere usata per ridurre il riverbero e il rumore riflesso all'interno degli ambienti.	
		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Fa	dB

Soglie e Punteggi

- 1 = $DL\alpha < 2$ dB
 2 = $2\text{dB} < DL\alpha < 6$ dB
 3 = $6\text{ dB} < DL\alpha < 10$ dB
 4 = $10\text{ dB} < DL\alpha < 16$ dB
 5 = $DL\alpha > 16$ dB

Riferimenti normativi e tecnici

Legge Quadro sull'inquinamento acustico n° 447 del 24/10/95
 D.P.C.M. 5/12/97 sulla "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
 D.P.C.M. 14-11-1997 - "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 71

B2	Benessere	<i>Indicatore</i>		di
Classe	2	Benessere termico	Coefficiente di trasmittanza termica	
	Esigenza	1	Isolamento termico	<i>Descrizione</i>
		Requisito	1	Caratteristiche del pannello fv
	Parametro		<i>Tipologia</i>	
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		U	dB	

Soglie e Punteggi

Per la zona A :

1 = oltre 5; 2 = da 4,6 a 5; 3 = da 4 a 4,6; 4 = da 3 a 4; 5 = inferiore ai 3

Per le zone B e C:

1 = oltre i 4; 2 = da 3 a 4; 3 = da 2,6 a 3; 4 = da 2 a 2,5; 5 = inferiore ai 2,5

Per le zone D, E ed F:

1 = oltre i 3; 2 = da 2,4 a 3 ; 3 = da 2 a 2,4; 4 = da 1,5 a 2; 5 = inferiore ai 1,5

Riferimenti normativi e tecnici

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 - "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"

Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n.311 - Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 72

B2		Benessere	Indicatore Fattore solare	
Classe	1	Benessere termico		
	Esigenza	2	Controllo dell'energia termica trasmessa	
		Requisito	1	Caratteristiche del pannello fotovoltaico
	Parametro		Tipologia	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		g	%	

Soglie e Punteggi

Per le zone A e B:

1 = da 0 a 20; 2 = da 20 a 40; 3 = da 40 a 60; 4 = da 60 a 80; 5 = oltre 80

Per le zone C e D:

1 = da 80 a 100; 2 = da 60 a 80; 3 = da 50 a 60; 4 = da 40 a 50; 5 = da 0 a 40;

Per le zone E ed F:

1 = da 80 a 100; 2 = da 60 a 80; 3 = da 50 a 60; 4 = da 30 a 50; 5 = da 0 a 30

Riferimenti normativi e tecnici

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 - "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"

Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n.311 - Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 73

B2	Benessere		Indicatore Emissività
Classe	Esigenza	1 Benessere termico	
		2 Controllo dell'energia termica trasmessa	Descrizione
	Requisito	1 Caratteristiche del pannello fotovoltaico	La emissività di un materiale è la frazione di energia irraggiata da quel materiale rispetto all'energia irraggiata da un corpo nero che sia alla stessa temperatura. È una misura della capacità di un materiale di irraggiare energia.
		Parametro	
		Tipologia	
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
Fasi LC interessate	Target dell'impatto		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
Abbreviazione		Unità di Misura	
E		%	

Soglie e Punteggi

1 = E > 90
 2= tra 75 e 90
 3= tra 50 e 75
 4= tra 40 e 50
 5= E < 40

Riferimenti normativi e tecnici

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 - "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"
 DECRETO LEGISLATIVO 29 dicembre 2006, n.311 - Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 74

B2	Benessere		<i>Indicatore</i>	
Classe	1	Benessere visivo	Fattore di trasmissione luminosa	
	Esigenza	1	Controllo del flusso luminoso	
		Requisito	1	Caratteristiche del pannello fotovoltaico
	Parametro		<i>Tipologia</i>	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Tl	%	

Soglie e Punteggi

- 1 = da 0 a 20
- 2 = da 20 a 40
- 3 = da 40 a 60
- 4 = da 60 a 80
- 5 = da 80 a 100

Riferimenti normativi e tecnici

Circ. Min. LL. PP. 3151 del 22/5/67(criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie)

Circ. Min. LL. PP. 13011 del 22/11/74 (requisiti fisico tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere: proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione)

D.M. 5 luglio 1975 (modificazioni alle istruzioni ministeriali 20/6/96 relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico sanitari principali dei locali di abitazione)

D.M. 18 dicembre 1975(norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia e urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica)

UNI 10840(luce e illuminazione - locali scolastici: criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale)

Scheda 75

B2		Benessere		Indicatore					
Classe	1	Benessere visivo		Fattore di riflessione luminosa					
		Esigenza	1	Controllo del flusso luminoso		Descrizione			
				Requisito	1	Caratteristiche del pannello fotovoltaico		La trasmissione luminosa rappresenta il rapporto tra il flusso luminoso riflesso ed il flusso luminoso incidente.	
						Parametro	Tipologia		
							<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
Fasi LC interessate		Target dell'impatto							
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici							
		Abbreviazione		Unità di Misura					
		RL		%					

Soglie e Punteggi

- 1 = da 80 a 100
- 2 = da 60 a 80
- 3 = da 40 a 60
- 4 = da 20 a 40
- 5 = da 0 a 20

Riferimenti normativi e tecnici

Circ. Min. LL. PP. 3151 del 22/5/67(criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie)

Circ. Min. LL. PP. 13011 del 22/11/74 (requisiti fisico tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere: proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione)

D.M. 5 luglio 1975 (modificazioni alle istruzioni ministeriali 20/6/96 relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico sanitari principali dei locali di abitazione)

D.M. 18 dicembre 1975 (norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia e urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica)

UNI 10840(luce e illuminazione - locali scolastici: criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale)

Scheda 76

B3	Sicurezza	<i>Indicatore</i> Zona di vento		
Classe	1	Sicurezza strutturale		
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici	
		Requisito	1	Resistenza al vento
	Parametro		<i>Tipologia</i>	
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Zv	%	

Soglie e Punteggi

1 = zone 8 e 9
 2 = zona 7
 3 = zone 4,5 e 6
 4 = zona 3
 5 = zone 1 e 2

Riferimenti normativi e tecnici

Min. Lavori Pubblici Circolare 4 Luglio 1996, n. 156AA.GG./STC.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 77

B3	Sicurezza		<i>Indicatore</i> Classe di rugosità del terreno		
Classe di esigenza	1	Sicurezza strutturale			
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici	<i>Descrizione</i>	
		Requisito	1	Resistenza al vento	Si considerano 4 classi differenti, dalla A alla D, che non si basano sulla conformazione orografica e topografica del terreno ma sulla situazione degli edifici circostanti, considerando un ragionevole intorno di osservazione, una zona non inferiore ad 1 km e per almeno 20 volte l'altezza della costruzione.
	Parametro		<i>Tipologia</i>		
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
			<i>Fasi LC interessate</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Target dell'impatto</i>			
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici			
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
		Rt	%		

Soglie e Punteggi

1 = classe D
 2 = classe C
 3 = classe B
 4-5 = classe A

Riferimenti normativi e tecnici

Min. Lavori Pubblici Circolare 4 Luglio 1996, n. 156AA.GG./STC.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 78

B3	Sicurezza	<i>Indicatore</i> Coefficiente di esposizione	
Classe di esigenza	1	Sicurezza strutturale	
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici
		Requisito	1
	Parametro		Tipologia
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
			Fasi LC interessate
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici
		Abbreviazione	Unità di Misura
		Ces	-

Soglie e Punteggi

1 = classe I
 2 = classe II
 3 = classe III
 4 = classe IV
 5 = classe V

Riferimenti normativi e tecnici

Min. Lavori Pubblici Circolare 4 Luglio 1996, n. 156AA.GG./STC.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 79

B3	Sicurezza	<i>Indicatore</i> Coefficiente di forma		
Classe di esigenza	1	Sicurezza strutturale		
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici	
		Requisito	1	Resistenza al vento
	Parametro		<i>Tipologia</i>	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Cfv	°	

Soglie e Punteggi

- 1 = inclinazione oltre 60°
 2 = inclinazione tra 41 e 60°
 3 = inclinazione tra 21° e 40°
 4 = inclinazione tra 11° e 20°
 5 = inclinazione tra 0 e 10°

Riferimenti normativi e tecnici

Min. Lavori Pubblici Circolare 4 Luglio 1996, n. 156AA.GG./STC.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 80

B3	Sicurezza		<i>Indicatore</i> Zona di carico neve al suolo	
Classe di esigenza	1	Sicurezza strutturale	<i>Descrizione</i> Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. La legge italiana divide il paese in 3 zone all'interno delle quali un'ulteriore suddivisione è effettuata a seconda dell'altitudine del sito.	
		Esigenza		
	1	Stabilità agli agenti atmosferici		
	Requisito	2 Resistenza alla neve		
	Parametro	<i>Tipologia</i>		
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	<i>Target dell'impatto</i>	
	<i>Fasi LC interessate</i>	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici
			<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
			Zcn	-

Soglie e Punteggi

1 = zona 1 e altitudine oltre i 750 mt
 2 = zona 1 e altitudine sotto i 750 mt
 3 = zona 2 e altitudine oltre i 750 mt
 4 = zona 2 e altitudine sotto i 750 mt.
 5 = zona 3

Riferimenti normativi e tecnici

Min. Lavori Pubblici Circolare 4 Luglio 1996, n. 156AA.GG./STC.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 81

B3	Sicurezza	<i>Indicatore</i> Coefficiente di forma		
Classe di esigenza	Esigenza	1	Sicurezza strutturale	
		1	Stabilità agli agenti atmosferici	
	Requisito	2	Resistenza alla neve	
			<i>Tipologia</i>	
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		<i>Fasi LC interessate</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Target dell'impatto</i> <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Cfn	°	

Soglie e Punteggi

- 1 = inclinazione oltre 60°
- 2 = inclinazione tra 41 e 60°
- 3 = inclinazione tra 21° e 40°
- 4 = inclinazione tra 11° e 20°
- 5 = inclinazione tra 0 e 10°

Riferimenti normativi e tecnici

Min. Lavori Pubblici Circolare 4 Luglio 1996, n. 156AA.GG./STC.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 82

B3	Sicurezza		<i>Indicatore</i> Discontinuità di quota tra i pannelli e la copertura			
Classe di esigenza	Esigenza	1 Sicurezza strutturale	<i>Descrizione</i> L'indicatore considera l'eventuale salto di quota tra i pannelli fotovoltaici e l'elemento tecnico su cui sono installati. Tale situazione risulta più svantaggiosa in quanto la neve può accumularsi più facilmente.			
		1 Stabilità agli agenti atmosferici				
	Requisito	2 Resistenza alla neve				
		<i>Tipologia</i>				
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
		<i>Fasi LC interessate</i>				
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<i>Target dell'impatto</i> <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
		<table border="1"> <tr> <td><i>Abbreviazione</i></td> <td><i>Unità di Misura</i></td> </tr> <tr> <td>Dq</td> <td>m</td> </tr> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Dq	m
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>					
Dq	m					

Soglie e Punteggi

- 1 = $Dq > 5$ m
 2 = 4 m < Dq < 5 m
 3 = 3 m < Dq < 1 m
 4 = 0 m < Dq < 1 m
 5 = nessuna differenza di quota

Riferimenti normativi e tecnici

Min. Lavori Pubblici Circolare 4 Luglio 1996, n. 156AA.GG./STC.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 83

B3	Sicurezza		<i>Indicatore</i> Possibilità di accumulo contro pareti verticali
Classe di esigenza	Esigenza	1 Sicurezza strutturale	
		1 Stabilità agli agenti atmosferici	<i>Descrizione</i>
	Requisito	2 Resistenza alla neve	In presenza del vento, la neve può accumularsi contro elementi piani verticali, in conseguenza della ridotta velocità dell'aria nella parte sottovento.
		<i>Tipologia</i>	
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input checked="" type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
Parametro	<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Apv	m

Soglie e Punteggi

1 = si
5 = no

Riferimenti normativi e tecnici

Min. Lavori Pubblici Circolare 4 Luglio 1996, n. 156AA.GG./STC.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 84

B3	Sicurezza		<i>Indicatore</i> Possibilità di accumulo dall'estremità sporgente		
	Classe di esigenza	1	Sicurezza strutturale		
		Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici	<i>Descrizione</i>
			Requisito	2	Resistenza alla neve
		Parametro		<i>Tipologia</i>	
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input checked="" type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
	<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici			
			<i>Abbreviazione</i>		
			<i>Unità di Misura</i>		
			Aes		
			m		

Soglie e Punteggi

1 = si
5 = no

Riferimenti normativi e tecnici

Min. Lavori Pubblici Circolare 4 Luglio 1996, n. 156AA.GG./STC.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 85

B3	Sicurezza	Indicatore Stabilità		
Classe di esigenza	2	Sicurezza strutturale		
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici	
		Requisito	3	Resistenza all'irraggiamento
	Parametro		Tipologia	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
Fasi LC interessate		Target dell'impatto		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Sta	ore	

Soglie e Punteggi

1 = inferiore a 3000
 2 = tra 3000 e 4000
 3 = tra 4000 e 5000
 4 = tra 5000 e 6000
 5 = superiore a 6000

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 86

B3	Sicurezza	<i>Indicatore</i> Temperatura operativa minima	
Classe di esigenza	2	Sicurezza strutturale	
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici
		Requisito	3
	<i>Tipologia</i>		
	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	<i>Fasi LC interessate</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Target dell'impatto</i> <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Tomn	°C

Soglie e Punteggi

- 1 = $-10^{\circ} < Tomn < -20^{\circ}$
 2 = $-20^{\circ} < Tomn < -30^{\circ}$
 3 = $-30^{\circ} < Tomn < -40^{\circ}$
 4 = $-50^{\circ} < Tomn < -40^{\circ}$
 5 = $-60^{\circ} < Tomn < -50^{\circ}$

Riferimenti normativi e tecnici

Dati forniti dall'azienda produttrice dei pannelli.

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 87

B3		Sicurezza	<i>Indicatore</i> Temperatura operativa massima	
Classe di esigenza	2	Sicurezza strutturale		
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici	
		Requisito	3	Resistenza all'irraggiamento
	Parametro		<i>Tipologia</i>	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
			<i>Abbreviazione</i>	
			<i>Unità di Misura</i>	
			Tomx	
			°C	

Soglie e Punteggi

- 1 = $20^{\circ} < Tomx < 30^{\circ}$
 2 = $30^{\circ} < Tomx < 40^{\circ}$
 3 = $40^{\circ} < Tomx < 50^{\circ}$
 4 = $50^{\circ} < Tomx < 60^{\circ}$
 5 = Tomx = oltre 60°

Riferimenti normativi e tecnici

Dati forniti dall'azienda produttrice dei pannelli.

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 88

B3	Sicurezza	<i>Indicatore</i> Tenuta all'acqua		
Classe di esigenza	2	Sicurezza strutturale		
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici	
		Requisito	4	Resistenza ai fluidi
	Parametro		<i>Tipologia</i>	
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Tac	-	

Soglie e Punteggi

1 = classe E1-E2
 2 = classe E3-E4
 3 = classe E5-E6
 4 = classe E7-E8
 5 = classe E9

Riferimenti normativi e tecnici

UNI EN 1027:2001. Finestre e porte - Tenuta all'acqua - Metodo di prova.
UNI EN 12208:2000 "Finestre e porte - Tenuta all'acqua - Classificazione"
UNI 7979 - Serramenti esterni (verticali) - Classificazione in base alla permeabilità dell'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 89

B3	Sicurezza	<i>Indicatore</i> Tenuta all'aria	
Classe di esigenza	2	Sicurezza strutturale	
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti atmosferici
		Requisito	4
	Parametro		<i>Tipologia</i>
<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Tar	-

Soglie e Punteggi

1 = classe A1
 2 = classe A2
 3 = classe A3
 4-5 = classe A4

Riferimenti normativi e tecnici

UNI 7979 - Serramenti esterni (verticali) - Classificazione in base alla permeabilità dell'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 90

B3	Sicurezza	<i>Indicatore</i> Classe di resistenza al fuoco		
<i>Classe di esigenza</i>	2	Sicurezza in caso d'incendio		
	<i>Esigenza</i>	1	Stabilità agli agenti ignei	
		<i>Requisito</i>	1	Resistenza al fuoco
	<i>Parametro</i>		<i>Tipologia</i>	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Res	REI	

Soglie e Punteggi

1= REI 30-60
 2= REI 90
 3= REI 120
 4= REI 180
 5= REI 240

Riferimenti normativi e tecnici

EN 357: "Utilizzare prodotti in vetro trasparenti - la classificazione della resistenza al fuoco"
EN 13501 parte 1 - 5: "Classificazione al fuoco dei prodotti da costruzione e componenti edilizi relativa alla valutazione della resistenza al fuoco".

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 91

B3	Sicurezza	<i>Indicatore</i>		
Classe di esigenza	2	Sicurezza in caso d'incendio		
	Esigenza	1	Stabilità agli agenti ignei	
		Requisito	1	Reazione al fuoco
	Parametro		Tipologia	
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
Fasi LC interessate		Target dell'impatto		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input checked="" type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Rea	-	

Soglie e Punteggi

1 = classe F
 2 = classi E e D
 3 = classi C e B
 4 = classe A2
 5 = classe A1

Riferimenti normativi e tecnici

EN ISO 1716 Reaction to fire test for building products - Determination of the heat of combustion
EN ISO 9239-1 Reaction to fire test for building products - Part 1: Determination of burning behaviour using a radiant heat source
EN 13823 Reaction to fire test for building products - Building products excluding flooring exposed to the thermal attack by a single burning item.
EN 14390 Fire test -Large scale room reference test for surface products.
EN 13501-1 Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using test data from reaction to fire test.
EN 13238 Reaction to fire test for building products - Conditioning procedures and general rules for selection of substrates.

Scheda 92

B1	Aspetto		<i>Indicatore</i> Contrasto e Omogeneità	
	Classe di esigenza	1 Armonia con l'elemento architettonico		
		Esigenza	1 Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	<i>Descrizione</i>
		Requisito	1 Colore	L'indicatore tiene conto delle differenze cromatiche tra il pannello fotovoltaico → e l'elemento tecnico su cui è installato.
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
			Abbreviazione	
			Unità di Misura	
			Omo	
			-	

Soglie e Punteggi

- 1 = colori contrastanti disarmoniosi
 2 = colori contrastanti armoniosi
 3 = gradazioni molto differenti dello stesso colore
 4 = gradazioni leggermente differenti dello stesso colore
 5 = colori identici

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 93

B1	Aspetto		<i>Indicatore</i> Opacità e Riflessione				
	Classe di esigenza	1	Armonia con l'elemento architettonico				
		Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	<i>Descrizione</i>		
			Requisito	1	Colore	L'indicatore tiene conto del rapporto tra l'opacità/riflessione dei pannelli fotovoltaici → in relazione a quella dell'elemento tecnico su cui i pannelli sono installati.	
				Parametro	<i>Tipologia</i>		
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione						
	<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>				
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>			
			Op	-			

Soglie e Punteggi

1 = opaco/riflettente
 2 = differenti livelli di riflessione
 3 = differenti livelli di opacità
 4 = stesso livello di riflessione
 5 = stesso livello di opacità

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 94

B1	Aspetto		<i>Indicatore</i> Relazioni formali	
Classe di esigenza	Esigenza	1	Armonia con l'elemento architettonico	
		1	Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	
	Requisito	Parametro	2	Geometria
			<i>Tipologia</i>	
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
			<i>Fasi LC interessate</i>	
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Target dell'impatto</i> <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
		Rf	-	

Soglie e Punteggi

1 = tessitura diversa/dimensioni diverse
 2 = tessitura diversa/stesse dimensioni
 3 = stessa tessitura/dimensioni diverse
 4-5 = stessa tessitura/stesse dimensioni

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 95

B1	Aspetto		Indicatore		
Classe di esigenza	1	Armonia con l'elemento architettonico	Posizione		
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	Descrizione	
		Requisito	2	Geometria	L'indicatore prende in considerazione la posizione, più o meno armoniosa, dei pannelli fotovoltaici→, rispetto all'elemento tecnico su cui sono installati
	Parametro		Tipologia		
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
			Abbreviazione	Unità di Misura	
			Pos	-	

Soglie e Punteggi

1 = totalmente decentrata
 2 = parzialmente decentrata
 3 = centrata orizzontalmente
 4 = centrata verticalmente
 5 = centrata orizzontalmente e verticalmente

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 96

B1	Aspetto		<i>Indicatore</i> Superficie occupata				
	Classe di esigenza	1	Armonia con l'elemento architettonico				
		Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	<i>Descrizione</i>		
			Requisito	2	Geometria	L'indicatore prende in considerazione la posizione, più o meno armoniosa, dei pannelli fotovoltaici→, rispetto all'elemento tecnico su cui sono installati.	
				Parametro	<i>Tipologia</i>		
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
		<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>			
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici			
				<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
				Soc	%		

Soglie e Punteggi

1 = totalmente decentrata
 2 = parzialmente decentrata
 3 = centrata orizzontalmente
 4 = centrata verticalmente
 5 = centrata orizzontalmente e verticalmente

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 97

B1	Aspetto		Indicatore Allineamenti		
	Classe di esigenza	1	Armonia con l'elemento architettonico		
		Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	Descrizione
		Requisito	2	Geometria	L'indicatore considera i rapporti tra le linee geometriche formate dai pannelli→ e quelle formate dall'elemento architettonico in cui essi si inseriscono.
Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
		Fasi LC interessate		Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici	
				Abbreviazione	
				Unità di Misura	
				Pos	
				-	

Soglie e Punteggi

1 = tutte linee non parallele
 2 = linea parallela su un solo lato
 3 = linee parallele su almeno due lati
 4 = linee parallele su almeno tre lati
 5 = tutte linee parallele

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 98

B1	Aspetto		<i>Indicatore</i> Trasparenza				
	Classe di esigenza	1 Armonia con l'elemento architettonico					
		Esigenza	1 Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	<i>Descrizione</i>			
		Requisito	3 Consistenza materica	L'indicatore tiene conto del rapporto tra l'opacità/trasparenza dei pannelli → fotovoltaici in relazione a quella dell'elemento tecnico su cui i pannelli sono installati.			
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
		Fasi LC interessate <input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	Target dell'impatto <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Abbreviazione</i></th> <th><i>Unità di Misura</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tr</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Tr	-
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
Tr	-						

Soglie e Punteggi

1 = trasparente/opaco
 2 = differenti livelli di opacità
 3 = differenti livelli di trasparenza
 4 = stesso livello di opacità
 5 = stesso livello di trasparenza

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 99

B1	Aspetto		<i>Indicatore</i> Superficie Riflettente	
	Classe di esigenza	1	Armonia con l'elemento architettonico	
		Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico
		Requisito	3	Consistenza materica
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		Fasi LC interessate <input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		
		Descrizione L'indicatore considera la percentuale di superficie riflettente sul totale della superficie dell'elemento tecnico su cui sono installati i pannelli fotovoltaici →.		
		Target dell'impatto <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		SupRif	%	

Soglie e Punteggi

- 1 = 81-100%
- 2 = 61- 80 %
- 3 = 41-60 %
- 4 = 21-40 %
- 5 = 0-20 %

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 100

B2		Fruibilità	<i>Indicatore</i>
Classe di esigenza	1	Funzionalità	Tipo di struttura di sostegno
	Esigenza	1	Facilità d'intervento
		Requisito	1
	Parametro		Tipologia
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
	Fasi LC interessate		Target dell'impatto
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	Unità di Misura
		Tss1	-

Soglie e Punteggi

1 = inseguitore biassiale
 2 = inseguitore monoassiale
 3 = a cavalletto
 4 = a palo
 5 = integrata

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppi, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 101

B2		Fruibilità	Indicatore	
Classe di esigenza	1	Funzionalità	Posizione dell'installazione	
	Esigenza	1	Facilità d'intervento	Descrizione
		Requisito	1	Tipologia di installazione
	Tipologia			
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
	Fasi LC interessate			Target dell'impatto
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Pos1	-	

Soglie e Punteggi

- 1 = sovrapposizione su copertura inclinata
- 2 = sovrapposizione in facciata
- 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata)
- 4 = integrazione in facciata
- 5 = applicazione indipendente

Riferimenti normativi e tecnici

Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico (a cura del GSE, aprile 2009)

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppi, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 102

B2		Fruibilità		<i>Indicatore</i>	
Classe di esigenza	1	Funzionalità		Tipo di struttura di sostegno	
		Esigenza	2	Regolabilità	<i>Descrizione</i>
	Requisito		1	Tipologia di installazione	
		<i>Tipologia</i>			
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
				<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
				Tss2	-

Soglie e Punteggi

1 = inseguitore biassiale
 2 = inseguitore monoassiale
 3 = a cavalletto
 4 = a palo
 5 = integrata

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppi, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 103

B2	Fruibilità		<i>Indicatore</i>			
	Classe di esigenza	1	Funzionalità	Posizione dell'installazione		
		2	Regolabilità			
		Esigenza	Requisito	1	Tipologia di installazione	<i>Descrizione</i> L'indicatore considera la posizione di installazione dei pannelli fotovoltaici → ai fini di determinare il livello di regolabilità dell'impianto fotovoltaico.
				<i>Tipologia</i>		
Parametro	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
	<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>			
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici				
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>			
		Pos2	-			

Soglie e Punteggi

- 1 = sovrapposizione su copertura inclinata
- 2 = sovrapposizione in facciata
- 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata)
- 4 = integrazione in facciata
- 5 = applicazione indipendente

Riferimenti normativi e tecnici

Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico (a cura del GSE, aprile 2009)

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppi, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 104

B2		Fruibilità	<i>Indicatore</i>	
Classe di esigenza	2	Flessibilità	Tipo di struttura di sostegno	
	Esigenza	1	<i>Descrizione</i>	
		1	Spostabilità e ricollocabilità	L'indicatore considera la tipologia della struttura di sostegno →, ai fini di determinare il livello facilità nello spostamento e in un eventuale ricollocamento, in posizione diversa da quella originale, dei pannelli fotovoltaici.
	Requisito	1	Tipologia di installazione	
		Parametro	<i>Tipologia</i>	
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
	<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>		
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
			<i>Abbreviazione</i> <i>Unità di Misura</i>	
			Tss3 -	

Soglie e Punteggi

1 = inseguitore biassiale
 2 = inseguitore monoassiale
 3 = a cavalletto
 4 = a palo
 5 = integrata

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppi, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 105

B2		Fruibilità	<i>Indicatore</i> Possibilità d'installazione
Classe di esigenza	2	Flessibilità	
	Esigenza	1	Spostabilità e ricollocabilità
		Requisito	2
	<i>Tipologia</i>		
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Pb	-

Soglie e Punteggi

1-2 = solo su superfici piane
 3-4 = su superfici piane ed integrato in facciata
 5 = anche su superfici curve

Riferimenti normativi e tecnici

Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico (a cura del GSE, aprile 2009)

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002

Scheda 106

B3		Gestione	<i>Indicatore</i> Radiazione solare media annuale
Classe di esigenza	1	Resistenza	
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza
		Requisito	1
	<i>Tipologia</i>		
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	<i>Fasi LC interessate</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Descrizione</i> L'indicatore considera la quantità di irradiazione → che riceve il sito in cui l'impianto fotovoltaico deve essere installato.	
		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Rad	-

Soglie e Punteggi

1 = da 1000 a 1250
 2 = da 1251 a 1350
 3 = da 1350 a 1500
 4 = da 1501 a 1700
 5 = oltre i 1700

Riferimenti normativi e tecnici

Norma UNI 10349:1994 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
Atlante Solare Europeo
ENEA 1994-1999

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 107

B3		Gestione	<i>Indicatore</i> Orientamento dei pannelli
Classe di esigenza	1	Resistenza	
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza
		Requisito	2
	<i>Tipologia</i>		
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	<i>Fasi LC interessate</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Descrizione</i> L'indicatore considera il corretto posizionamento dei pannelli → relativamente al loro orientamento.	
		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Or	°

Soglie e Punteggi

1 = tutti gli altri orientamenti
 2 = fino a 10° verso Est
 3 = fino a 20° verso Ovest
 4 = fino a 10° verso Ovest
 5 = Sud

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 108

B3	Gestione		<i>Indicatore</i>		
	Classe di esigenza	1	Resistenza	Inclinazione dei pannelli	
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>
			2	Dati relativi all'installazione	L'indicatore considera l'inclinazione dei pannelli → rispetto all'orizzontale in maniera da valutare la loro maggiore o minore efficienza.
Requisito	Parametro	Tipologia			
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
			Abbreviazione		
			Unità di Misura		
			Inc		
			-		

Soglie e Punteggi

1 = oltre i 33°
 2 = inferiore ai 28°
 3 = da 30° a 33°
 4 = da 28° a 30°
 5 = 30°

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 109

B3		Gestione	<i>Indicatore</i> Perdite per riflessione
Classe di esigenza	1	Resistenza	
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza
		Requisito	2
	<i>Tipologia</i>		
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	<i>Fasi LC interessate</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Descrizione</i> Le perdite per riflessione sono intrinseche alla costruzione degli impianti fotovoltaici. Solo particolari condizioni ambientali (superfici di colore chiaro) possono aiutare a ridurre il valore. In siti senza particolari condizioni favorevoli sono stimabili con un valore attorno al 3%.	
		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Prif	-

Soglie e Punteggi

1 = superfici nere
 2 = superfici scure
 3 = superfici normali
 4 = superfici chiare
 5 = superfici bianche o argentate

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 110

B3	Gestione		<i>Indicatore</i> Perdite di mismatch		
	Classe di esigenza	1	Resistenza		
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>
			Requisito	2	Perdite dell'impianto
		Parametro		<i>Tipologia</i>	
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
<i>Fasi LC interessate</i>					
		<i>Target dell'impatto</i>			
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
		Pmis	kW		

Soglie e Punteggi

- 1 = impianti oltre 2000 kW
- 2 = impianti tra 1000 e 2000 kW
- 3 = impianti tra 500 e 1000 kW
- 4 = impianti tra 30 e 500 kW
- 5 = impianti tra 0 e 30 kW

Riferimenti normativi e tecnici

- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8):** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12):** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24):** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 111

B3		Gestione		Indicatore	
Classe di esigenza	1	Resistenza		Perdite per basso irraggiamento	
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	Descrizione
	Requisito		2	Perdite dell'impianto	L'indicatore considera le perdite che si hanno solo in impianti collegati alla rete quando il sistema di conversione ha un autoconsumo superiore all'energia che si potrebbe produrre. Sono in genere variabili tra il 2 e il 5 %.
		Tipologia			
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		Fasi LC interessate			
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		Target dell'impatto			
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione		Unità di Misura	
		Pbirr		-	

Soglie e Punteggi

1 = impianto grid-connected
5 = impianto stand-alone

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 112

B3	Gestione		<i>Indicatore</i>		
	Classe di esigenza	1	Resistenza	Perdite per effetto della temperatura	
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>
			2	Perdite dell'impianto	L'indicatore considera le perdite che si verificano all'aumentare della temperatura, quando generalmente, le celle fotovoltaiche diminuiscono le prestazioni elettriche di potenza.
Requisito	Parametro	<i>Tipologia</i>			
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i>			
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione			
		<i>Target dell'impatto</i>			
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
		Ptemp	%		

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 8
- 2 = da 7 a 8
- 3 = da 6 a 7
- 4 = da 5 a 6
- 5 = inferiore a 5

Riferimenti normativi e tecnici

- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8):** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12):** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24):** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 113

B3	Gestione		<i>Indicatore</i>			
	Classe di esigenza	1	Resistenza	Perdite del convertitore		
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>	
			Requisito	2	Perdite dell'impianto	L'indicatore considera le perdite dovute al funzionamento dell'inverter→.
				Parametro	<i>Tipologia</i>	
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
		<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
			<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
			Pconv	%		

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 8
- 2 = da 7 a 8
- 3 = da 6 a 7
- 4 = da 5 a 6
- 5 = inferiore a 5

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 114

B3	Gestione		<i>Indicatore</i> Perdite del sistema di accumulo		
	Classe di esigenza	1	Resistenza		
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>
			2	Perdite dell'impianto	L'indicatore considera le perdite relative al funzionamento di un'eventuale batteria → presente nell'impianto fotovoltaico.
	Requisito	2	<i>Tipologia</i>		
		Parametro	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
			<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
			<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
				<i>Abbreviazione</i>	
				<i>Unità di Misura</i>	
				Psacc	
				-	

Soglie e Punteggi

1 = impianto stand-alone
5 = impianto grid-connected

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 115

B3		Gestione	Indicatore	Efficienza		
Classe di esigenza	Esigenza	1	Resistenza			
		1	Affidabilità ed Efficienza	Descrizione		
	Requisito	4	Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	L'efficienza di trasformazione dell'energia solare in energia elettrica è data dal rapporto tra la potenza elettrica in uscita e la potenza della radiazione solare incidente.		
		Tipologia				
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
		Fasi LC interessate				
		Target dell'impatto				
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici				
				Abbreviazione	Unità di Misura	
				η_m	%	

Soglie e Punteggi

- 1 = da 0 a 5
- 2 = da 5 a 10
- 3 = da 10 a 16
- 4 = da 16 a 20
- 5 = oltre 20

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 116

B3	Gestione		Indicatore			
	Classe di esigenza	1	Resistenza	Fill Factor		
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	Descrizione	
			Requisito	4	Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	E' un fattore di inefficienza della cella. Rappresenta il rapporto tra la potenza massima → e il prodotto dato dalla tensione a circuito aperto → per la corrente di corto circuito → del pannello fotovoltaico →.
				Parametro	Tipologia	
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	Fasi LC interessate	Target dell'impatto				
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	Abbreviazione				
			Unità di Misura			
			FF			
			%			

Soglie e Punteggi

- 1 = inferiore a 55
- 2 = da 56 a 60
- 3 = da 61 a 65
- 4 = da 66 a 70
- 5 = oltre 70

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 117

B3	Gestione		<i>Indicatore</i> Potenza massima				
	Classe di esigenza	1	Resistenza	<i>Descrizione</i> L'indicatore valuta la potenza massima → di un modulo fotovoltaico, espressa in Watt picco (Wp).			
		Esigenza	1		Affidabilità ed Efficienza		
			Requisito		4	Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	
Parametro	<i>Tipologia</i>						
	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		<i>Target dell'impatto</i>				
		<i>Fasi LC interessate</i>	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici				
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<table border="1"> <tr> <td><i>Abbreviazione</i></td> <td><i>Unità di Misura</i></td> </tr> <tr> <td>Pmax</td> <td>Wp</td> </tr> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Pmax	Wp
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>						
Pmax	Wp						

Soglie e Punteggi

1 = inferiore a 50
 2 = da 50 a 100
 3 = da 100 a 150
 4 = da 150 a 180
 5 = superiore a 180

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 118

B3	Gestione		<i>Indicatore</i>				
	Classe di esigenza	1	Resistenza	Rapporto tra potenza e superficie occupata			
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>		
			Requisito	4	Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	L'indicatore considera la quantità di metri quadri di pannelli fotovoltaici → necessari per produrre un Watt di energia elettrica.	
		Parametro		<i>Tipologia</i>			
				<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>					
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici					
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>				
		PS	Mq/W				

Soglie e Punteggi

- 1 = superiore ai 15
- 2 = tra 12 e 15
- 3 = tra 9 e 12
- 4 = tra 6 e 9
- 5 = inferiore a 6

Riferimenti normativi e tecnici

- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8):** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12):** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

Scheda 119

B3		Gestione	<i>Indicatore</i> Tensione di circuito aperto	
Classe di esigenza	1	Resistenza		
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	
		Requisito	3	Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico
	Parametro		<i>Tipologia</i>	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>		
		<i>Unità di Misura</i>		
		Voc	V	

Soglie e Punteggi

- 1 = inferiore a 0,4
- 2 = da 0,4 a 0,5
- 3 = da 0,5 a 0,6
- 4 = da 0,6 a 0,7
- 5 = superiore a 0,7

Riferimenti normativi e tecnici

- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8):** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12):** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24):** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 120

B3	Gestione		<i>Indicatore</i> Tensione di corto circuito		
Classe di esigenza	1	Resistenza			
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>	
		Requisito	3	Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	E' la corrente prodotta da un dispositivo fotovoltaico quando i suoi morsetti vengono cortocircuitati.
	Parametro		<i>Tipologia</i>		
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
		Isc	A		

Soglie e Punteggi

- 1 = inferiore a 20
- 2 = da 20 a 23
- 3 = da 23 a 27
- 4 = da 27 a 30
- 5 = superiore a 30

Riferimenti normativi e tecnici

- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8):** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12):** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24):** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 121

B3		Gestione	Indicatore	
Classe di esigenza	1	Resistenza	Vita utile	
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	
		4	Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	
	Requisito	Parametro	Tipologia	Per vita utile del modulo si intende il periodo di tempo entro cui un il modulo fotovoltaico è in grado di svolgere le sue funzioni operative entro un prefissato livello di prestazioni.
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
			Fasi LC interessate	
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Vu	anni	

Soglie e Punteggi

1 = inferiore ai 10
 2 = da 10 a 14
 3 = da 15 a 19
 4 = da 20 a 25
 5 = oltre 25

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 122

B3		Gestione	Indicatore	Stabilità		
Classe di esigenza	1	Resistenza				
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	Descrizione		
		Requisito	4	Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	Con il termine stabilità si intende il periodo di tempo entro cui il modulo fotovoltaico mantiene il suo originale livello di prestazioni. Viene calcolata attraverso test di laboratorio che simulano la luce solare ad una temperatura attorno ai 55°-60°.	
	Parametro		Tipologia			
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
			Fasi LC interessate			
		Target dell'impatto				
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione		Unità di Misura		
		Sta		ore		

Soglie e Punteggi

1 = inferiore a 3000
 2 = tra 3000 e 4000
 3 = tra 4000 e 5000
 4 = tra 5000 e 6000
 5 = superiore a 6000

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 123

Classe di esigenza	B3	Gestione		Indicatore	
		1	Resistenza	Peso	
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	
		Requisito	4	Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	
		Parametro		Tipologia	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	L'indicatore considera il peso, espresso in kg, di un singolo pannello fotovoltaico→.	
			Fasi LC interessate		
			<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	Target dell'impatto	
				<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
				Abbreviazione	Unità di Misura
				Pm	Kg

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre 15
- 2 = da 10 a 15
- 3 = da 8 a 10
- 4 = da 5 a 8
- 5 = da 0 a 5

Riferimenti normativi e tecnici

- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8):** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12):** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24):** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 124

B3		Gestione	Indicatore		
Classe di esigenza	1	Resistenza	Efficienza		
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	Descrizione	
		Requisito	5	Caratteristiche tecniche dell'inverter	L'efficienza di un inverter → valuta la quantità di energia solare captata dal modulo che viene effettivamente trasformata in energia elettrica.
	Parametro		Tipologia		
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	Fasi LC interessate			Target dell'impatto	
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione			<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione	Unità di Misura		
		ηi	%		

Soglie e Punteggi

1 = inferiore a 96
 2 = da 96 a 97
 3 = da 97 a 98
 4 = da 98 a 98,5
 5 = oltre 98,5

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Scheda 125

B3	Gestione		<i>Indicatore</i>	Temperatura operativa minima		
Classe di esigenza	1	Resistenza				
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>		
		Requisito	5	Caratteristiche tecniche dell'inverter	E' importante che l'inverter → risulti operativo anche in condizioni climatiche disagiati e dunque che presenti un'adeguata resistenza alle escursioni termiche. Il presente indicatore tiene conto della temperatura minima di operatività dell'inverter.	
	Parametro		<i>Tipologia</i>			
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
			<i>Fasi LC interessate</i>			
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Target dell'impatto</i>				
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici				
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>			
		Timin	°C			

Soglie e Punteggi

- 1 = superiore ai - 10
- 2 = da -10 a -15
- 3 = da -15 ai -20
- 4 = dai -20 ai -25
- 5 = inferiore ai -25

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 126

B3		Gestione		<i>Indicatore</i>		
Classe di esigenza	1	Resistenza		Temperatura operativa massima		
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza		<i>Descrizione</i>	
		Requisito	5	Caratteristiche tecniche dell'inverter		E' importante che l'inverter → risulti operativo anche in condizioni climatiche disagiati e dunque che presenti un'adeguata resistenza alle escursioni termiche. Il presente indicatore tiene conto della temperatura massima di operatività dell'inverter.
	Parametro		<i>Tipologia</i>			
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
			<i>Fasi LC interessate</i>			
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Target dell'impatto</i>		
				<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
				<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
				Timax	°C	

Soglie e Punteggi

- 1 = inferiore ai 40
- 2 = dai 40 ai 45
- 3 = dai 45 ai 50
- 4 = dai 50 ai 60
- 5 = superiore ai 60

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 127

B3		Gestione	Indicatore	
Classe di esigenza	1	Resistenza	Peso	
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	
		Requisito	4	Caratteristiche tecniche dell'inverter
	Parametro		Tipologia	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
			Fasi LC interessate	
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		Target dell'impatto <input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Ps	Kg	

Soglie e Punteggi

- 1 = oltre i 65
- 2 = dai 50 ai 65
- 3 = dai 30 ai 50
- 4 = dai 20 ai 30
- 5 = inferiore ai 20

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 128

B3	Gestione		<i>Indicatore</i>		
	Classe di esigenza	1	Resistenza	Presenza della batteria	
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>
			Requisito	5	Caratteristiche tecniche della batteria
Parametro	<i>Tipologia</i>				
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input checked="" type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
	<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
			<i>Abbreviazione</i>		
			<i>Unità di Misura</i>		
			Pb		
			-		

Soglie e Punteggi

SI/NO

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 129

B3	Gestione	Indicatore Efficienza			
Classe di esigenza	1	Resistenza			
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	Descrizione	
		Requisito	5	Caratteristiche tecniche della batteria	L'efficienza della batteria è data dal rapporto tra energia fornita ed energia immagazzinata.
	Parametro		Tipologia		
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
			Fasi LC interessate		
		Target dell'impatto			
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione	Unità di Misura		
		η_b	%		

Soglie e Punteggi

1 = da 85 a 87
 2 = da 88 a 92
 3 = da 92 a 96
 4 = da 96 a 98
 5 = oltre 98

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 130

C3		Gestione	Indicatore
Classe di esigenza	1	Resistenza	Durata
	Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza
		5	Caratteristiche tecniche della batteria
	Requisito		Tipologia
		Parametro	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici
			Abbreviazione
			Unità di Misura
			Durb
			anni

Soglie e Punteggi

1 = inferiore ai 5
 2 = dai 5 ai 10
 3 = dai 10 ai 13
 4 = dai 13 ai 17
 5 = oltre i 17

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 131

C3	Gestione		<i>Indicatore</i>			
	Classe di esigenza	1	Resistenza	Resistenza alle escursioni termiche (temperatura minima)		
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>	
			Requisito	5	Caratteristiche tecniche della batteria	E' importante che la batteria → risulti operativa anche in condizioni climatiche disagiati e dunque che presenti un'adeguata resistenza alle escursioni termiche. Il presente indicatore tiene conto della temperatura minima di operatività della batteria.
				Parametro	<i>Tipologia</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
	<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>			
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
			<i>Abbreviazione</i>			
			<i>Unità di Misura</i>			
			Retmin			
			°C			

Soglie e Punteggi

1 = da 0 a - 10
 2 = da -10 a -20
 3 = da -20 a -30
 4 = da -30 a -40
 5 = inferiore a -40

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 132

Classe di esigenza	C3	Gestione		<i>Indicatore</i> Resistenza alle escursioni termiche (temperatura massima)				
		1	Resistenza					
		Esigenza	1	Affidabilità ed Efficienza	<i>Descrizione</i>			
		Requisito	5	Caratteristiche tecniche della batteria	E' importante che la batteria → risulti operativa anche in condizioni climatiche disagiati e dunque che presenti un'adeguata resistenza alle escursioni termiche. Il presente indicatore tiene conto della temperatura massima di operatività della batteria.			
		Parametro		<i>Tipologia</i>				
				<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
			<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>				
			<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici				
				<table border="1"> <tr> <td><i>Abbreviazione</i></td> <td><i>Unità di Misura</i></td> </tr> <tr> <td>Retmax</td> <td>°C</td> </tr> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Retmax	°C
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>							
Retmax	°C							

Soglie e Punteggi

1 = inferiore a 50
 2 = da 50 a 59
 3 = da 60 a 69
 4 = da 70 a 79
 5 = oltre gli 80

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 133

Classe di esigenza	C3	Gestione	Indicatore Posizione d'installazione	
	2	Semplicità di gestione		
	Esigenza	1	Facilità di installazione	Descrizione
	Requisito	1	Tipologia di installazione	L'indicatore considera la posizione di installazione dei pannelli → al fine di valutarne la facilità di installazione.
	Parametro		Tipologia	
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
			Abbreviazione	Unità di Misura
			Fpos	-

Soglie e Punteggi

- 1 = sovrapposizione su copertura inclinata
- 2 = sovrapposizione in facciata
- 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata)
- 4 = integrazione in facciata
- 5 = applicazione indipendente

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 134

C3	Gestione		<i>Indicatore</i>		
	Classe di esigenza	2	Semplicità di gestione	Tipo di struttura di sostegno	
		Esigenza	1	Facilità di installazione	<i>Descrizione</i>
			Requisito	1	Tipologia di installazione
Parametro	<i>Tipologia</i>				
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
	<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
		Fstr	-		

Soglie e Punteggi

1 = inseguitore biassiale
 2 = inseguitore moniassiale
 3 = a cavalletto
 4 = a palo
 5 = integrata

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 135

Classe di esigenza	C3	Gestione	<i>Indicatore</i> Posizione d'installazione					
	2	Semplicità di gestione						
	Esigenza	2	Manutenibilità	<i>Descrizione</i>				
	Requisito	1	Tipologia di installazione	L'indicatore considera la posizione di installazione dei pannelli → al fine di valutarne la facilità nell'effettuare le operazioni manutenzione.				
	Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione						
			Fasi LC interessate	<i>Target dell'impatto</i>				
			<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici				
				<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Abbreviazione</i></th> <th><i>Unità di Misura</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mpos</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	Mpos	-
<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>							
Mpos	-							

Soglie e Punteggi

- 1 = sovrapposizione su copertura inclinata
- 2 = sovrapposizione in facciata
- 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata)
- 4 = integrazione in facciata
- 5 = applicazione indipendente

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 136

C3	Gestione		<i>Indicatore</i>		
	Classe di esigenza	2	Semplicità di gestione	Tipo di struttura di sostegno	
		Esigenza	2	Manutenibilità	<i>Descrizione</i>
			Requisito	1	Tipologia di installazione
		Parametro		<i>Tipologia</i>	
<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
<i>Fasi LC interessate</i>			<i>Target dell'impatto</i>		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
		Mstr	-		

Soglie e Punteggi

1 = inseguitore biassiale
 2 = inseguitore monoassiale
 3 = integrata
 4 = a palo
 5 = a cavalletto

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 137

C3	Gestione		<i>Indicatore</i>		
	Classe di esigenza	2	Semplicità di gestione	Posizione d'installazione	
		Esigenza	3	Pulibilità	<i>Descrizione</i>
			Requisito	1	Tipologia di installazione
		Parametro		<i>Tipologia</i>	
<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
<i>Fasi LC interessate</i>					
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<i>Target dell'impatto</i>		
			<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
			<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
			Ppos	-	

Soglie e Punteggi

- 1 = sovrapposizione su copertura inclinata
- 2 = sovrapposizione in facciata
- 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata)
- 4 = integrazione in facciata
- 5 = applicazione indipendente

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 139

Classe di esigenza	C3	Gestione	<i>Indicatore</i> Posizione d'installazione		
	2	Semplicità di gestione			
	Esigenza	4	Riparabilità	<i>Descrizione</i>	
	Requisito	1	Tipologia di installazione	L'indicatore considera la posizione di installazione dei pannelli → al fine di valutarne la facilità delle operazioni di riparazione.	
	Parametro		Tipologia		
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
			Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
			<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
				Abbreviazione	Unità di Misura
				Rpos	-

Soglie e Punteggi

- 1 = sovrapposizione su copertura inclinata
- 2 = sovrapposizione in facciata
- 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata)
- 4 = integrazione in facciata
- 5 = applicazione indipendente

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 140

C3		Gestione	<i>Indicatore</i>		
Classe di esigenza	2	Semplicità di gestione	Tipo di struttura di sostegno		
	Esigenza	4	Riparabilità	<i>Descrizione</i>	
		Requisito	1	Tipologia di installazione	L'indicatore considera la tipologia della struttura di sostegno → dei pannelli → al fine di valutarne la facilità nell'effettuare le operazioni di riparazione
	Parametro		<i>Tipologia</i>		
			<input type="checkbox"/>	Quantitativo	
			<input checked="" type="checkbox"/>	Qualitativo	
<input type="checkbox"/>	Si/No				
<input type="checkbox"/>	di Inclusione/Esclusione				
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>		
		<input type="checkbox"/>	Preproduzione	<input type="checkbox"/>	Ecosistema Globale
		<input type="checkbox"/>	Produzione	<input type="checkbox"/>	Ecosistema Locale
		<input type="checkbox"/>	Distribuzione	<input type="checkbox"/>	Utenti
		<input checked="" type="checkbox"/>	Uso/Gestione	<input checked="" type="checkbox"/>	Edificio
		<input type="checkbox"/>	Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prodotto/Componente
				<input checked="" type="checkbox"/>	Costi economici
				<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
				Rstr	-

Soglie e Punteggi

1 = inseguitore biassiale
 2 = inseguitore monoassiale
 3 = integrata
 4 = a palo
 5 = a cavalletto

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 141

C3	Gestione		<i>Indicatore</i>	
	Classe di esigenza	2 Semplicità di gestione	Posizione d'installazione	
		Esigenza	5 Sostituibilità	<i>Descrizione</i>
		Requisito	1 Tipologia di installazione	L'indicatore considera la posizione di installazione dei pannelli al fine di valutarne la facilità nella sostituzione dei pannelli fotovoltaici → al termine del loro ciclo di vita →.
Parametro	Tipologia			
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
			Abbreviazione	
			Unità di Misura	
			Spos	
			-	

Soglie e Punteggi

- 1 = sovrapposizione su copertura inclinata
- 2 = sovrapposizione in facciata
- 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata)
- 4 = integrazione in facciata
- 5 = applicazione indipendente

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 143

C3	Gestione		<i>Indicatore</i>		
	Classe di esigenza	2	Semplicità di gestione	Possibilità di sostituire un'unica cella/modulo	
		Esigenza	5	Sostituibilità	<i>Descrizione</i>
			Requisito	1	Tipologia di installazione
Parametro	<i>Tipologia</i>				
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input checked="" type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input checked="" type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
			<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>	
			Rsos	-	

Soglie e Punteggi

1 = no
5 = si

Riferimenti normativi e tecnici

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 144

C4		Integrabilità	Indicatore		
Classe di esigenza	1	Integrazione morfologica	Tipologia di integrazione		
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'edificio	Descrizione	
		Requisito	1	Grado di integrazione	L'indicatore considera il livello di integrazione dei pannelli fotovoltaici → in relazione all'intero organismo edilizio, secondo le categorie stabilite dalla legge ai fini dell'ottenimento degli incentivi fiscali.
	Parametro		Tipologia		
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
			Fasi LC interessate		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		Target dell'impatto			
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione	Unità di Misura		
		Tdi	-		

Soglie e Punteggi

- 1 = nessuna integrazione
- 2 = integrazione parziale (tipologia 1)
- 3 = integrazione parziale (tipologie 2 e 3)
- 4 = integrazione totale (tipologie 4,5,9 e 10)
- 5 = integrazione totale (tipologie 1,2,3,4,6,7 e 8)

Riferimenti normativi e tecnici

Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico (a cura del GSE, aprile 2009)

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 145

C4		Integrabilità	Indicatore Contrasto e Omogeneità	
Classe di esigenza	1	Integrazione morfologica		
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'edificio	
		Requisito	2	Colore
	Parametro		Tipologia	L'indicatore tiene conto delle differenze cromatiche tra il pannello fotovoltaico e l'elemento tecnico su cui è installato.
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
	Fasi LC interessate	Target dell'impatto		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione	Unità di Misura	
		Omo2	-	

Soglie e Punteggi

1 = colori contrastanti disarmoniosi
 2 = colori contrastanti armoniosi
 3 = gradazioni molto differenti dello stesso colore
 4 = gradazioni leggermente differenti dello stesso colore
 5 = colori identici

Riferimenti normativi e tecnici

Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico (a cura del GSE, aprile 2009)

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 146

C4		Integrabilità	Indicatore Opacità e Riflessione
Classe di esigenza	1	Integrazione morfologica	
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'edificio
		Requisito	2
	Parametro		Tipologia
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione
			Fasi LC interessate
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	Descrizione L'indicatore tiene conto del rapporto tra l'opacità/riflessione dei pannelli fotovoltaici in relazione a quella dell'elemento tecnico su cui i pannelli sono installati.	
		Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	Unità di Misura
		Op2	-

Soglie e Punteggi

1 = opaco/riflettente
 2 = differenti livelli di riflessione
 3 = differenti livelli di opacità
 4 = stesso livello di riflessione
 5 = stesso livello di opacità

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 147

C4		Integrabilità	<i>Indicatore</i> Relazioni formali			
Classe di esigenza	1	Integrazione morfologica				
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'edificio	<i>Descrizione</i>		
		Requisito	3	Geometria	L'indicatore considera il rapporto tra le dimensioni e la tessitura dei pannelli fotovoltaici e quelle dell'elemento tecnico su cui essi sono installati.	
	Parametro		<i>Tipologia</i>			
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>			
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
			<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
			Rf2	-		

Soglie e Punteggi

1 = tessitura diversa/dimensioni diverse
 2 = tessitura diversa/stesse dimensioni
 3 = stessa tessitura/dimensioni diverse
 4-5 = stessa tessitura/stesse dimensioni

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 148

C4		Integrabilità	Indicatore
Classe di esigenza	1	Integrazione morfologica	Posizione
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'edificio
		3	Geometria
	Requisito		Tipologia
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione
	Parametro		Fasi LC interessate
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	
		Descrizione	
		L'indicatore prende in considerazione la posizione, più o meno armoniosa, dei pannelli fotovoltaici, rispetto al resto dell'organismo edilizio	
		Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	
		Pos2	
		Unità di Misura	
		-	

Soglie e Punteggi

1 = totalmente decentrata
 2 = parzialmente decentrata
 3 = centrata orizzontalmente
 4 = centrata verticalmente
 5 = centrata orizzontalmente e verticalmente

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 149

C4		Integrabilità	Indicatore Superficie occupata
Classe di esigenza	1	Integrazione morfologica	
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'edificio
		Requisito	3
	Tipologia		
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	Fasi LC interessate		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		Descrizione L'indicatore tiene conto della percentuale di superficie dell'intero organismo edilizio occupata dai pannelli fotovoltaici →.	
		Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	Unità di Misura
		Soc2	-

Soglie e Punteggi

- 1 = 0-20%
- 2 = 21- 40 %
- 3 = 41-60 %
- 4 = 61-80 %
- 5 = 81-100 %

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 150

C4		Integrabilità	Indicatore Allineamenti
Classe di esigenza	1	Integrazione morfologica	
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'edificio
		Requisito	3
	Tipologia		
	<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	Fasi LC interessate		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		Descrizione L'indicatore considera i rapporti tra le linee geometriche formate dall'installazione fotovoltaica e il resto dell'organismo edilizio.	
		Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		Abbreviazione	Unità di Misura
		All2	-

Soglie e Punteggi

1 = tutte linee non parallele
 2 = linea parallela su un solo lato
 3 = linee parallele su almeno due lati
 4 = linee parallele su almeno tre lati
 5 = tutte linee parallele

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 151

C4		Integrabilità	Indicatore		
Classe di esigenza	1	Integrazione morfologica	Trasparenza		
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'edificio	Descrizione	
		Requisito	4	Consistenza materica	L'indicatore tiene conto del rapporto tra l'opacità/trasparenza dei pannelli fotovoltaici → in relazione a quella del resto dell'organismo edilizio.
	Parametro		Tipologia		
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
			Fasi LC interessate		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		Target dell'impatto			
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
		Abbreviazione	Unità di Misura		
		Tr2	-		

Soglie e Punteggi

1 = trasparente/opaco
 2 = differenti livelli di opacità
 3 = differenti livelli di trasparenza
 4 = stesso livello di opacità
 5 = stesso livello di trasparenza

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 152

C4		Integrabilità	<i>Indicatore</i> Superficie Riflettente		
Classe di esigenza	1	Integrazione morfologica			
	Esigenza	1	Controllo dell'inserimento nell'edificio	<i>Descrizione</i>	
		Requisito	4	Consistenza materica	L'indicatore considera la percentuale di superficie riflettente sul totale della superficie dell'edificio.
	Parametro		<i>Tipologia</i>		
			<input type="checkbox"/>	Quantitativo	
			<input checked="" type="checkbox"/>	Qualitativo	
<input type="checkbox"/>	Si/No				
<input type="checkbox"/>	di Inclusione/Esclusione				
		<i>Fasi LC interessate</i>	<i>Target dell'impatto</i>		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale		
		<input type="checkbox"/> Produzione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Locale		
		<input type="checkbox"/> Distribuzione	<input type="checkbox"/> Utenti		
		<input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio		
		<input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente		
			<input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>		
		SupRif2	-		

Soglie e Punteggi

1 = 81-100%
 2 = 61- 80 %
 3 = 41-60 %
 4 = 21-40 %
 5 = 0-20 %

Riferimenti normativi e tecnici

Fonti e Riferimenti bibliografici

Scheda 153

C5		Economicità	<i>Indicatore</i>
Classe di esigenza	1	Risparmio	Costo unitario del modulo
	Esigenza	1	Controllo delle spese e dei ricavi
	Requisito	1	Costi di realizzazione
	Parametro	Tipologia	
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		Fasi LC interessate	
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Descrizione</i> L'indicatore valuta il costo unitario di un modulo fotovoltaico➔.
			<i>Target dell'impatto</i>
			<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici
			<i>Abbreviazione</i>
			<i>Unità di Misura</i>
			Cmod
			€/Wp

Soglie e Punteggi

- 1 = superiore a 3,5
- 2 = tra 3 e 3,5
- 3 = tra 2,5 e 3
- 4 = tra 2 e 2,5
- 5 = inferiore a 2

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002

F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 154

C5		Economicità	Indicatore
Classe di esigenza	1	Risparmio	Costo dell'inverter
	Esigenza	1	Controllo delle spese e dei ricavi
	Requisito	1	Costi di realizzazione
	Parametro	Tipologia	
		<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		Fasi LC interessate	
	<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		Descrizione L'indicatore valuta il costo unitario dell'inverter→.
			Target dell'impatto
			<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici
			Abbreviazione
			Unità di Misura
			Cinv
			€/kW

Soglie e Punteggi

1 = superiore a 1100
 2 = da 1000 a 1100
 3 = da 700 a 1000
 4 = da 400 a 700
 5 = inferiore a 400

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 155

Classe di esigenza	C5	Economicità		<i>Indicatore</i> Costo della batteria
	1	Risparmio		
	Esigenza	1	Controllo delle spese e dei ricavi	<i>Descrizione</i>
	Requisito	1	Costi di realizzazione	L'indicatore valuta il costo unitario della batteria→.
	Parametro		Tipologia	
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
			Abbreviazione	Unità di Misura
			Cbat	€/Ah

Soglie e Punteggi

- 1= oltre 2,4
 2 = da 2 a 2,4
 3 = da 1,8 a 2
 4 = 1,4 a 1,8
 5 = inferiore a 1,4

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 156

C5		Economicità	<i>Indicatore</i> Costo della struttura di sostegno
Classe di esigenza	1	Risparmio	
	Esigenza	1	Controllo delle spese e dei ricavi
		Requisito	1
	Tipologia		
	<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
	Fasi LC interessate		
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione		<i>Descrizione</i> L'indicatore valuta il costo a modulo della struttura di sostegno→.	
		<i>Target dell'impatto</i>	
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
		<i>Abbreviazione</i>	<i>Unità di Misura</i>
		Css	€/modulo

Soglie e Punteggi

- 1 = superiore a 150
- 2 = da 120 a 150
- 3 = da 80 a 120
- 4 = da 50 a 80
- 5 = inferiore a 50

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002

F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 157

C5		Economicità	Indicatore
Classe di esigenza	1	Risparmio	Costo dei quadri elettrici
	Esigenza	1	Controllo delle spese e dei ricavi
	Requisito	1	Costi di realizzazione
	Parametro		Tipologia
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione
			Fasi LC interessate
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	Descrizione L'indicatore valuta il costo a kW dei quadri elettrici necessari per il funzionamento dell'impianto.
			Target dell'impatto
			<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici
			Abbreviazione
			Unità di Misura
			Cbat
			€/kW

Soglie e Punteggi

1 = superiore a 200
 2 = da 170 a 200
 3 = da 150 a 170
 4 = da 120 a 150
 5 = inferiore a 120

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 158

Classe di esigenza	C5	Economicità		Indicatore
		1	Risparmio	Costo dei cavi elettrici
		Esigenza	1	Controllo delle spese e dei ricavi
		Requisito	1	Costi di realizzazione
		Parametro		
			Tipologia	Descrizione
			<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione	
			Fasi LC interessate	Target dell'impatto
			<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici
				Abbreviazione
				Unità di Misura
				Ccav
				€/kW

Soglie e Punteggi

- 1 = superiore a 700
- 2 = da 650 a 700
- 3 = da 600 a 650
- 4 = da 550 a 600
- 5 = inferiore a 550

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002

F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 159

C5		Economicità	Indicatore	
Classe di esigenza	1	Risparmio	Tipo di struttura di sostegno	
	Esigenza	1	Controllo delle spese e dei ricavi	
		2	Costi di gestione e manutenzione	
	Requisito	Parametro	Tipologia	Descrizione L'indicatore valuta, in maniera qualitativa, il costo dovuto alla manutenzione della struttura di sostegno → dei pannelli.
			<input type="checkbox"/> Quantitativo	
			<input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo	
<input type="checkbox"/> Si/No				
		<input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione		
		Fasi LC interessate	Target dell'impatto	
		<input type="checkbox"/> Preproduzione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale	
		<input type="checkbox"/> Produzione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Locale	
		<input type="checkbox"/> Distribuzione	<input type="checkbox"/> Utenti	
		<input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio	
		<input type="checkbox"/> Dismissione	<input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente	
			<input checked="" type="checkbox"/> Costi economici	
			Abbreviazione	
			Unità di Misura	
			Cstr	
			-	

Soglie e Punteggi

- 1 = inseguitore biassiale
- 2 = inseguitore monoassiale
- 3 = a palo
- 4 = a cavalletto
- 5 = integrata

Riferimenti normativi e tecnici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8):** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12):** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24):** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

- N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
- F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 160

Classe di esigenza	C5	Economicità		Indicatore		
	Esigenza	1	Risparmio	Taglia dell'impianto		
		Requisito	1	Controllo delle spese e dei ricavi	Descrizione	
			Parametro	2	Costi di gestione e manutenzione	L'indicatore valuta, in maniera qualitativa, il costo dovuto all'esercizio dell'impianto in base alla sua taglia. Più la taglia è piccola, più, in percentuale, i costi di gestione e manutenzione aumentano.
				Tipologia		
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo <input type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione						
Fasi LC interessate		Target dell'impatto				
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici					
		Abbreviazione	Unità di Misura			
		Cstr	kW			

Soglie e Punteggi

- 1 = impianti tra 0 e 30 kW
- 2 = impianti tra 30 e 500 kW
- 3 = impianti tra 500 e 1000 kW
- 4 = impianti tra 1000 e 2000 kW
- 5 = impianti oltre 2000 kW

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002

F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 161

Classe di esigenza	C5	Economicità		<i>Indicatore</i>		
	Esigenza	1	Risparmio	Pay back time dei moduli		
		Requisito	1	Controllo delle spese e dei ricavi	<i>Descrizione</i>	
			Parametro	3	Ammortamenti	Il "Pay back time" è il tempo che un impianto impiega a produrre la stessa quantità di energia elettrica utilizzata per la costruzione dello stesso, ossia i vari componenti che lo formano.
				<i>Tipologia</i>		
<input checked="" type="checkbox"/> Quantitativo	<input type="checkbox"/> Qualitativo	<input type="checkbox"/> Si/No	<input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
<i>Fasi LC interessate</i>		<i>Target dell'impatto</i>				
<input type="checkbox"/> Preproduzione	<input type="checkbox"/> Produzione	<input type="checkbox"/> Distribuzione	<input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione	<input type="checkbox"/> Dismissione		
		<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale	<input type="checkbox"/> Ecosistema Locale	<input type="checkbox"/> Utenti		
		<input checked="" type="checkbox"/> Edificio	<input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente	<input checked="" type="checkbox"/> Costi economici		
		<i>Abbreviazione</i>		<i>Unità di Misura</i>		
		Pbtm		anni		

Soglie e Punteggi

1 = oltre i 2
 2 = da 1, 5 a 2
 3 = da 1 a 1,5
 4 = da 0,5 a 1
 5 = da 0 a 0,5

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 162

Classe di esigenza	C5	Economicità		Indicatore Incentivi
	1	Risparmio		
	Esigenza	1	Controllo delle spese e dei ricavi	Descrizione
	Requisito	3	Ammortamenti	L'indicatore considera le tipologie di integrazione architettonica del sistema fotovoltaico previste dalla normativa italiana ai fini del riconoscimento degli incentivi fiscali.
Parametro	Tipologia <input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione			
Fasi LC interessate				Target dell'impatto
<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione				<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici
			Abbreviazione	Unità di Misura
			Inc	-

Soglie e Punteggi

- 1 = nessuna integrazione
 2 = integrazione parziale (tipologia 1)
 3 = integrazione parziale (tipologie 2 e 3)
 4 = integrazione totale (tipologie 4,5,9 e 10)
 5 = integrazione totale (tipologie 1,2,3,4,6,7 e 8)

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);
Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico (a cura del GSE, aprile 2009)

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
 F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 163

Classe di esigenza	C5	Economicità		Indicatore				
	Esigenza	1	Risparmio	Pay back time dell'impianto				
		1	Controllo delle spese e dei ricavi		Descrizione			
		Requisito	3	Ammortamenti		L'indicatore considera le tipologie di integrazione architettonica del sistema fotovoltaico previste dalla normativa italiana ai fini del riconoscimento degli incentivi fiscali.		
			Parametro	Tipologia				
			<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione					
			Fasi LC interessate	Target dell'impatto				
			<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici				
				Abbreviazione	Unità di Misura			
				Pbti	anni			

Soglie e Punteggi

1 = superiore a 13
 2 = tra 11 e 13
 3 = tra 9 e 11
 4 = tra 7 e 9
 5 = inferiore a 7

Istruzioni per il calcolo

$Pbti = \text{Inv. Iniz.} / \text{Ent.}$

dove

Pbti = Pay Back Time dell'impianto (anni)

Inv. Iniz = investimento iniziale (euro)

Ent. = Entrata annua (euro)

Calcolo dell'Investimento iniziale

$\text{Inv. Iniz.} = C_{tot} + C_{pol} + C_{man}$

Dove

$C_{tot} = C_{pan} + C_{inv} + C_{bat} + C_{quad} + C_{cav}$

C_{pan} = costo dei pannelli (euro)

C_{inv} = costo dell'inverter (euro)

Cbat = costo della batteria (euro)
Cquad = costo dei quadri elettrici (euro)
Ccav = costo dei cavi elettrici (euro)

Pol = Polizza assicurativa pari a circa 70 €/anno

Man = costo della manutenzione, pari a circa l'1 % del costo totale dell'impianto per ogni anno

Calcolo dell'entrata annua

Ent. = Risp + Inc

Dove

Risp = Risparmio sulla bolletta = Csfv - Ccfv - Csca

Csfv = Costo annuo dell'energia senza FV = Cmed x Cen

Ccfv = Costo annuo dell'energia con FV = (Cmed - Pro) x Cen

Csca = Costo annuo dello scambio sul posto = 58 euro

Cen = Costo dell'energia = 0,2 euro/W

Cmed = Consumo medio annuo di energia dell'edificio (kW)

Pro = Producibilità dell'impianto = (Irr x Ti x Corr) - Pd

Irr = valore della radiazione solare media annua su superficie orizzontale (kWh/mq)

Ti = taglia dell'impianto (kW)

Corr = coefficiente correttivo di esposizione e inclinazione pannelli

Pd = perdite dell'impianto

Inc = Incentivi, 0,39 in caso di nessuna integrazione; 0,42 in caso di integrazione parziale; 0,46 in caso di integrazione totale

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri.

Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);

Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico (a cura del GSE, aprile 2009)

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002

F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

Scheda 164

Classe di esigenza	C5	Economicità		Indicatore T.I.R.		
	Esigenza	1	Risparmio			
		Requisito	1	Controllo delle spese e dei ricavi	Descrizione	
			Parametro	3	Ammortamenti	L'indicatore valuta il tasso di tasso interno di rendimento, valore che esprime il guadagno annuale generato dall'impianto fotovoltaico.
				Tipologia		
		<input type="checkbox"/> Quantitativo <input checked="" type="checkbox"/> Qualitativo <input type="checkbox"/> Si/No <input type="checkbox"/> di Inclusione/Esclusione				
		Fasi LC interessate		Target dell'impatto		
		<input type="checkbox"/> Preproduzione <input type="checkbox"/> Produzione <input type="checkbox"/> Distribuzione <input checked="" type="checkbox"/> Uso/Gestione <input type="checkbox"/> Dismissione	<input type="checkbox"/> Ecosistema Globale <input type="checkbox"/> Ecosistema Locale <input type="checkbox"/> Utenti <input checked="" type="checkbox"/> Edificio <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto/Componente <input checked="" type="checkbox"/> Costi economici			
				Abbreviazione		
				Unità di Misura		
				Tir		
				%		

Soglie e Punteggi

1 = inferiore a 5
 2 = tra 5 e 7
 3 = tra 7 e 9
 4 = tra 9 e 11
 5 = superiore a 11

Istruzioni per il calcolo

$Tir = Ga / Inv. Iniz.$

Dove

Ga = Guadagno annuo

Inv. Iniz = Investimento iniziale

Calcolo del Guadagno Annuo

$Ga = Gtot / A$

Dove

Gtot = Guadagno totale negli anni successivi al Pay Back Time

A = Anni di vita utile del pannello

$Gtot = Ent \times (Ainc - Pbt_i) + (Risp \times Asucc) - Pol - Man;$

dove

Ent = Entrata annuale
Ainc = anni di incentivo statale = 20 anni
Pbti = Pay back time dell'impianto
Risp = Risparmio sulla bolletta
Asucc = Vu- Ainc
Pol = Polizza assicurativa = 70 euro/anno
Man = manutenzione dell'impianto = 1 %/anno sull'investimento iniziale

Riferimenti normativi e tecnici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);
Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico (a cura del GSE, aprile 2009)

Fonti e Riferimenti bibliografici

N. Aste, *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2002
F. Groppo, C. Zuccaio, *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

4.5 Definizione dei pesi (weighting)

Durante la procedura di valutazione, il modello attribuisce pesi diversi alle classi di elementi, distinguendoli secondo la rilevanza che gli elementi di uno stesso livello assumono nella reciproca comparazione.

Il ruolo dell'utente viene definito come bersaglio primario delle azioni progettuali e costruttive, attribuendo così un peso del 40% ai parametri di biocompatibilità, del 35% a quelli dell'ecosostenibilità e del 25% a quello della convenienza. Si prende dunque coscienza del fatto che non solo l'utente coincide generalmente con l'obiettivo dell'edificio da progettare, da recuperare o da valutare, ma che una serie di fattori, trasformandosi in fonti di impatto negativo per l'utente, risulteranno tali anche per gli ecosistemi.

CAT.	CLASSE DI ESIGENZA	ESIGENZA	REQUISITO	PARAMETRO	
ECOSOSTENIBILITA' (35%)	Salvaguardia dell'ambiente (100%)	Mitigazione (40%)	Limitazione dei cambiamenti climatici (100%)	Effetto serra (20%)	
				Acidificazione (15%)	
				Eutrofizzazione (15%)	
				Smog fotochimico (15%)	
				Buco dell'Ozono (20%)	
				Deforestazione (15%)	
		Protezione dell'ecosistema (30%)	Controllo dei rifiuti prodotti (100%)	Rifiuti solidi (30%)	
				Rifiuti liquidi (35%)	
				Ciclo di riuso (35%)	
		Risparmio di risorse (30%)	Controllo delle risorse materiali utilizzate (45%)	Prestazioni ambientali dei materiali utilizzati (100%)	
				Controllo delle risorse energetiche utilizzate (55%)	Energia incorporata delle materie prime (30%)
					Energia consumata per il prodotto (40%)
		Tipo di energia consumata nel processo produttivo (30%)			

Tabella 9 - Definizione dei pesi per la categoria "Ecosostenibilità"

I pesi delle esigenze per le classi di Biocompatibilità ed Ecosostenibilità (Tab. 1 e 2) - rispettivamente della salute e della sicurezza per l'utente, e della salvaguardia e del risparmio per l'ambiente - vengono attribuiti secondo l'influenza che il consumo e l'uso dei beni ambientali

esercitano sul territorio: “salute” e “salvaguardia” appaiono come obiettivi primari da assicurare per i due utenti uomo e ambiente, e pertanto si attribuisce loro il 55 % di importanza, mentre alla “sicurezza” e al “risparmio” poiché incidono in misura rilevante sulla qualità e sul miglioramento delle condizioni, sia umane che ambientali, viene assegnato il peso del 45%.

CAT.	CLASSE DI ESIGENZA	ESIGENZA	REQUISITO	PARAMETRO
BICOMPATIBILITA' (40%)	Salute (40%)	Salubrità (100%)	Assenza di emissioni nocive (55%)	Voc (45%)
				Fibre minerali (10%)
			Controllo del rumore prodotto (45%)	Elettromagnetismo (45%)
				Inquinamento acustico (100%)
	Benessere (35%)	Benessere Acustico (25%)	Protezione dal rumore (100%)	Isolamento acustico ai rumori aerei esterni (100%)
				Benessere termico (35%)
		Benessere visivo (40%)	Controllo dell'energia termica trasmessa (50%)	
	Controllo del flusso luminoso (100%)			Caratteristiche del pannello fotovoltaico (100%)
		Sicurezza (25%)	Sicurezza strutturale (55%)	Stabilità agli agenti atmosferici (100%)
	Resistenza al vento (30%)			
	Resistenza alla neve (15%)			
	Resistenza all'irraggiamento (30%)			
	Sicurezza in caso di incendio (45%)		Stabilità agli agenti ignei (100%)	Resistenza ai fluidi (25%)
Resistenza al fuoco (50%)				
Reazione al fuoco (50%)				

Tabella 10 - Definizione dei pesi per la categoria "Biocompatibilità"

Per quel che riguarda invece la classe della Convenienza, alle esigenze che la caratterizzano (Aspetto, Fruibilità, Gestione, Integrabilità ed Economicità) sono assegnate rispettivamente pesi del 20%, 10%, 25%, 25% e 20% (Tab. 3)

CAT.	CLASSE DI ESIGENZA	ESIGENZA	REQUISITO	PARAMETRO		
CONVENIENZA (25%)	Aspetto (20%)	Armonia con l'elemento architettonico (100%)	Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico (100%)	Colore (30%)		
				Geometria (40%)		
				Consistenza materica (30%)		
	Fruibilità (10%)	Funzionalità (55%)	Facilità di intervento (50%)	Regolabilità (50%)	Tipologia di installazione (100%)	
					Tipologia di installazione (100%)	
		Flessibilità (45%)	Spostabilità e Ricollocabilità (100%)			Tipologia di installazione (45%)
						Caratteristiche del pannello fotovoltaico (55%)
	Gestione (25%)	Resistenza (55%)		Affidabilità ed Efficienza (100%)	Dati climatici del sito (15%)	
					Dati relativi all'installazione (25%)	
					Perdite dell'impianto (10%)	
					Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico (30%)	
					Caratteristiche tecniche dell'inverter (15%)	
		Semplicità di gestione (45%)				Caratteristiche tecniche della batteria (5%)
						Tipologia di installazione (100%)
						Tipologia di installazione (100%)
						Tipologia di installazione (100%)
						Tipologia di installazione (45%)
	Integrabilità (25%)	Integrazione morfologica (100%)	Controllo dell'inserimento nell'edificio (100%)		Caratteristiche del pannello (55%)	
					Tipologia di installazione (100%)	
					Grado di integrazione (30%)	
Colore (20%)						
Economicità (20%)	Risparmio (100%)	Controllo delle spese e dei ricavi (100%)		Geometria (30%)		
				Consistenza materica (20%)		
				Costi (50%)		
				Ammortamenti (50%)		

Tabella 11 - Definizione dei pesi per la categoria "Convenienza"

Anche al terzo livello relativo alle esigenze i diversi pesi seguono analoghi criteri, così che per ogni esigenza siano diversificati i contributi dei singoli requisiti, secondo l'importanza che il soddisfacimento di ciascuno comporta sulla sostenibilità del prodotto e del suo uso in architettura in termini di effetti positivi sull'uomo, sull'ambiente e sulla convenienza. Al quarto livello, che riguarda i parametri, i pesi vengono assegnati rispettivamente in relazione agli impatti specifici che ognuna delle categorie - fattori di costruzione, di inquinamento e ambientali - esercita rispettivamente sui tre bersagli, secondo il principio delle

esperienze pregresse.

Al quinto livello, quello degli indicatori, non viene attribuito alcun peso poiché il valore degli elementi è già noto scaturendo dalle indagini e dalle simulazioni, e dunque determinabile in sede di progetto.

Le modalità volte a conseguire l'interfaccia si sviluppano secondo un sistema a matrice nel quale sono collegati in termini qualitativi e quantitativi e durante ogni fase, tutti i fattori - costruttivi, ambientali, inquinanti - in modo che le valutazioni, mediate da un'analisi multicriteria o per mezzo del confronto incrociato tra diverse informazioni, possano comprendere apporti combinati di svariate azioni sulle diverse parti dei tre bersagli.

I calcoli dei punteggi e delle medie, nonché la fase di pesatura e somma dei risultati, ad ogni livello gerarchico, sono stati automatizzati attraverso la realizzazione di un foglio di calcolo con il software Microsoft Excel.

Capitolo 5 - Valutazione del confronto di un sistema fotovoltaico a film sottile (CIGS) e uno a celle solari organiche (DSSC)

5.1 Il fotovoltaico organico e il programma “Ventotene: emissioni zero”

Ventotene, nelle isole Pontine, è stata scelta come primo esempio laziale di comunità sostenibile. La sua individuazione discende dalle sue peculiarità storico-ambientali e dalle caratteristiche di una comunità di residenti particolarmente motivata alla sperimentazione ed alle nuove idee di sviluppo sostenibile, come evidenziato nella “carta di Ventotene” che contiene quelle idee che sono state alla base della creazione dell’Unione Europea.

Con la deliberazione del Consiglio Regionale n.143 del 31 luglio 2003 è stato approvato il “*Programma integrato di interventi per lo sviluppo del litorale*”.³⁵

L’Azione I.1.5 del suddetto programma “Risparmio Energetico” ha come obiettivo quello di stimolare la produzione e l’impiego di fonti rinnovabili di energia e prevede quale tipologia di intervento ammissibile a finanziamento, la “*produzione energetica da fonti rinnovabili; fotovoltaico e solare termico*”.

Nell’ambito di tale progetto, grazie alla collaborazione tra Regione Lazio, il Dipartimento ITACA dell’Università di Roma “La Sapienza” ed il Dipartimento di Elettronica dell’Università di Roma “Tor Vergata”, è stata sperimentata per la prima volta in Italia, e tra le prime in assoluto al mondo, l’applicazione outdoor di celle

³⁵ La deliberazione fa seguito alla legge regionale n.1 del 5 gennaio 2001 recante “*Norme per la valorizzazione e lo sviluppo del litorale del Lazio*”, che all’articolo 5 individua le tipologie di intervento finanziabili nei comuni costieri del Lazio.

fotovoltaiche organiche di derivazione dal mirtillo. Obiettivo principale della sperimentazione è stato quello di applicare e testare tecnologie solari innovative come quella fotovoltaica organica e di promuoverle assieme a tecnologie solari consolidate, per una produzione energetica ad emissioni zero da realizzarsi anche in situazioni ambientali particolarmente sensibili come l'isola di Ventotene.

Il testing delle celle organiche in condizioni "outdoor" ha costituito uno degli aspetti più rilevanti per la verifica della loro maturità tecnologica e delle loro prestazioni in condizioni di utilizzo effettivo.

5.2 Il caso studio: il Museo della Migrazione

Dopo una serie di simulazioni progettuali si sono individuati pochi punti collocati in modo strategico nell'isola per la realizzazione di impianti solari di tipo fotovoltaico misto (che comprendono cioè sia solare organico che silicio amorfo) mirati a produrre il quantitativo di energia necessario per alimentare l'illuminazione stradale di gran parte dei tracciati stradali dell'isola. In particolare i sistemi fotovoltaici dovranno essere applicati sulle coperture del Museo della Migrazione e su quella del piccolo nuovo centro sportivo Comunale (da realizzare).

Per questi motivi come caso studio per l'applicazione del metodo di valutazione elaborato nella presente ricerca si è scelto per l'appunto il Museo della Migrazione localizzato in via Oliri, località Il Semaforo a Ventotene (LT).

Il Semaforo è uno splendido punto di osservazione non solo per abbracciare con lo sguardo l'intera isola, da una costa all'altra, ma anche per ammirare gli uccelli come gabbiani e gheppi, che si lasciano aiutare dal vento nei loro voli



Figura 58 - Il Museo della Migrazione su cui è stata condotta la sperimentazione e su cui verranno installati i pannelli fotovoltaici organici

planati. Non presenta dunque alcun ostacolo naturale che può costituire problemi di ombreggiamento e l'impianto fotovoltaico che verrà installato potrà sfruttare tutta la radiazione solare disponibile.

Il museo è localizzato in un'antica struttura completamente realizzata in tufo, che è stata, di recente, oggetto di una completa ristrutturazione. L'edificio è composto da due piani fuori terra, più una piccola sopraelevazione a torre che interessa solo una parte dello stabile.

Il piano principale, quello che contiene le sale del museo, è accessibile dall'esterno tramite uno scalone che si dirama in un ballatoio che percorre metà dell'edificio, mentre il piano inferiore non è accessibile al pubblico in quanto in esso sono localizzati gli archivi e i depositi.

La copertura piana è costituita da un enorme terrazzo di circa cento metri quadrati, destinata ad ospitare i pannelli fotovoltaici.

Purtroppo, al momento della conclusione della presente ricerca, il progetto dell'impianto fotovoltaico che sarà installato sulla copertura del museo non è stato ancora definito, per cui la valutazione sarà applicata su una simulazione del sistema.

Inoltre, nella simulazione, l'energia elettrica prodotta dal sistema solare fotovoltaico non è utilizzata per l'illuminazione pubblica dell'isola, ma per soddisfare parte dei consumi energetici annui del museo (stimabili attorno ai 7kW).

In particolare l'impianto considerato nel caso studio, ai fini della valutazione è del tipo grid connected (ossia connesso alla rete pubblica dell'energia elettrica in modo da poter vendere l'energia in eccesso al gestore) con una taglia di 3kW.

I pannelli, collocati sulla copertura piana per sovrapposizione, sono sorretti da una struttura a cavalletto (vedi Struttura di sostegno → nel Glossario),



Figura 59 - L'edificio che ora ospita il museo prima della ristrutturazione



Figura 60 - Una delle sale interne del museo

mentre l'inverter è dotato di un trasformatore e ha una potenza pari a 3200 W.

Necessari per la valutazione risultano alcuni dati riguardanti i fattori ambientali e climatici del sito, nonché i dati relativi all'impianto, risultando tali aspetti comuni ad entrambi i casi studio li riporto una volta soltanto, qui di seguito:

Dati del sito	
Edificio	Museo della Migrazione
Località	Ventotene (LT)
Latitudine	40° 48' 0" N
Longitudine	13° 26' 0" E
Altitudine	18 metri slm
Zona Climatica	C
Gradi Giorno	1107
Zona Carico da Neve	2
Zona Carico da Vento	9
Radiazione solare	1645 kWh/mq

Dati dell'impianto	
Tipo di impianto	Grid Connected
Taglia	3 kW

<u>Struttura di sostegno</u>	
Tipologia	a cavalletto
Descrizione	Struttura di sostegno realizzata in ferro zincato a caldo ed alluminio, completa di bullonerie in acciaio zincato, per il posizionamento ed il fissaggio di n.2 moduli fotovoltaici su copertura piana (ad esclusione dei cordoli di zavorramento).
Costo a mq	80 euro a mq

<i>Inverter</i>	
Tipo	Inverter con trasformatore
Modello	Sunny Boy 3000
Prodotto da	SMA
Potenza	3200 W
Costo a kW	479 euro

La valutazione sarà ovviamente applicata prima considerando i pannelli con tecnologia CIGS (Caso A) e poi quelli con tecnologia DSSC (Caso B).

<i>Pannelli (CASO A)</i>	
Tipo	CIGS
Modello	Q-Cells SL1-80F
Dimensioni	1,19 x 0,63 cm
Colore	Grigio Scuro
Area del pannello	0,75 mq
Potenza massima	85 W
Prodotto da	Solibro GmbH
Luogo di produzione	Thalheim, Germania
Costo a Wp	3,52 euro
N° di moduli necessari	35
Superficie necessaria	26,25 mq
Posizione	Applicazione indipendente su copertura piana
Esposizione	Sud
Inclinazione	33°

<i>Pannelli (CASO B)</i>	
Tipo	DSSC
Modello	DSC 3030W31
Dimensioni	0,3 x 0,3 m
Colore	vari colori disponibili
Area del pannello	0,09 mq
Potenza massima	6 W
Prodotto da	Solaronix
Luogo di produzione	Aubonne, Svizzera
Costo a Wp	2,50 euro
N° di moduli necessari	500
Superficie necessaria	45 mq
Posizione	Applicazione indipendente su copertura piana
Esposizione	Sud
Inclinazione	33°

5.3 La valutazione del caso studio con i pannelli CIGS (CASO A)

A.1.1.1.1

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Effetto Serra

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Effetto Serra	Emissioni di gas serra nella fase di preproduzione (Scheda 1)	GWPPp	Vetro temprato	Kg CO ₂ eq/Kg	1 = oltre 8 2 = da 4 a 8 3 = da 1 a 4 4 = da 0 a 1 5 = valori negativi	4	2,5714	3,1143	La produzione di vetro temprato genera 1,21 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			5			La produzione di vetro float genera 0,97 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 20 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Molibdeno			1			La produzione di molibdeno genera 10 kgCO ₂ al Kg di prodotto (Banca Dati Eco-Invent)
			Cigs			2			La produzione di cigs genera 8 kgCO ₂ al Kg di prodotto (Banca Dati Eco-Invent)
			Ossido di zinco			2			La produzione di ossido di zinco genera 4,5 kgCO ₂ al Kg di prodotto (Banca Dati Eco-invent)
			EVA			3			La produzione di EVA genera 2 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
	Emissioni di gas serra nella fase di produzione (Scheda 2)	GWPP	-	Kg CO ₂ eq/KWp	1 = oltre 1200 2 = da 900 a 1200 3 = da 800 a 900 4 = da 600 a 800 5 = da 0 a 600	-	2	La produzione di 1kWp di moduli CIGS genera circa 1170 kgCO ₂ (dati tratti da Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems, 2008)	
	Emissioni di gas serra nella fase di distribuzione (Scheda 3)	GWPD	-	Kg CO ₂ eq/tKm	1 = oltre 2000 2 = da 1300 a 2000 3 = da 800 a 1300 4 = da 300 a 800 5 = da 0 a 300	-	4	Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Thalheim e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatte. Il risultato finale è 345,05 Kg CO ₂ eq/tkm.	
	Emissioni di gas serra nella fase di uso (Scheda 4)	GWPU	-	Kg CO ₂ eq/Kg	1 = oltre 500 2 = da 300 a 500 3 = da 200 a 300 4 = da 100 a 200 5 = da 0 a 100	-	5	La quantità di gas serra emessi durante la fase d'uso di un pannello in cigs è stimabile in valori di poca rilevanza.	
Emissioni di gas serra nella fase di dismissione (Scheda 5)	GWPS	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riuso di materiali/Recupero di componenti	-	2			

A.1.1.1.2

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Acidificazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Acidificazione	Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di preproduzione (Scheda 6)	APpp	Vetro temprato	g SO ₂ eq/Kg	1 = oltre 60 2 = da 50 a 60 3 = da 30 a 40 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	5	3,8571	3,3714	La produzione di vetro temprato genera 9,77 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			5			La produzione di vetro float genera 8,51 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 69 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Molibdeno			3			La produzione di molibdeno genera 32 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Cigs			4			La produzione di cigs genera 27 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Ossido di zinco			4			La produzione di ossido di zinco genera 15,4 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			EVA			5			La produzione di EVA genera 7,2 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
	Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di produzione (Scheda 7)	APp	-	kg SO ₂ eq/KWp	1 = oltre 9 2 = da 6 a 9 3 = da 3 a 5 4 = da 1 a 3 5 = da 0 a 1	-	3	La produzione di 1kWp di moduli cigs genera circa 3,8 kgSO ₂ (dati tratti da Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems, 2008)	
	Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di distribuzione (Scheda 8)	APd	-	g SO ₂ eq/tKm	1 = oltre 4000 2 = da 2500 a 4000 3 = da 1000 a 2500 4 = da 500 a 1000 5 = da 0 a 500	-	3	Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Thalheim e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatta. Il risultato finale è 1141,3 g SO ₂ eq/tkm.	
	Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di uso (Scheda 9)	APu	-	g SO ₂ eq/Kg	1 = oltre 500 2 = da 300 a 500 3 = da 200 a 300 4 = da 100 a 200 5 = da 0 a 100	-	5	La quantità di anidride solforica equivalente emessa durante la fase d'uso di un pannello in cigs è stimabile in valori di poca rilevanza.	
Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di dismissione (Scheda 10)	APs	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riuso di materiali/Recupero di componenti	-	2			

A.1.1.1.3

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici >

Eutrofizzazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Eutrofizzazione	Emissioni di fosfati nella fase di preproduzione (Scheda 11)	EPpp	Vetro temprato	g PO ₄ eq/Kg	1 = oltre 3; 2 = da 1,5 a 3; 3 = da 0,7 a 1,5; 4 = da 0,5 a 0,7; 5 = da 0 a 0,5	3	2,2857	3,0571	La produzione di vetro temprato genera 0,77 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			3			La produzione di vetro float genera 0,72 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 5,7 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Molibdeno			2			La produzione di molibdeno genera 2,7 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Cigs			3			La produzione di cigs genera 1,5 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Ossido di zinco			3			La produzione di ossido di zinco genera 1,2 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			EVA			1			La produzione di alluminio genera 7,2 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
	Emissioni di fosfati nella fase di produzione (Scheda 12)	EPp	-	Kg PO ₄ eq/kWp	1 = oltre 1 2 = da 0,6 a 1 3 = da 0,4 a 0,6 4 = da 0,2 a 0,4 5 = da 0 a 0,2	-	4	La produzione di 1kWp di moduli CIGS genera circa 0,41 kgPO ₄ eq (dati tratti da Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems, 2008)	
	Emissioni di fosfati nella fase di distribuzione (Scheda 13)	EPd	-	g PO ₄ eq	1 = oltre 600 2 = da 300 a 600 3 = da 100 a 300 4 = da 50 a 100 5 = da 0 a 50	-	2	Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Thalheim e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatte. Il risultato finale è 360,25 g PO ₄ eq/tkm.	
	Emissioni di fosfati nella fase di uso (Scheda 14)	EPu	-	Kg PO ₄ eq	1 = oltre 1,5 2 = da 1 a 1,5 3 = da 0,5 a 1 4 = da 0,3 a 0,5 5 = da 0 a 0,3	-	5	La quantità di fosfati equivalenti emessa durante la fase d'uso di un pannello in cigs è stimabile in valori di poca rilevanza.	
Emissioni di fosfati nella fase di dismissione (Scheda 15)	EPs	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti	-	2			

A.1.1.1.4

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Smog

Fotochimico

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Smog fotochimico	Emissioni di etilene nella fase di preproduzione (Scheda 16)	POCPPp	Vetro temprato	g C ₂ H ₄ eq/Kg	1 = oltre 5 2 = da 1 a 5 3 = da 0,5 a 1 4 = da 0,2 a 0,5 5 = da 0 a 0,2	4	2,1429	3,0286	La produzione di vetro temprato genera 0,5 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			4			La produzione di vetro float genera 0,41 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 10 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Molibdeno			2			La produzione di molibdeno genera 4,2 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Cigs			1			La produzione di cigs genera 5,1 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Ossido di zinco			2			La produzione di ossido di zinco genera 4 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (Banca Dati Eco-Invent)
			EVA			1			La produzione di alluminio genera 6,5 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
	Emissioni di etilene nella fase di produzione (Scheda 17)	POCPPp	-	Kg C ₂ H ₄ eq/KWp	1 = oltre 3 2 = da 1 a 3 3 = da 0,5 a 1 4 = da 0,2 a 0,5 5 = da 0 a 0,2	-	4		La produzione di 1kWp di moduli CIGS genera circa 0,34 kg C ₂ H ₄ eq (dati tratti da Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems, 2008)
	Emissioni di etilene nella fase di distribuzione (Scheda 18)	POCPd	-	Kg C ₂ H ₄ eq	1 = oltre 500 2 = da 200 a 500 3 = da 100 a 200 4 = da 50 a 100 5 = da 0 a 50	-	2		Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Thalheim e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatta. Il risultato finale è 236,34 g PO _x eq/tkm.
	Emissioni di etilene nella fase di uso (Scheda 19)	POCPu	-	Kg C ₂ H ₄ eq	1 = oltre 1 2 = da 0,5 a 1 3 = da 0,2 a 0,5 4 = da 0,1 a 0,2 5 = da 0 a 0,1	-	5		La quantità di etilene equivalenti emessa durante la fase d'uso di un pannello in cigs è stimabile in valori di poca rilevanza.
Emissioni di etilene nella fase di dismissione (Scheda 20)	POCPs	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti	-	2			

A.1.1.1.5

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Riduzione dello strato di Ozono

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Riduzione Strato Ozono	Emissioni di CFC eq. nella fase di preproduzione (Scheda 21)	ODPpp	Vetro temprato	mg CFC eq/Kg	1 = oltre 0,3 2 = da 0,15 a 0,3 3 = da 0,1 a 0,15 4 = da 0,05 a 0,1 5 = da 0 a 0,05	4	3,2857	3,4571	La produzione di vetro temprato genera 0,1 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			4			La produzione di vetro float genera 0,08 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 0,48 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Molibdeno			2			La produzione di molibdeno genera 0,2 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Cigs			3			La produzione di cigs genera 0,14 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Ossido di zinco			4			La produzione di alluminio genera 0,1 mg CFC eq. al Kg di prodotto (Banca Dati Eco-Invent)
			EVA			5			Nella produzione di EVA non vengono generati CFC equivalenti.
	Emissioni di CFC eq. nella fase di produzione (Scheda 22)	ODPpp	-	mg CFC eq/KWp	1 = oltre 0,3 2 = da 0,15 a 0,3 3 = da 0,1 a 0,15 4 = da 0,05 a 0,1 5 = da 0 a 0,05	-	5	La produzione di 1kWp di moduli CIGS non genera quantità apprezzabili di CFC eq.	
	Emissioni di CFC eq. nella fase di distribuzione (Scheda 23)	ODPd	-	mg CFC eq/Kmt	1 = oltre 75 2 = da 25 a 75 3 = da 10 a 25 4 = da 2,5 a 10 5 = da 0 a 2,5	-	2	Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Thalheim e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatta. Il risultato finale è 40,6 mg CFC eq/tkm.	
	Emissioni di CFC eq. nella fase di uso (Scheda 24)	ODPu	-	mg CFC eq/Kg	1 = oltre 0,2 2 = da 0,1 a 0,2 3 = da 0,05 a 0,1 4 = da 0,03 a 0,05 5 = da 0 a 0,03	-	5	La quantità di CFC equivalenti emessa durante la fase d'uso di un pannello in cigs è stimabile in valori di poca rilevanza.	
Emissioni di CFC eq. nella fase di dismissione (Scheda 25)	ODPs	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti	-	2			

A.1.1.1.6

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Deforestazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Deforestazione	Presenza di materiali lignei o vegetali (Scheda 26)	Plv	-	-	SI/NO	-	NO	X	Nessun materiale di origine lignea e/o vegetale è utilizzato per la produzione di un modulo CIGS.
	Percentuale di materiali lignei o vegetali utilizzati (Scheda 27)	Ql	-	%	1 = Ql > 60 % 2 = 40 % < Ql < 60 % 3 = 20 % < Ql < 40 % 4 = 0 % < Ql < 20 % 5 = nessun materiale vegetale	-	X		
	Percentuale di provenienza locale e/o regionale (Scheda 28)	Pl	-	%	1 = 0% < pl < 20% 2 = 20% < pl < 40 % 3 = 40% < pl < 60% 4 = 60 % < pl < 80% 5 = pl = 100%	-	X		
	Percentuale di provenienza da foreste controllate (Scheda 29)	Pfc	-	%	1 = da 0 a 20%; 2 = da 20 a 40 %; 3 = da 40 a 60 %; 4 = da 60 a 80%; 5 = da 80 a 100%	-	X		

A.1.2.1.1

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Protezione dell'ecosistema > Controllo dei rifiuti prodotti > Rifiuti solidi

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Rifiuti solidi	Rifiuti pericolosi prodotti (Scheda 30)	Rsp	-	1 = quantità molto alta di rifiuti 2 = quantità alta 3 = quantità media 4 = bassa quantità di rifiuti 5 = nessuna quantità di rifiuti	4	4	La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio <i>Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems</i> , a cura dell'Università di Stoccarda LBP, 2008
	Pericolosità dei rifiuti (Scheda 31)	Rsgp	-	1 = radioattivi 2 = mutageni 3 = cancerogeni 4 = infettivi 5 = tossici	4		La valutazione è stata effettuata in base a quanto stabilito dal CER (Codice Europeo dei Rifiuti).
	Rifiuti non pericolosi prodotti (Scheda 32)	Rsnp	-	1 = quantità molto alta di rifiuti 2 = quantità alta 3 = quantità media 4 = bassa quantità di rifiuti 5 = nessuna quantità di rifiuti	4		La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio <i>Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems</i> , a cura dell'Università di Stoccarda LBP, 2008

A.1.2.1.2

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Protezione dell'ecosistema > Controllo dei rifiuti prodotti > Rifiuti liquidi

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Rifiuti liquidi	Rifiuti pericolosi prodotti (Scheda 33)	Rlp	-	1 = quantità molto alta di rifiuti 2 = quantità alta 3 = quantità media 4 = bassa quantità di rifiuti 5 = nessuna quantità di rifiuti	3	3,25	La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio <i>Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems</i> , a cura dell'Università di Stoccarda LBP, 2008
	Pericolosità dei rifiuti (Scheda 34)	Rlgp	-	1 = radioattivi 2 = mutageni 3 = cancerogeni 4 = infettivi 5 = tossici	3		La valutazione è stata effettuata in base a quanto stabilito dal CER (Codice Europeo dei Rifiuti).
	Rifiuti non pericolosi prodotti (Scheda 35)	Rlnp	-	1 = quantità molto alta di rifiuti 2 = quantità alta 3 = quantità media 4 = bassa quantità di rifiuti 5 = nessuna quantità di rifiuti	3		La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio <i>Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems</i> , a cura dell'Università di Stoccarda LBP, 2008
	Scarico di acque calde (Scheda 36)	Rlsa	-	1 = quantità molto alta di scarico acque calde 2 = quantità alta di scarico acque calde 3 = quantità media di scarico acque calde 4 = bassa quantità di scarico di acque calde 5 = nessuna quantità di scarico acque calde	4		La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio <i>Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems</i> , a cura dell'Università di Stoccarda LBP, 2008

A.1.2.1.3

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Protezione dell'ecosistema > Controllo dei rifiuti prodotti > Ciclo di riuso

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Ciclo di riuso	Recuperabilità (Scheda 37)	Rec	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile così com'è	2	2,33333	La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio <i>Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems</i> , a cura dell'Università di Stoccarda LBP, 2008
	Separabilità delle componenti (Scheda 38)	Sep	-	1 = componenti assemblate con leganti 2 = componenti assemblate tramite saldatura 3 = componenti assemblate tramite incollaggio 4 = componenti assemblate tramite serraggio 5 = componenti assemblate tramite incastro	3		
	Omogeneità delle componenti (Scheda 39)	Omo	-	1 = oltre 8 materiali 2 = da 6 a 8 materiali 3 = da 3 a 5 materiali 4 = 2 materiali 5 = 1 materiale	2		I materiali utilizzati per la produzione del pannello fotovoltaico in CIGS sono 7 (vetro temprato, vetro float, alluminio, molibdeno, cigs, ossido di zinco, EVA)

A.1.3.1.1

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Vetro Temprato

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Vetro Temprato	Reperibilità (Scheda 40)	M1rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto reperibile	4	2,42857	La produzione del vetro temprato si basa sulla lavorazione del silicio, che è il secondo elemento più abbondante sulla Terra.
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M1rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		La produzione del vetro temprato si basa sulla lavorazione del silicio, che non può essere considerata una risorsa rinnovabile.
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M1mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M1a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	2		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M1bio	anni	1 = oltre i 100/non biodegradabile 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M1ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	5		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M1sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	3		

A.1.3.1.2

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate >

Vetro Float

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Vetro Float	Reperibilità (Scheda 40)	M2rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto reperibile	4	2,42857	La produzione del vetro float si basa sulla lavorazione del silicio, che è il secondo elemento più abbondante sulla Terra.
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M2rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		La produzione del vetro float si basa sulla lavorazione del silicio, che non può essere considerata una risorsa rinnovabile.
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M2mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M2a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	2		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M2bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M2ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	5		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M2sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	3		

A.1.3.1.3

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate >

Alluminio

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Alluminio	Reperibilità (Scheda 40)	M3rep	-	1 = molto poco reperibile 2 = poco reperibile 3 = mediamente reperibile 4 = abbastanza reperibile 5 = molto reperibile	3	1,85714	Nonostante l'alluminio sia il 3° elemento in ordine d'abbondanza sulla crosta terrestre, (8,1%), è molto raro in forma libera.
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M3rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M3mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M3a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	2		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M3bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M3ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio/incenerimento 5 = riutilizzabile	3		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M3sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	2		

A.1.3.1.4

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Molibdeno

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Molibdeno	Reperibilità (Scheda 40)	M4rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto reperibile	3	1,71429	Il molibdeno si trova in minerali come la wulfenite (PbMoO ₄) o la powellite (CaMoO ₄), ma la principale sorgente commerciale di molibdeno è la molibdenite (MoS ₂). Il molibdeno è estratto come minerale primario (cioè esistono miniere di molibdeno) ed è anche recuperato come sottoprodotto dell'estrazione del rame. Il molibdeno è presente nel minerale in concentrazioni che vanno dallo 0,01% allo 0,5%.
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M4rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M4mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M4a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	3		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M4bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M4ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	1		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M4sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	2		

A.1.3.1.5

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Cigs (Diseleniuro di Rame, Indio e Gallio)

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Cigs (Diseleniuro di rame, indio e gallio)	Reperibilità (Scheda 40)	M5rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto	1	1,42857	L'indio e il gallio sono minerali estremamente rari.
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M5rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M5mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M5a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	3		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M5bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M5ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	1		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M5sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	2		

A.1.3.1.6

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Ossido di Zinco

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Ossido di Zinco	Reperibilità (Scheda 40)	M6rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto	3	1,85714	Lo zinco è il ventitreesimo elemento più abbondante nella crosta terrestre
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M6rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M6mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M6a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	3		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M6bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M6ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	1		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M6sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	3		

A.1.3.1.7

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > EVA

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
EVA (Etilene-Vinil-Acetano)	Reperibilità (Scheda 40)	M7rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto	4	2,14286	
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M7rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M7mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M7a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	3		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M7bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M7ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	3		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M7sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	2		

A.1.3.2.1

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Energia incorporata delle materie prime

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Energia incorporata delle materie prime	Vetro temprato (Scheda 47)	Ei	MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	4	3	Il valore di energia incorporata per il vetro temprato è pari a 16,1 MJ/kg (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei materiali</i> , Utet, Milano 2006)
	Vetro float (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	4		Il valore di energia incorporata per il vetro float è pari a 14 MJ/kg (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei materiali</i> , Utet, Milano 2006)
	Alluminio (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	1		Il valore di energia incorporata per l'alluminio è pari a 113,6 MJ/kg (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei materiali</i> , Utet, Milano 2006)
	Molibdeno (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	3		Il valore di energia incorporata per il molibdeno è pari a 39 MJ/kg (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
	Cigs (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	3		Il valore di energia incorporata per il diseleniuro di rame, indio e gallio è pari a 32 MJ/kg (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
	Ossido di Zinco (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	4		Il valore di energia incorporata per l'ossido di zinco è pari a 11,5 MJ/kg (Banca Dati Eco-Invent)
	EVA (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	2		Il valore di energia incorporata per l'EVA è pari a 61 MJ/kg (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei materiali</i> , Utet, Milano 2006)

A.1.3.2.2

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Energia consumata per il prodotto

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Energia consumata per il prodotto	Energia per il processo produttivo (Scheda 48)	Ep	MJ/Kwp	1 = oltre 25000 2 = da 20000 a 25000 3 = da 18000 a 20000 4 = da 15000 a 18000 5 = sotto i 15000	2	2	L'energia consumata durante il processo produttivo di un kWp di moduli in CIGS è pari a circa 20000 MJ (dati tratti da Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems, 2008)
	Energia di trasporto per la distribuzione del prodotto (Scheda 49)	Ed	MJ/tKm	1 = oltre i 6000 2 = da 3001 a 6000 3 = da 1501 a 3000 4 = da 501 a 1500 5 = da 0 a 500	2		Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Thalheim e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatta. Il risultato finale è 4206 MJ/tkm.
	Energia di utilizzo (Consumo dell'inverter in fase operativa) (Scheda 50)	Eu1	W	1 = superiore a 13,5 2 = dagli 12 a 13,5 3 = dai 10 a 12; 4 = dai 7 a 9; 5 = inferiore a 6			L'inverter Sunny Boy 3000 ha un consumo in fase operativa pari a 7 W (dati forniti dal produttore).
	Energia di utilizzo (Consumo dell'inverter in assenza di carico) (Scheda 51)	Eu2	W	1 = superiore ad 1 2 = da 0,6 ad 1 3 = da 0,26 a 0,5 4 = da 0,11 a 0,25 5 = da 0 a 0,1			L'inverter Sunny Boy 3000 ha un consumo in assenza di carico pari a 0,25 W (dati forniti dal produttore).
	Energia di dismissione (Scheda 52)	Es		1 = Discarica 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti 4 = Compostaggio 5 = Incenerimento	2		

A.1.3.2.3

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Tipo di energia consumata per il processo produttivo

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipo di energia consumata nel processo produttivo	Energia rinnovabile (Scheda 53)	Erin	%	1 = dallo 0 al 15 % 2 = dal 5 al 15 % 3 = dal 15 al 20% 4 = dal 20 al 30% 5 = oltre il 30 %	3	2,5	Il 20 % dell'energia tedesca viene prodotto attraverso fonti rinnovabili (in particolare idrico, geotermico e rifiuti)
	Energia non rinnovabile (Scheda 54)	Enrin	%	1 = oltre l'80% 2 = dal 61 all'80 % 3 = dal 41 al 60% 4 = dal 21 al 40 % 5 = dallo 0 al 20%	2		Il restante 80 % dell'energia tedesca viene prodotto attraverso fonti non rinnovabili (in particolare nucleare e termico)

B.1.1.1.1

Biocompatibilità > Salute > Salubrità > Assenza di emissioni nocive > VOC e altre emissioni nocive

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Voc e altre emissioni nocive	Materiali utilizzati nel prodotto (Scheda 55)	Vm	Vetro Temprato	-	1 = radioattiva 2 = cancerogena 3 = tossica 4 = allergogena 5 = nessuna	5	3,7143	3,7619	
			Vetro Float			5			
			Alluminio			5			
			Molibdeno			3			Sulla base di esperimenti sugli animali, il molibdeno ed i relativi composti sono altamente tossici.
			Cigs			2			Tutti i composti di indio dovrebbero essere considerati altamente tossici. I composti di indio recano danni a cuore, reni e fegato e possono essere teratogeni.
			Ossido di zinco			3			Anche se gli esseri umani possono sopportare concentrazioni in proporzione elevate di zinco, troppo zinco può ancora causare gravi problemi di salute, come spasmi allo stomaco, irritazioni cutanee, vomito, nausea e anemia.
			EVA			3			
	Tecniche usate per la preproduzione (Scheda 56)	Vpp	Vetro Temprato	-	1 = combustione oltre i 1500 °C 2 = combustione tra i 1000 e i 1500 °C 3 = combustione da 300 a 1000 °C 4 = combustione fino ai 300 °C 5 = tecniche a freddo	2	2,5714	3,7619	Il vetro temprato viene prodotto raggiungendo una temperatura massima di 1400 °C
			Vetro Float			2			Il vetro float viene prodotto raggiungendo una temperatura massima di 1150 °C
			Alluminio			2			L'alluminio viene prodotto raggiungendo una temperatura massima di 980 °C
			Molibdeno			4			Il molibdeno è estratto come minerale primario (cioè esistono miniere di molibdeno) ed è anche recuperato come sottoprodotto dell'estrazione del rame.
			Cigs			3			
			Ossido di zinco			3			L'ossido di zinco viene prodotto raggiungendo una temperatura massima di 750 °C
			EVA			2			
	Tecniche usate per la produzione (Scheda 57)	Vp	-	-	1 = combustione oltre i 1500 °C 2 = combustione tra i 1000 e i 1500 °C 3 = combustione da 300 a 1000 °C 4 = combustione fino ai 300 °C 5 = tecniche a freddo	-	5		

B.1.1.1.2

Biocompatibilità > Salute > Salubrità > Assenza di emissioni nocive > Fibre minerali

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Fibre minerali	Materiali utilizzati nel prodotto (Scheda 58)	FMm	-	%	1 = oltre il 60% del prodotto 2 = dal 40 al 60 % 3 = dal 20 al 40 % 4 = dallo 0 al 20 % 5 = nessun materiale	-	5	5	
	Pericolosità dell'emissione (Scheda 59)	FMp	-	-	1 = radioattiva 2 = mutagena 3 = cancerogena 4 = infettiva 5 = tossica	-	X		

B.1.1.1.3

Biocompatibilità > Salute > Salubrità > Assenza di emissioni nocive > Elettromagnetismo

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Elettromagnetismo	Campo elettrico prodotto dal pannello (tensione di circuito aperto) (Scheda 60)	Elvoc	-	V	1 = superiore a 0,8 2 = da 0,7 a 0,8 3 = da 0,6 a 0,7 4 = da 0,5 a 0,6 5 = inferiore a 0,5	-	4	3	La tensione di circuito aperto è pari a 0,57 V (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Posizione del pannello (fonte) (Scheda 61)	Eld	-	-	1 = integrato in facciata 2 = sovrapposto in facciata 3 = integrato in copertura 4 = sovrapposto in copertura 5 = in posizione isolata	-	4		Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Campo magnetico prodotto dall'inverter (corrente di corto circuito) (Scheda 62)	Misc	-	A	1 = oltre 25 2 = da 20 a 25 3 = da 15 a 20 4 = da 10 a 15 5 = inferiore a 10	-	1		La corrente di corto circuito è pari a 26,8 mA/cm ² (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Distanza dell'inverter (fonte) (Scheda 63)	Md	-	m	1 = da 0 a 1 m 2 = da 1 a 3 m 3 = da 3 a 5 m 4 = da 5 a 7 m 5 = oltre i 7 m	-	3		

B.1.1.2.1

Biocompatibilità > Salute > Salubrità > Controllo del rumore prodotto > Inquinamento acustico

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note	
Inquinamento acustico	Emissioni di rumore in fase di preproduzione (Scheda 64)	Rpp	Vetro Temprato	-	1 = forgiatura o fucinatura 2 = laminazione 3 = estrusione o trafilatura 4 = stampaggio, tempra o rinvenimento 5 = tecniche di stampa	4	3,571429	4,14286	Per la descrizione e la definizione delle tecniche di produzione vedi la voce relativa nel Glossario.	
			Vetro Float			4				
			Alluminio			1				
			Molibdeno			4				
			Cigs			4				
			Ossido di zinco			4				
			EVA			4				
	Emissioni di rumore in fase di produzione (Scheda 65)	Rp	-	-	1 = forgiatura o fucinatura 2 = laminazione 3 = estrusione o trafilatura 4 = stampaggio, tempra o rinvenimento 5 = tecniche di stampa	-	5			
	Emissioni di rumore in fase d'uso (rumore prodotto dall'inverter) (Scheda 66)	Ru	-	dB	1 = oltre i 45 2 = dai 40 ai 45 3 = dai 35 ai 40 4 = dai 30 ai 35 5 = inferiore ai 30	-	5			L'inverter Sunny boy 3200 genera un livello di rumore pari a 30dB (dati forniti dal produttore).
	Emissioni di rumore in fase di dismissione (Scheda 67)	Rd	-	-	1 = Discarica 2 = Incenerimento 3 = Riciclaggio di materiali e componenti 4 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti 5 = Compostaggio	-	3			

B.2

Biocompatibilità > Benessere

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
	Utilizzo del pannello come serramento o copertura vetrata (Scheda 68) L'indicatore, di tipo si/no; tiene conto se il pannello fotovoltaico è utilizzato come serramento, e dunque deve soddisfare requisiti di benessere termico.	Up		SI/NO	NO		I pannelli sono installati come sovrapposizioni su copertura piana.

Dal momento che, nel caso studio considerato, i pannelli sono installati come sovrapposizione in copertura e non come serramento o copertura vetrata, tutti i parametri relativi al Benessere non vengono considerati.

B.3.1.1.1

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza strutturale > Stabilità agli agenti atmosferici > Resistenza al vento

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza al vento	Zona di vento (Scheda 76)	Zv	-	1 = zone 8 e 9 2 = zona 7 3 = zone 4, 5 e 6 4 = zona 3 5 = zone 1 e 2	1	1,5	Ventotene rientra nella zona 9, in riferimento alla Circ. Min. del 4 luglio 1996
	Classe di rugosità del terreno (Scheda 77)	Rt	-	1 = classe D; 2 = classe C; 3 = classe B; 4-5 = classe A	1		Ventotene appartiene alla classe D (aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati), in riferimento alla Circ. Min. del 4 luglio 1996
	Coefficiente di esposizione (Scheda 78)	Ces	-	1 = classe I 2 = classe II 3 = classe III 4 = classe IV 5 = classe V	1		Alla zona 9, classe D corrisponde un coefficiente di esposizione di classe I (Circ. Min. del 4 luglio 1996)
	Coefficiente di forma (Scheda 79)	Cfv	°	1 = inclinazione oltre 60° 2 = inclinazione tra 41° e 60° 3 = inclinazione tra 21° e 40° 4 = inclinazione tra 11° e 20° 5 = inclinazione tra 0° e 10°	3		I pannelli sono inclinati di 30° rispetto all'orizzontale.

B.3.1.1.2

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza strutturale > Stabilità agli agenti atmosferici > Resistenza alla neve

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza alla neve	Zona di carico neve al suolo (Scheda 80)	Zcn	-	1 = zona 1 e altitudine oltre i 750 mt 2 = zona 1 e altitudine sotto i 750 mt 3 = zona 2 e altitudine oltre i 750 mt 4 = zona 2 e altitudine sotto i 750 mt 5 = zona 3	4	4	Ventotene rientra nella zona 2, in riferimento alla Circ. Min. del 4 luglio 1996 e la sua altitudine media è di 18 m. slm
	Coefficiente di Forma (Scheda 81)	Cfn	°	1 = inclinazione oltre 60° 2 = inclinazione tra 41 e 60° 3 = inclinazione tra 21° e 40° 4 = inclinazione tra 11° e 20° 5 = inclinazione tra 0 e 10°	3		I pannelli sono inclinati di 30° rispetto all'orizzontale.
	Discontinuità di quota tra i pannelli e la copertura (Scheda 82)	Dq	-	1 = Dq > 5 m 2 = 4 m < Dq < 5 m 3 = 3 m < Dq < 1 m 4 = 0 m < Dq < 1 m 5 = nessuna differenza di quota	3		
	Possibilità di accumulo contro pareti verticali (Scheda 83)	Apv	-	1 = si; 5 = no	5		
	Possibilità di accumulo dall'estremità sporgente (Scheda 84)	Aes	-	1 = si; 5 = no	5		

B.3.1.1.3

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza strutturale > Stabilità agli agenti atmosferici > Resistenza all'irraggiamento

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza all'irraggiamento	Stabilità (Scheda 85)	Sta	ore	1 = inferiore a 3000 2 = tra 3000 e 4000 3 = tra 4000 e 5000 4 = tra 5000 e 6000 5 = superiore a 6000	3	3	La stabilità del pannello è di circa 4000 ore (STC)
	Temperatura operativa minima (Scheda 86)	Tomn	°C	1 = $-10^{\circ} < Tomn < -20^{\circ}$ 2 = $-20^{\circ} < Tomn < -30^{\circ}$ 3 = $-30^{\circ} < Tomn < -40^{\circ}$ 4 = $-50^{\circ} < Tomn < -40^{\circ}$ 5 = $-60^{\circ} < Tomn < -50^{\circ}$	3		Dati forniti dall'azienda produttrice.
	Temperatura operativa massima (Scheda 87)	Tomx	°C	1 = $20^{\circ} < Tomx < 30^{\circ}$ 2 = $30^{\circ} < Tomx < 40^{\circ}$ 3 = $40^{\circ} < Tomx < 50^{\circ}$ 4 = $50^{\circ} < Tomx < 60^{\circ}$ 5 = Tomx = oltre 60°	3		Dati forniti dall'azienda produttrice.

B.3.1.1.4

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza strutturale > Stabilità agli agenti atmosferici > Resistenza ai fluidi

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza ai fluidi	Tenuta all'acqua (Scheda 88)	Tac	-	1 = classe E1-E2 2 = classe E3-E4 3 = classe E5-E6 4 = classe E7-E8 5 = classe E9	4	4	Dati forniti dall'azienda produttrice.
	Tenuta all'aria (Scheda 89)	Tar	-	1 = classe A1 2 = classe A2 3 = classe A3 4-5 = classe A4	4		Dati forniti dall'azienda produttrice.

B.3.2.1.1

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza in caso d'incendio > Stabilità agli agenti ignei > Resistenza al fuoco

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza al fuoco	Classe di resistenza al fuoco (Scheda 90)	Res	REI	1= REI 30-60 2= REI 90 3= REI 120 4= REI 180 5= REI 240	3	3	Dati forniti dall'azienda produttrice.

B.3.2.1.2

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza in caso d'incendio > Stabilità agli agenti ignei > Reazione al fuoco

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Reazione al fuoco	Classe di reazione al fuoco (Scheda 91)	Rea	-	1 = classe F 2 = classi E e D 3 = classi C e B 4 = classe A2 5 = classe A1	3	3	Dati forniti dall'azienda produttrice.

C.1.1.1.1

Convenienza > Aspetto > Armonia con l'elemento architettonico > Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico > Colore

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Colore	Contrasto e Omogeneità (Scheda 92)	Ceo	-	1 = colori contrastanti disarmoniosi 2 = colori contrastanti armoniosi 3 = gradazioni molto differenti dello stesso colore 4 = gradazioni leggermente differenti dello stesso colore 5 = colori identici	1	1	I moduli in CIGS hanno un'unica possibilità di colorazione (grigio scuro)
	Opacità e Riflessione (Scheda 93)	Op	-	1 = opaco/riflettente 2 = differenti livelli di riflessione 3 = differenti livelli di opacità 4 = stesso livello di riflessione 5 = stesso livello di opacità	1		

C.1.1.1.2

Convenienza > Aspetto > Armonia con l'elemento architettonico > Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico > Geometria

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Geometria	Relazioni formali (Scheda 94)	Rf	-	1 = tessitura diversa/dimensioni diverse 2 = tessitura diversa/stesse dimensioni 3 = stessa tessitura/dimensioni diverse 4-5 = stessa tessitura/stesse dimensioni	1	2	
	Posizione (Scheda 95)	Pos	-	1 = totalmente decentrata 2 = parzialmente decentrata 3 = centrata orizzontalmente 4 = centrata verticalmente 5 = centrata orizzontalmente e verticalmente	2		
	Superficie occupata (Scheda 96)	Soc	%	1 = 0-20% 2 = 21- 40 % 3 = 41-60 % 4 = 61-80 % 5 = 81-100 %	2		
	Allineamenti (Scheda 97)	All	-	1 = tutte linee non parallele 2 = linea parallela su un solo lato 3 = linee parallele su almeno due lati 4 = linee parallele su almeno tre lati 5 = tutte linee parallele	3		

C.1.1.1.3

Convenienza > Aspetto > Armonia con l'elemento architettonico > Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico > Consistenza materica

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Consistenza materica	Trasparenza (Scheda 98)	Tr	-	1 = trasparente/opaco 2 = differenti livelli di opacità 3 = differenti livelli di trasparenza 4 = stesso livello di opacità 5 = stesso livello di trasparenza	2	3	
	Superficie Riflettente (Scheda 99)	SupRif	%	1 = 81-100% 2 = 61- 80 % 3 = 41-60 % 4 = 21-40 % 5 = 0-20 %	4		

C.2.1.1.1

Convenienza > Fruibilità > Funzionalità > Facilità d'intervento > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Caratteristiche della tipologia d'installazione	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 100)		-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.
	Posizione di installazione (Scheda 101)		-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5		Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1

C.2.1.2.1

Convenienza > Fruibilità > Funzionalità > Regolabilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia d'installazione	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 102)		-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.
	Posizione di installazione (Scheda 103)		-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5		Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1

C.2.2.2.1

Convenienza > Fruibilità > Flessibilità > Spostabilità e Ricollocabilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia d'installazione	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 104)		-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.
	Possibilità di installazione (Scheda 105)		-	1-2 = solo su superfici piane 3-4 = su superfici piane ed integrato in facciata 5 = anche su superfici curve	5		I moduli CIGS prodotti con la tecnica del roll-to-roll sono flessibili.

C.3.1.1.1

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Dati climatici del sito

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Dati climatici del sito	Radiazione solare media annuale (Scheda 106)	Rad	kWh/mq	1 = da 1000 a 1250 2 = da 1251 a 1350 3 = da 1350 a 1500 4 = da 1501 a 1700 5 = oltre i 1700	4	4	I dati si riferiscono a Napoli, che risulta la località più vicina a Ventotene tra quelle elencate nella Norma UNI 10349. Il valore è pari a 1645 kWh/mq

C.3.1.1.2

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Dati dell'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Dati dell'installazione	Orientamento dei pannelli (Scheda 107)	Or	°	1 = tutti gli altri orientamenti 2 = fino a 10° verso Est 3 = fino a 20° verso Ovest 4 = fino a 10° verso Ovest 5 = Sud	5	5	
	Inclinazione dei pannelli (Scheda 108)	Inc	°	1 = oltre i 33° 2 = inferiore ai 28° 3 = da 30° a 33° 4 = da 28° a 30° 5 = 30°	5		

C.3.1.1.3

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Perdite dell'impianto

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Perdite dell'impianto	Perdite per riflessione (Scheda 109)	Prif		1 = superfici nere 2 = superfici scure 3 = superfici normali 4 = superfici chiare 5 = superfici bianche o argentate	3	3,33333	
	Perdite di mismatch (Scheda 110)	Pmis	kW	1 = impianti oltre 2000 kW 2 = impianti tra 1000 e 2000 kW 3 = impianti tra 500 e 1000 kW 4 = impianti tra 30 e 500 kW 5 = impianti tra 0 e 30 kW	5		L'impianto considerato ha una taglia pari a 3 kW.
	Perdite per basso irraggiamento (Scheda 111)	Pbirr		1 = impianto grid-connected 5 = impianto stand-alone	1		
	Perdite per effetto della temperatura (Scheda 112)	Ptemp	%	1 = oltre 8 2 = da 7 a 8 3 = da 6 a 7 4 = da 5 a 6 5 = inferiore a 5	2		La perdita del pannello per effetto della temperatura, misurata a 25°C con uno spettro AM 1,5, è pari al 7 % (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Perdite nel convertitore (Scheda 113)	Pconv	%	1 = oltre 8 2 = da 7 a 8 3 = da 6 a 7 4 = da 5 a 6 5 = inferiore a 5	4		La perdita dell'inverter considerato è stimabile attorno al 5% (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Perdite sul sistema di accumulo (Scheda 114)	Psacc		1 = impianto stand-alone 5 = impianto grid-connected	5		

C.3.1.1.4

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note	
Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico	Efficienza (Scheda 115)	η_m	%	1 = da 0 a 5 2 = da 5 a 10 3 = da 10 a 16 4 = da 16 a 20 5 = oltre 20	3	3,222222	L'efficienza del pannello è pari a 10,5 (dati dell'azienda produttrice)	
	Fill Factor (Scheda 116)	FF	%	1 = inferiore a 55 2 = da 56 a 60 3 = da 61 a 65 4 = da 66 a 70 5 = oltre 70	4		Il Fill Factor del pannello è pari a 68,6 % (dati forniti dall'azienda produttrice)	
	Potenza massima (Scheda 117)	Pmax	Wp	1 = inferiore a 50 2 = da 50 a 100 3 = da 100 a 150 4 = da 150 a 180 5 = superiore a 180	2		La potenza massima del pannello è pari a 80W (dati forniti dall'azienda produttrice)	
	Rapporto tra potenza e superficie occupata (Scheda 118)	PS	mq/kW	1 = superiore ai 15; tra 12 e 15; e 12; 5 = inferiore a 6	2 = tra 9 e 12; 3 = tra 6 e 9; 4 = tra 6 e 9;		4	Il rapporto tra potenza e superficie occupata del pannello considerato è pari a 8,82 mq/kW.
	Tensione di circuito aperto (Scheda 119)	Voc	V	1 = inferiore a 0,5 da 0,5 a 0,6 0,6 a 0,7 a 0,8 0,8	2 = da 0,7 a 0,8 3 = da 0,7 a 0,8 4 = da 0,7 a 0,8 5 = superiore a 0,8		2	La tensione di circuito aperto è pari a 0,57 V (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Corrente di corto circuito (Scheda 120)	Jsc	mA/cm ²	1 = inferiore a 10 da 10 a 15 a 20 5 = superiore a 25	2 = da 15 a 20 3 = da 15 a 25 4 = da 20 a 25		5	La corrente di corto circuito è pari a 26,8 mA/cm ² (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Vita utile (Scheda 121)	Vu	anni	1 = inferiore ai 10 2 = da 10 a 14 3 = da 15 a 19 4 = da 20 a 25 5 = oltre 25	4		La vita utile del pannello considerato è di 25 anni (dati forniti dall'azienda produttrice)	
	Peso (Scheda 122)	Pm	Kg	1 = oltre 15 2 = da 10 a 15 3 = da 8 a 10 4 = da 5 a 8 5 = da 0 a 5	2		Il peso è 14,5 kg (dati forniti dall'azienda produttrice)	
	Stabilità (Scheda 123)	Sta	ore	1 = inferiore a 3000 2 = tra 3000 e 4000 3 = tra 4000 e 5000 4 = tra 5000 e 6000 5 = superiore a 6000	3		La stabilità del pannello è di circa 4000 ore (STC)	

C.3.1.1.5

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Caratteristiche tecniche dell'inverter

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Caratteristiche tecniche dell'inverter	Efficienza (Scheda 124)	η_i	%	1 = inferiore a 96 2 = da 96 a 97 3 = da 97 a 98 4 = da 98 a 98,5 5 = oltre 98,5	1	3	L'efficienza dell'inverter considerato è pari a 95% (dati forniti dall'azienda produttrice).
	Temperatura operativa minima (Scheda 125)	Timin	°C	1 = superiore ai - 10 2 = da -10 a -15 3 = da -15 ai -20 4 = dai -20 ai -25 5 = inferiore ai -25	4		La temperatura operativa minima dell'inverter considerato è pari a -25° (dati forniti dall'azienda produttrice).
	Temperatura operativa massima (Scheda 126)	Timax	°C	1 = inferiore ai 40 2 = dai 40 ai 45 3 = dai 45 ai 50 4 = dai 50 ai 60 5 = superiore ai 60	4		La temperatura operativa massima dell'inverter considerato è pari a +60° (dati forniti dall'azienda produttrice).
	Peso (Scheda 127)	Pi	kg	1 = oltre i 65 2 = dai 50 ai 65 3 = dai 30 ai 50 4 = dai 20 ai 30 5 = inferiore ai 20	3		Il peso dell'inverter considerato è pari a 32 kg (dati forniti dall'azienda produttrice).

C.3.1.1.6

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Caratteristiche tecniche della batteria

Caratteristiche tecniche della batteria	Presenza della batteria (Scheda 128)	Pb	-	1= si; 5 = no	5	5	Il sistema considerato è del tipo grid-connected e dunque non necessita del sistema di accumulo.
	Efficienza (Scheda 129)	η_b	%	1 = da 85 a 87 2 = da 88 a 92 3 = da 92 a 96 4 = da 96 a 98 5 = oltre 98	X		
	Durata (Scheda 130)	Durb	anni	1 = inferiore ai 5 2 = dai 5 ai 10 3 = dai 10 ai 13 4 = dai 13 ai 17 5 = oltre i 17	X		
	Resistenza alle escursioni termiche (temperatura minima) (Scheda 131)	Retmin	°C	1 = da 0 a -10 2 = da -10 a -20 3 = da -20 a -30 4 = da -30 a -40 5 = inferiore a -40	X		
	Resistenza alle escursioni termiche (temperatura massima) (Scheda 132)	Retmax	°C	1 = inferiore a 50 2 = da 50 a 59 3 = da 60 a 69 4 = da 70 a 79 5 = oltre gli 80	X		

C.3.2.1.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Facilità d'installazione > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di installazione	Posizione d'installazione (Scheda 133)	Fpos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 134)	Fstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.

C.3.2.2.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Manutenibilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di Installazione	Posizione dell'installazione (Scheda 135)	Mpos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 136)	Mstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.

C.3.2.3.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Pulibilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di installazione	Posizione dell'installazione (Scheda 137)	Ppos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 138)	Pstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.

C.3.2.4.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Riparabilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di installazione	Posizione dell'installazione (Scheda 139)	Rpos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 140)	Rstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.

C.3.2.5.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Sostituibilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di installazione	Posizione dell'installazione (Scheda 141)	Spos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4,33333	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 142)	Sstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.
	Possibilità di sostituire un'unica cella/modulo (Scheda 143)	Ssos	-	1 = no; 5 = si	5		

C.4.1.1.1

Convenienza > Integrabilità > Integrabilità morfologica > Controllo dell'inserimento nell'edificio > Grado di integrazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Grado di Integrazione	Tipologia Integrazione (Scheda 144)	Tdi	-	1 = nessuna integrazione 2 = integrazione parziale (tipologia 1) 3 = integrazione parziale (tipologie 2 e 3) 4 = integrazione totale (tipologie 4,5,9 e 10) 5 = integrazione totale (tipologie	1	1	La valutazione è stata effettuata sulla base di quanto contenuto nella Guida al Conto Energia (edizione marzo 2009) a cura del GSE.

C.4.1.1.2

Convenienza > Integrabilità > Integrabilità morfologica > Controllo dell'inserimento nell'edificio > Colore

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Colore	Contrasto e Omogeneità (Scheda 145)	Omo2		1 = colori contrastanti disarmoniosi 2 = colori contrastanti armoniosi 3 = gradazioni molto differenti dello stesso colore 4 = gradazioni leggermente differenti dello stesso colore 5 = colori identici	1	1	
	Opacità e Riflessione (Scheda 146)	Op2		1 = opaco/riflettente 2 = differenti livelli di riflessione 3 = differenti livelli di opacità 4 = stesso livello di riflessione 5 = stesso livello di opacità	1		

C.4.1.1.3

Convenienza > Integrabilità > Integrabilità morfologica > Controllo dell'inserimento nell'edificio > Geometria

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Geometria	Relazioni formali (Scheda 147)	Rf2		1 = tessitura diversa/dimensioni diverse 2 = tessitura diversa/stesse dimensioni 3 = stessa tessitura/dimensioni diverse 4-5 = stessa tessitura/stesse dimensioni	1	2,25	
	Posizione (Scheda 148)	Pos2		1 = totalmente decentrata 2 = parzialmente decentrata 3 = centrata orizzontalmente 4 = centrata verticalmente 5 = centrata orizzontalmente e verticalmente	3		
	Superficie occupata (Scheda 149)	Soc2		1 = 0-20% 2 = 21- 40 % 3 = 41-60 % 4 = 61-80 % 5 = 81-100 %	2		
	Allineamenti (Scheda 150)	Al2		1 = tutte linee non parallele 2 = linea parallela su un solo lato 3 = linee parallele su almeno due lati 4 = linee parallele su almeno tre lati 5 = tutte linee parallele	3		

C.4.1.1.4

Convenienza > Integrabilità > Integrabilità morfologica > Controllo dell'inserimento nell'edificio > Consistenza materica

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Consistenza materica	Trasparenza (Scheda 151)	Tr2		1 = trasparente/opaco 2 = differenti livelli di opacità 3 = differenti livelli di trasparenza 4 = stesso livello di opacità 5 = stesso livello di trasparenza	1	2,5	
	Superficie Riflettente (Scheda 152)	SupRif2		1 = 81-100% 2 = 61- 80 % 3 = 41-60 % 4 = 21-40 % 5 = 0-20 %	4		

C.5.1.1.1

Convenienza > Economicità > Risparmio > Controllo delle spese e dei ricavi > Costi di realizzazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Costi di realizzazione	Costo dei pannelli (Scheda 153)	Cmod	euro/Wp	1 = superiore a 3,5 2 = tra 3 e 3,5 3 = tra 2,5 e 3 4 = tra 2 e 2,5 5 = inferiore a 2	2	3,16667	Il costo al Wp di un pannello in CIGS è attualmente pari a circa 3,5 euro.
	Costo dell'inverter (Scheda 154)	Cinv	euro/kW	1 = superiore a 1100 2 = da 1000 a 1100 3 = da 700 a 1000 4 = da 400 a 700 5 = inferiore a 400	3		Il costo dell'inverter considerato è pari a 479 euro/kW.
	Costo della batteria (Scheda 155)	Cbat	euro/Ah	1= oltre 2,4 2 = da 2 a 2,4 3 = da 1,8 a 2 4 = 1,4 a 1,8 5 = inferiore a 1,4	5		Il sistema considerato è del tipo grid-connected e dunque non necessita del sistema di accumulo.
	Costo della struttura di sostegno (Scheda 156)	Css	euro/mq	1 = superiore a 150 2 = da 120 a 150 3 = da 80 a 120 4 = da 50 a 80 5 = inferiore a 50	3		La struttura di sostegno considerata (a cavalletto) ha un costo pari a circa 80 euro al mq.
	Costo dei quadri elettrici (Scheda 157)	Cqua	euro/kW	1 = superiore a 200 2 = da 170 a 200 3 = da 150 a 170 4 = da 120 a 150 5 = inferiore a 120	3		
	Costo dei cavi elettrici (Scheda 158)	Ccav	euro/kW	1 = superiore a 700 2 = da 650 a 700 3 = da 600 a 650 4 = da 550 a 600 5 = inferiore a 550	3		

C.5.1.1.2

Convenienza > Economicità > Risparmio > Controllo delle spese e dei ricavi > Costi di gestione e manutenzione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Costi di gestione e manutenzione	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 159)	Cstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a palo 4 = a cavalletto 5 = integrata	4	2,5	
	Taglia dell'impianto (Scheda 160)	Ctag	kW	1 = impianti tra 0 e 30 kW 2 = impianti tra 30 e 500 kW 3 = impianti tra 500 e 1000 kW 4 = impianti tra 1000 e 2000 kW 5 = impianti oltre 2000 kW	1		La taglia dell'impianto ipotizzato è di 3 kW.

C.5.1.1.3

Convenienza > Economicità > Risparmio > Controllo delle spese e dei ricavi > Ammortamenti

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Ammortamenti	Pay back time dei pannelli (Scheda 161)	Pbtm	anni	1 = oltre i 2 2 = da 1, 5 a 2 3 = da 1 a 1,5 4 = da 0,5 a 1 5 = da 0 a 0,5	2	2,75	Il pay back time dei moduli in cigs è pari a 1,8 anni (dati riferiti all'Europa del Sud e tratti da Sense Europe, www.sense-eu.net)
	Incentivi (Scheda 162)	Inc	-	1 = nessuna integrazione 2 = integrazione parziale (tipologia 1) 3 = integrazione parziale (tipologie 2 e 3) 4 = integrazione totale (tipologie 4,5,9 e 10) 5 = integrazione totale (tipologie 1,2,3,4,6,7 e 8)	1		La valutazione è stata effettuata sulla base di quanto contenuto nella Guida al Conto Energia (edizione marzo 2009) a cura del GSE.
	Pay back time dell'impianto (Scheda 163)	Pbti	anni	1 = superiore a 13 2 = tra 11 e 13 3 = tra 9 e 11 4 = tra 7 e 9 5 = inferiore a 7	5		Il valore calcolato per l'impianto è di 6,4 anni.
	T.I.R. (Scheda 164)	Tir	%	1 = inferiore a 5 2 = tra 5 e 7 3 = tra 7 e 9 4 = tra 9 e 11 5 = superiore a 11	3		Il valore calcolato per l'impianto è di 8,07 %.

VALUTAZIONE FINALE CASO STUDIO CON PANNELLI CIGS

	Valore medio	Peso	Totale
A. ECOSOSTENIBILITA'	2,71	0,35	0,95
A.1 Salvaguardia dell'ambiente	2,71	1	2,71
A.1.1 Mitigazione	2,73	0,4	1,09
A.1.1.1 Limitazione dei cambiamenti climatici	2,73	1	2,73
A.1.1.1.1 Effetto Serra	3,11	0,2	0,62
A.1.1.1.2 Acidificazione	3,37	0,15	0,51
A.1.1.1.3 Eutrofizzazione	3,06	0,15	0,46
A.1.1.1.4 Smog fotochimico	3,03	0,15	0,45
A.1.1.1.5 Riduzione dello strato d'Ozono	3,46	0,2	0,69
A.1.1.1.6 Deforestazione	X	0,15	X
A.1.2 Protezione dell'ecosistema	3,15	0,3	0,95
A.1.2.1 Controllo dei rifiuti prodotti	3,15	1	3,15
A.1.2.1.1 Rifiuti solidi	4,00	0,3	1,20
A.1.2.1.2 Rifiuti liquidi	3,25	0,35	1,14
A.1.2.1.3 Ciclo di riuso	2,33	0,35	0,82
A.1.3 Risparmio di risorse	2,24	0,3	0,67
A.1.3.1 Controllo delle risorse materiali utilizzate	1,99	0,45	0,89
A.1.3.1.1 Vetro Temprato	2,43	0,15	0,36
A.1.3.1.2 Vetro Float	2,43	0,15	0,36
A.1.3.1.3 Alluminio	1,86	0,1	0,19
A.1.3.1.4 Molibdeno	1,71	0,15	0,26
A.1.3.1.5 Cigs	1,43	0,15	0,21
A.1.3.1.6 Ossido di zinco	1,86	0,15	0,28
A.1.3.1.7 EVA	2,14	0,15	0,32
A.1.3.2 Controllo delle risorse energetiche utilizzate	2,45	0,55	1,35
A.1.3.2.1 Energia incorporata delle materie prime	3,00	0,3	0,90
A.1.3.2.2 Energia consumata per il prodotto	2,00	0,4	0,80
A.1.3.2.3 Tipo di energia consumata nel processo produttivo	2,50	0,3	0,75

	Valore medio	Peso	Totale
B. BIOCOMPATIBILITA'	3,43	0,4	1,37
B.1 Salute	3,81	0,55	2,10
B.1.1 Salubrità	3,81	1	3,81
B.1.1.1 Assenza di emissioni nocive	3,54	0,55	1,95
B.1.1.1.1 VOC e altre emissioni nocive	3,76	0,45	1,69
B.1.1.1.2 Fibre minerali	5,00	0,1	0,50
B.1.1.1.3 Elettromagnetismo	3,00	0,45	1,35
B.1.1.2 Controllo del rumore prodotto	4,14	0,45	1,86
B.1.1.2.1 Inquinamento acustico	4,14	1	4,14
B.2 Benessere	X	X	X
B.2.1 Benessere acustico	X	0,25	X
B.2.1.1 Protezione dal rumore	X	1	X
B.2.1.1.1 Isolamento acustico ai rumori esterni	X	1	X
B.2.2 Benessere termico	X	0,35	X
B.2.2.1 Isolamento termico	X	0,5	X
B.2.2.1.1 Caratteristiche del pannello fotovoltaico	X	1	X
B.2.2.2 Controllo dell'energia termica trasmessa	X	0,5	X
B.2.2.2.1 Caratteristiche del pannello fotovoltaico	X	1	X
B.2.3 Benessere visivo	X	0,4	X
B.2.3.1 Controllo del flusso luminoso	X	1	X
B.2.3.1.1 Caratteristiche del pannello fotovoltaico	X	1	X
B.3 Sicurezza	2,97	0,45	1,34
B.3.1 Sicurezza strutturale	2,95	0,55	1,62
B.3.1.1 Stabilità agli agenti atmosferici	2,95	1	2,95
B.3.1.1.1 Resistenza al vento	1,50	0,3	0,45
B.3.1.1.2 Resistenza alla neve	4,00	0,15	0,60
B.3.1.1.3 Resistenza all'irraggiamento	3,00	0,3	0,90
B.3.1.1.4 Resistenza ai fluidi	4,00	0,25	1,00
B.3.1.2 Sicurezza in caso d'incendio	3,00	0,45	1,35
B.3.2.1 Stabilità agli agenti ignei	3,00	1	3,00
B.3.2.1.1 Resistenza al fuoco	3,00	0,5	1,50
B.3.2.1.2 Reazione al fuoco	3,00	0,5	1,50

	Valore medio	Peso	Totale
C. CONVENIENZA	2,67	0,25	0,67
C.1 Aspetto	2,00	0,2	0,40
C.1.1 Armonia con l'elemento architettonico	2,00	1	2,00
C.1.1.1 Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	2,00	1	2,00
C.1.1.1.1 Colore	1,00	0,3	0,30
C.1.1.1.2 Geometria	2,00	0,4	0,80
C.1.1.1.3 Consistenza materica	3,00	0,3	0,90
C.2 Fruibilità	2,90	0,1	0,29
C.2.1 Funzionalità	2,00	0,55	1,10
C.2.1.1 Facilità d'intervento	4,00	0,5	2,00
C.2.1.1.1 Caratteristiche della tipologia d'installazione	4,00	1	4,00
C.2.1.2 Regolabilità	4,00	0,5	2,00
C.2.1.2.1 Caratteristiche della tipologia d'installazione	4,00	1	4,00
C.2.2 Flessibilità	4,00	0,45	1,80
C.2.2.1 Spostabilità e Ricollocabilità	4,00	1	4,00
C.2.2.2.1 Caratteristiche della tipologia d'installazione	4,00	1	4,00
C.3 Gestione	3,94	0,25	0,99
C.3.1 Resistenza	3,85	0,55	2,12
C.3.1.1 Affidabilità ed Efficienza	3,85	1	3,85
C.3.1.1.1 Dati climatici del sito	4,00	0,15	0,60
C.3.1.1.2 Dati dell'installazione	5,00	0,25	1,25
C.3.1.1.3 Perdite dell'impianto	3,33	0,1	0,33
C.3.1.1.4 Caratteristiche tecniche del pannello fotovoltaico	3,22	0,3	0,97
C.3.1.1.5 Caratteristiche tecniche dell'inverter	3,00	0,15	0,45
C.3.1.1.6 Caratteristiche tecniche della batteria	5,00	0,05	0,25

C.3.2 Semplicità di gestione	4,05	0,45	1,82
C.3.2.1 Facilità d'installazione	4,00	0,3	1,20
C.3.2.1.1 Tipologia di installazione	4,00	1	4,00
C.3.2.2 Manutenibilità	4,00	0,2	0,80
C.3.2.2.1 Tipologia di installazione	4,00	1	4,00
C.3.2.3 Pulibilità	4,00	0,2	0,80
C.3.2.3.1 Tipologia di installazione	4,00	1	4,00
C.3.2.4 Riparabilità	4,00	0,15	0,60
C.3.2.4.1 Tipologia di installazione	4,00	1	4,00
C.3.2.5 Sostituibilità	4,33	0,15	0,65
C.3.2.5.1 Tipologia di installazione	4,33	1	4,33
C.4 Integrabilità	1,68	0,25	0,42
C.4.1 Integrazione morfologica	1,68	1	1,68
C.4.1.1 Controllo dell'inserimento nell'edificio	1,68	1	1,68
C.4.1.1.1 Grado di integrazione	1,00	0,3	0,30
C.4.1.1.2 Colore	1,00	0,2	0,20
C.4.1.1.3 Geometria	2,25	0,3	0,68
C.4.1.1.4 Consistenza geometrica	2,50	0,2	0,50
C.5 Economicità	2,87	0,2	0,57
C.5.1 Risparmio	2,87	1	2,87
C.5.1.1 Controllo delle spese e dei ricavi	2,87	1	2,87
C.5.1.1.1 Costi di realizzazione	3,17	0,4	1,27
C.5.1.1.2 Costi di gestione e manutenzione	2,50	0,2	0,50
C.5.1.1.3 Ammortamenti	2,75	0,4	1,10
VALUTAZIONE COMPLESSIVA			2,99

5.4 La valutazione del caso studio con i pannelli DSSC (CASO B)

A.1.1.1.1

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Effetto Serra

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Effetto Serra	Emissioni di gas serra nella fase di preproduzione (Scheda 1)	GWPPp	Vetro temprato	Kg CO ₂ eq/Kg	1 = oltre 8 2 = da 4 a 8 3 = da 1 a 4 4 = da 0 a 1 5 = valori negativi	4	2,7143	3,7429	La produzione di vetro temprato genera 1,21 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			5			La produzione di vetro float genera 0,97 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 20 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Pigmento N719			3			La produzione di pigmento N719 genera 3,5 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M.-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i>)
			Iodolyte TG-50 (soluzione elettrolitica)			2			La produzione di Iodolyte TG-50 genera 5 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M.-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i>)
			Biossido di titanio			1			La produzione di biossido di titanio genera 12 kgCO ₂ al Kg di prodotto (Banca Dati Eco-invent)
			Amosil 4 (resina organica sigillante)			3			La produzione di Amosil genera 2 kgCO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M.-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i>)
	Emissioni di gas serra nella fase di produzione (Scheda 2)	GWPP	-	Kg CO ₂ eq/KWp	1 = oltre 1200 2 = da 900 a 1200 3 = da 800 a 900 4 = da 600 a 800	-	4	La produzione di 1kWp di moduli DSSC genera circa 750 kgCO ₂ (dati tratti da dati tratti da M.-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i>)	
	Emissioni di gas serra nella fase di distribuzione (Scheda 3)	GWPD	-	Kg CO ₂ eq/tKm	1 = oltre 2000 2 = da 1300 a 2000 3 = da 800 a 1300 4 = da 300 a 800 5 = da 0 a 300	-	5	Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Aubonne e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatta. Il risultato finale è 145 Kg CO ₂ eq/tkm.	
	Emissioni di gas serra nella fase di uso (Scheda 4)	GWPU	-	Kg CO ₂ eq/Kg	2 = da 300 a 500 3 = da 200 a 300 4 = da 100 a 200 5 = da 0 a 100	-	5	La quantità di gas serra emessa durante la fase d'uso di un pannello DSSC è stimabile in valori di poca rilevanza.	
Emissioni di gas serra nella fase di dismissione (Scheda 5)	GWPS	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riuso di materiali/Recupero di componenti	-	2			

A.1.1.1.2

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Acidificazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Acidificazione	Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di preproduzione (Scheda 6)	APpp	Vetro temprato	g SO ₂ eq/Kg	1 = oltre 60 2 = da 50 a 60 3 = da 30 a 40 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	5	4	3,8	La produzione di vetro temprato genera 9,77 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			5			La produzione di vetro float genera 8,51 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 69 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Pigmento N719			4			La produzione di Pigmento N719 genera 22 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Iodolyte TG-50 (soluzione elettrolitica)			4			La produzione di Iodolyte TG50 genera 21 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Biossido di titanio			4			La produzione di biossido di titanio genera 18 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Amosil 4 (resina organica sigillante)			5			La produzione di Amosil genera 7 gSO ₂ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
	Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di produzione (Scheda 7)	APp	-	kg SO ₂ eq/KWp	1 = oltre 9 2 = da 6 a 9 3 = da 3 a 5 4 = da 1 a 3 5 = da 0 a 1	-	4		La produzione di 1kWp di moduli DSSC genera circa 1,2 kgSO ₂ (dati tratti da Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems, 2008)
	Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di distribuzione (Scheda 8)	APd	-	g SO ₂ eq/tKm	1 = oltre 4000 2 = da 2500 a 4000 3 = da 1000 a 2500 4 = da 500 a 1000 5 = da 0 a 500	-	4		Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Aubonne e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatta. Il risultato finale è 862,3 g SO ₂ eq/tkm.
	Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di uso (Scheda 9)	APu	-	g SO ₂ eq/Kg	1 = oltre 500 2 = da 300 a 500 3 = da 200 a 300 4 = da 100 a 200 5 = da 0 a 100	-	5		La quantità di anidride solforica equivalente emessa durante la fase d'uso di un pannello DSSC è stimabile in valori di poca rilevanza.
Emissioni di SO ₂ equivalenti nella fase di dismissione (Scheda 10)	APs	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti	-	2			

A.1.1.1.3

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici >

Eutrofizzazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Eutrofizzazione	Emissioni di fosfati nella fase di preproduzione (Scheda 11)	EPpp	Vetro temprato	g PO ₄ eq/Kg	1 = oltre 3; 2 = da 1,5 a 3; 3 = da 0,7 a 1,5; 4 = da 0,5 a 0,7; 5 = da 0 a 0,5	3	2,7143	3,3429	La produzione di vetro temprato genera 0,77 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			3			La produzione di vetro float genera 0,72 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 5,7 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Pigmento N719			3			La produzione di N719 genera 1,2 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Iodolyte TG-50 (soluzione elettrolitica)			3			La produzione di Iodolyte TG50 genera 0,9 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Biossido di titanio			3			La produzione di biossido di titanio genera 1,21 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Amosil 4 (resina organica sigillante)			3			La produzione di amosil genera 1,3 gPO ₄ al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
	Emissioni di fosfati nella fase di produzione (Scheda 12)	EPp	-	Kg PO ₄ eq/kWp	1 = oltre 1 2 = da 0,6 a 1 3 = da 0,4 a 0,6 4 = da 0,2 a 0,4 5 = da 0 a 0,2	-	4		La produzione di 1kWp di moduli DSSC genera circa 0,35 kgPO ₄ eq (dati tratti da Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems, 2008)
	Emissioni di fosfati nella fase di distribuzione (Scheda 13)	EPd	-	g PO ₄ eq	1 = oltre 600 2 = da 300 a 600 3 = da 100 a 300 4 = da 50 a 100 5 = da 0 a 50	-	3		Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Aubonne e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatte. Il risultato finale è 245,1 g PO ₄ eq/tkm.
	Emissioni di fosfati nella fase di uso (Scheda 14)	EPu	-	Kg PO ₄ eq	1 = oltre 1,5 2 = da 1 a 1,5 3 = da 0,5 a 1 4 = da 0,3 a 0,5 5 = da 0 a 0,3	-	5		La quantità di fosfati equivalenti emessa durante la fase d'uso di un pannello DSSC è stimabile in valori di poca rilevanza.
Emissioni di fosfati nella fase di dismissione (Scheda 15)	EPs	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riuso di materiali/Recupero di componenti	-	2			

A.1.1.1.4

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Smog Fotochimico

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Smog fotochimico	Emissioni di etilene nella fase di preproduzione (Scheda 16)	POCPpp	Vetro temprato	g C ₂ H ₄ eq/Kg	1 = oltre 5 2 = da 1 a 5 3 = da 0,5 a 1 4 = da 0,2 a 0,5 5 = da 0 a 0,2	4	2,4286	3,2857	La produzione di vetro temprato genera 0,5 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			4			La produzione di vetro float genera 0,41 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 10 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Pigmento N719			2			La produzione di N719 genera 2,3 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Iodolyte TG-50 (soluzione elettrolitica)			2			La produzione di Iodolyte TG-50 genera 3,5 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Biossido di titanio			2			La produzione di biossido di titanio genera 4 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (Banca Dati Eco-Invent)
			Amosil 4 (resina organica sigillante)			2			La produzione di Amosil 4 genera 1,3 g C ₂ H ₄ eq al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
	Emissioni di etilene nella fase di produzione (Scheda 17)	POCPp	-	Kg C ₂ H ₄ eq/KWp	1 = oltre 3 2 = da 1 a 3 3 = da 0,5 a 1 4 = da 0,2 a 0,5 5 = da 0 a 0,2	-	4		La produzione di 1kWp di moduli DSSC genera circa 0,3 kg C ₂ H ₄ eq (dati tratti da Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems, 2008)
	Emissioni di etilene nella fase di distribuzione (Scheda 18)	POCPd	-	Kg C ₂ H ₄ eq	1 = oltre 500 2 = da 200 a 500 3 = da 100 a 200 4 = da 50 a 100 5 = da 0 a 50	-	3		Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Aubonne e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatta. Il risultato finale è 141,84 g PO ₄ eq/tkm.
	Emissioni di etilene nella fase di uso (Scheda 19)	POCPu	-	Kg C ₂ H ₄ eq	1 = oltre 1 2 = da 0,5 a 1 3 = da 0,2 a 0,5 4 = da 0,1 a 0,2 5 = da 0 a 0,1	-	5		La quantità di etilene equivalenti emessa durante la fase d'uso di un pannello DSSC è stimabile in valori di poca rilevanza.
Emissioni di etilene nella fase di dismissione (Scheda 20)	POCPs	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riutilizzo	-	2			

A.1.1.1.5

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Riduzione dello strato di Ozono

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Riduzione Strato Ozono	Emissioni di CFC eq. nella fase di preproduzione (Scheda 21)	ODPpp	Vetro temprato	mg CFC eq/Kg	1 = oltre 0,3 2 = da 0,15 a 0,3 3 = da 0,1 a 0,15 4 = da 0,05 a 0,1 5 = da 0 a 0,05	4	3	3,6	La produzione di vetro temprato genera 0,1 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Vetro float			4			La produzione di vetro float genera 0,08 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Alluminio			1			La produzione di alluminio genera 0,48 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei Materiali</i> , UTET, Milano 2006)
			Pigmento N719			3			La produzione di pigmento N719 genera 0,12 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Iodolyte TG-50 (soluzione elettrolitica)			3			La produzione di Iodolyte TG50 genera 0,11 mg CFC eq. al Kg di prodotto (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
			Biossido di titanio			3			La produzione di biossido di titanio genera 0,14 mg CFC eq. al Kg di prodotto (Banca Dati Eco-Invent)
			Amosil 4 (resina organica sigillante)			3			La produzione di Amosil 4 genera 0,12 mg CFC eq. al Kg di prodotto (Banca Dati Eco-Invent)
	Emissioni di CFC eq. nella fase di produzione (Scheda 22)	ODPpp	-	mg CFC eq/KWp	1 = oltre 0,3 2 = da 0,15 a 0,3 3 = da 0,1 a 0,15 4 = da 0,05 a 0,1 5 = da 0 a 0,05	-	5	3,6	La produzione di 1kWp di moduli DSSC non genera quantità apprezzabili di CFC eq.
	Emissioni di CFC eq. nella fase di distribuzione (Scheda 23)	ODPd	-	mg CFC eq/Kmt	1 = oltre 75 2 = da 25 a 75 3 = da 10 a 25 4 = da 2,5 a 10 5 = da 0 a 2,5	-	3	3,6	Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Aubonne e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatta. Il risultato finale è 23,5 mg CFC eq/tkm.
	Emissioni di CFC eq. nella fase di uso (Scheda 24)	ODPu	-	mg CFC eq/Kg	1 = oltre 0,2 2 = da 0,1 a 0,2 3 = da 0,05 a 0,1 4 = da 0,03 a 0,05 5 = da 0 a 0,03	-	5	3,6	La quantità di CFC equivalenti emessa durante la fase d'uso di un pannello DSSC è stimabile in valori di poca rilevanza.
Emissioni di CFC eq. nella fase di dismissione (Scheda 25)	ODPs	-	-	1 = Incenerimento 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Discarica 4 = Compostaggio 5 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti	-	2	3,6		

A.1.1.1.6

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Mitigazione > Limitazione dei cambiamenti climatici > Deforestazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Deforestazione	Presenza di materiali lignei o vegetali (Scheda 26)	Piv	-	-	SI/NO	-	SI	3	Il pigmento utilizzato viene prodotto a partire da una sostanza fotoattiva, la antocianina, contenuta nei frutti di bosco, e in particolare il mirtillo nero, abbondante nel sottobosco con terreno siliceo e quindi acido in mezza montagna, in tutto l'emisfero settentrionale.
	Percentuale di materiali lignei o vegetali utilizzati (Scheda 27)	Ql	-	%	1 = Ql > 60 % 2 = 40 % < Ql < 60 % 3 = 20 % < Ql < 40 % 4 = 0 % < Ql < 20 % 5 = nessun materiale vegetale	-	4		
	Percentuale di provenienza locale e/o regionale (Scheda 28)	Pl	-	%	1 = 0% < pl < 20% 2 = 20% < pl < 40 % 3 = 40% < pl < 60% 4 = 60 % < pl < 80% 5 = pl = 100%	-	4		
	Percentuale di provenienza da foreste controllate (Scheda 29)	Pfc	-	%	1 = da 0 a 20%; 2 = da 20 a 40 %; 3 = da 40 a 60 %; 4 = da 60 a 80%; 5 = da 80 a 100%	-	1		

A.1.2.1.1

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Protezione dell'ecosistema > Controllo dei rifiuti prodotti > Rifiuti solidi

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Rifiuti solidi	Rifiuti pericolosi prodotti (Scheda 30)	Rsp	-	1 = quantità molto alta di rifiuti 2 = quantità alta 3 = quantità media 4 = bassa quantità di rifiuti 5 = nessuna quantità di rifiuti	4	4,33333	La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio di M-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i> , NREL, 2008
	Pericolosità dei rifiuti (Scheda 31)	Rsgp	-	1 = radioattivi 2 = mutageni 3 = cancerogeni 4 = infettivi 5 = tossici	5		La valutazione è stata effettuata in base a quanto stabilito dal CER (Codice Europeo dei Rifiuti).
	Rifiuti non pericolosi prodotti (Scheda 32)	Rsnp	-	1 = quantità molto alta di rifiuti 2 = quantità alta 3 = quantità media 4 = bassa quantità di rifiuti 5 = nessuna quantità di rifiuti	4		La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio di M-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i> , NREL, 2008

A.1.2.1.2

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Protezione dell'ecosistema > Controllo dei rifiuti prodotti > Rifiuti liquidi

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Rifiuti liquidi	Rifiuti pericolosi prodotti (Scheda 33)	Rlp	-	1 = quantità molto alta di rifiuti 2 = quantità alta 3 = quantità media 4 = bassa quantità di rifiuti 5 = nessuna quantità di rifiuti	5	4,5	La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio di M.-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i> , NREL, 2008
	Pericolosità dei rifiuti (Scheda 34)	Rlgp	-	1 = radioattivi 2 = mutageni 3 = cancerogeni 4 = infettivi 5 = tossici	5		La valutazione è stata effettuata in base a quanto stabilito dal CER (Codice Europeo dei Rifiuti).
	Rifiuti non pericolosi prodotti (Scheda 35)	Rlnp	-	1 = quantità molto alta di rifiuti 2 = quantità alta 3 = quantità media 4 = bassa quantità di rifiuti 5 = nessuna quantità di rifiuti	4		La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio di M.-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i> , NREL, 2008
	Scarico di acque calde (Scheda 36)	Rlsa	-	1 = quantità molto alta di scarico acque calde 2 = quantità alta di scarico acque calde 3 = quantità media di scarico acque calde 4 = bassa quantità di scarico di acque calde 5 = nessuna quantità di scarico acque calde	4		La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio di M.-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i> , NREL, 2008

A.1.2.1.3

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Protezione dell'ecosistema > Controllo dei rifiuti prodotti > Ciclo di riuso

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Ciclo di riuso	Recuperabilità (Scheda 37)	Rec	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile così com'è	3	2,66667	La valutazione è stata effettuata in base ai risultati dello studio di M.-J. deWild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: status and Outlook</i> , NREL, 2008
	Separabilità delle componenti (Scheda 38)	Sep	-	1 = componenti assemblate con leganti 2 = componenti assemblate tramite saldatura 3 = componenti assemblate tramite incollaggio 4 = componenti assemblate tramite serraggio 5 = componenti assemblate tramite incastro	3		
	Omogeneità delle componenti (Scheda 39)	Omo	-	1 = oltre 8 materiali 2 = da 6 a 8 materiali 3 = da 3 a 5 materiali 4 = 2 materiali 5 = 1 materiale	2		I materiali utilizzati per la produzione del pannello fotovoltaico sono 7 (vetro temprato, vetro float, alluminio, pigmento N719, Amosil 4, biossido di titanio, lodolyte TG50)

A.1.3.1.1

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Vetro Temprato

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Vetro Temprato	Reperibilità (Scheda 40)	M1rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto reperibile	4	2,42857	La produzione del vetro temprato si basa sulla lavorazione del silicio, che è il secondo elemento più abbondante sulla Terra.
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M1rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		La produzione del vetro temprato si basa sulla lavorazione del silicio, che non può essere considerata una risorsa rinnovabile.
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M1mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M1a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	2		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M1bio	anni	1 = oltre i 100/non biodegradabile 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M1ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	5		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M1sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	3		

A.1.3.1.2

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Vetro Float

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Vetro Float	Reperibilità (Scheda 40)	M2rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto	4	2,42857	La produzione del vetro float si basa sulla lavorazione del silicio, che è il secondo elemento più abbondante sulla Terra.
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M2rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		La produzione del vetro float si basa sulla lavorazione del silicio, che non può essere considerata una risorsa rinnovabile.
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M2mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M2a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	2		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M2bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M2ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	5		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M2sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	3		

A.1.3.1.3

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Alluminio

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Alluminio	Reperibilità (Scheda 40)	M3rep	-	1 = molto poco reperibile 2 = poco reperibile 3 = mediamente reperibile 4 = abbastanza reperibile 5 = molto reperibile	3	1,85714	Nonostante l'alluminio sia il 3° elemento in ordine d'abbondanza sulla crosta terrestre, (8,1%), è molto raro in forma libera.
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M3rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M3mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M3a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	2		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M3bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	1		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M3ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio/incenerimento 5 = riutilizzabile	3		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M3sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	2		

A.1.3.1.4

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Pigmento N719

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Pigmento N719	Reperibilità (Scheda 40)	M4rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto reperibile	5	4	
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M4rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	5		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M4mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M4a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	4		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M4bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	5		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M4ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	4		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M4sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	4		

A.1.3.1.5

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Iodolyte TG-50

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Iodolyte TG-50	Reperibilità (Scheda 40)	M5rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto reperibile	3	2,42857	
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M5rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	2		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M5mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M5a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	3		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M5bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	3		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M5ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	2		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M5sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	3		

A.1.3.1.6

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Biossido di Titanio

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Biossido di Titanio	Reperibilità (Scheda 40)	M6rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto reperibile	3	3	
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M6rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	1		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M6mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M6a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	4		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M6bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	4		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M6ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	4		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M6sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	4		

A.1.3.1.7

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Amosil4

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Amosil 4	Reperibilità (Scheda 40)	M7rep	-	1= molto poco reperibile 2= poco reperibile 3= mediamente reperibile 4= abbastanza reperibile 5= molto reperibile	4	2,85714	
	Rinnovabilità (Scheda 41)	M7rin	-	1 = non rinnovabile 2 = basso tasso di rinnovabilità 3 = medio tasso di rinnovabilità 4 = alto tasso di rinnovabilità 5 = elevato tasso di rinnovabilità	3		
	Materia nuova impiegata (Scheda 42)	M7mn	%	1 = oltre 80 2 = da 60 a 80 3 = da 40 a 60 4 = da 20 a 40 5 = da 0 a 20	1		
	Consumo di acqua nella produzione (Scheda 43)	M7a	litri	1 = utilizzo d'acqua molto elevato 2 = utilizzo d'acqua elevato 3 = utilizzo d'acqua medio 4 = utilizzo d'acqua basso 5 = utilizzo d'acqua molto basso o nullo	3		
	Biodegradabilità (Scheda 44)	M7bio	anni	1 = oltre i 100 2 = da 51 a 100 3 = da 6 a 50 4 = da 2 a 5 5 = da 0 a 1	3		
	Recuperabilità (Scheda 45)	M7ric	-	1 = non recuperabile 2 = riutilizzabile con trattamento 3 = riciclabile 4 = compostaggio o incenerimento 5 = riutilizzabile	3		
	Produzione e rilascio di scarti nell'ambiente (Scheda 46)	M7sca	-	1 = quantità molto alte di scarti 2 = quantità alte di scarti 3 = quantità media di scarti 4 = bassa quantità di scarti 5 = nessuna quantità di scarti	3		

A.1.3.2.1

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Energia incorporata delle materie prime

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Energia incorporata delle materie prime	Vetro temprato (Scheda 47)	Ei	MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	4	3,71429	Il valore di energia incorporata per il vetro temprato è pari a 16,1 MJ/kg (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei materiali</i> , Utet, Milano 2006)
	Vetro float (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	4		Il valore di energia incorporata per il vetro float è pari a 14 MJ/kg (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei materiali</i> , Utet, Milano 2006)
	Alluminio (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	1		Il valore di energia incorporata per l'alluminio è pari a 113,6 MJ/kg (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei materiali</i> , Utet, Milano 2006)
	Pigmento N719 (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	5		Il valore di energia incorporata per il pigmento N719 è pari a 9 MJ/kg (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
	Iodolyte TG50 (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	4		Il valore di energia incorporata per Iodolyte TG50 è pari a 13 MJ/kg (dati tratti da Banca Dati Eco-Invent)
	Biossido di Titanio (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	4		Il valore di energia incorporata per il biossido di titanio è pari a 27 MJ/kg (Banca Dati Eco-Invent)
	Amosil 4 (Scheda 47)		MJ/Kg	1 = oltre 100 2 = da 50 a 100 3 = da 30 a 50 4 = da 10 a 30 5 = da 0 a 10	4		Il valore di energia incorporata per l'Amosil 4 è pari a 22 MJ/kg (dati tratti da M. Hegger et al., <i>Atlante dei materiali</i> , Utet, Milano 2006)

A.1.3.2.2

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Energia consumata per il prodotto

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Energia consumata per il prodotto	Energia per il processo produttivo (Scheda 48)	Ep	MJ/Kwp	1 = oltre 25000 2 = da 20000 a 25000 3 = da 18000 a 20000 4 = da 15000 a 18000 5 = sotto i 15000	2	3	L'energia consumata durante il processo produttivo di un kWp di moduli in CIGS è pari a circa 20000 MJ (dati tratti da Sense, Sustainability Evaluation of Solar Energy Systems, 2008)
	Energia di trasporto per la distribuzione del prodotto (Scheda 49)	Ed	MJ/tKm	1 = oltre i 6000 2 = da 3001 a 6000 3 = da 1501 a 3000 4 = da 501 a 1500 5 = da 0 a 500	3		Il calcolo è stato effettuato considerando la distanza tra Aubonne e Civitavecchia (1100 km) con trasporto su gomma (camion da 32t) e quella tra Civitavecchia e Ventotene con trasporto via mare su chiatta. Il risultato finale è 2541 MJ/tkm.
	Energia di utilizzo (Consumo dell'inverter in fase operativa) (Scheda 50)	Eu1	W	1 = superiore a 13,5 2 = dagli 12 a 13,5 3 = dai 10 a 12; 4 = dai 7 a 9; 5 = inferiore a 6	4		L'inverter Sunny Boy 3000 ha un consumo in fase operativa pari a 7 W (dati forniti dal produttore).
	Energia di utilizzo (Consumo dell'inverter in assenza di carico) (Scheda 51)	Eu2	W	1 = superiore ad 1 2 = da 0,6 ad 1 3 = da 0,26 a 0,5 4 = da 0,11 a 0,25 5 = da 0 a 0,1	4		L'inverter Sunny Boy 3000 ha un consumo in assenza di carico pari a 0,25 W (dati forniti dal produttore).
	Energia di dismissione (Scheda 52)	Es		1 = Discarica 2 = Riciclaggio di materiali e componenti 3 = Riutilizzo di materiali/Recupero di componenti 4 = Compostaggio 5 = Incenerimento	2		

A.1.3.2.3

Ecosostenibilità > Salvaguardia dell'ambiente > Risparmio di risorse > Controllo delle risorse materiali utilizzate > Tipo di energia consumata per il processo produttivo

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipo di energia consumata nel processo produttivo	Energia rinnovabile (Scheda 53)	Erin	%	1 = dallo 0 al 15 % 2 = dal 5 al 15 % 3 = dal 15 al 20% 4 = dal 20 al 30% 5 = oltre il 30 %	3	2	Il 17 % dell'energia svizzera viene prodotto attraverso fonti rinnovabili (in particolare idrico, eolico e fotovoltaico)
	Energia non rinnovabile (Scheda 54)	Enrin	%	1 = oltre l'80% 2 = dal 61 all'80 % 3 = dal 41 al 60% 4 = dal 21 al 40 % 5 = dallo 0 al 20%	1		Il restante 83 % dell'energia svizzera viene prodotto attraverso fonti non rinnovabili (in particolare termico e nucleare)

B.1.1.1.1

Biocompatibilità > Salute > Salubrità > Assenza di emissioni nocive > VOC e altre emissioni nocive

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Voc e altre emissioni nocive	Materiali utilizzati nel prodotto (Scheda 55)	Vm	Vetro temprato	-	1 = radioattiva 2 = cancerogena 3 = tossica 4 = allergogena 5 = nessuna	5	4,71429	4,2381	
			Vetro Float			5			
			Alluminio			5			
			Pigmento N719			5			
			Iodolyte TG 50			5			
			Biossido di titanio			5			
			Amosil 4			3			L'amosil 4 è un sigillante a base di resina epossidica
	Tecniche usate per la preproduzione (Scheda 56)	Vpp	Vetro Temprato	-	1 = combustione oltre i 1500 °C 2 = combustione tra i 1000 e i 1500 °C 3 = combustione da 300 a 1000 °C 4 = combustione fino ai 300 °C 5 = tecniche a freddo (la temperatura non supera gli 80°C)	3	3		Il vetro temprato viene prodotto raggiungendo una temperatura massima di 650 °C
			Vetro Float			2			Il vetro float viene prodotto raggiungendo una temperatura massima di 1150 °C
			Alluminio			2			L'alluminio viene prodotto raggiungendo una temperatura massima di 980 °C
			Pigmento N719			4			Il pigmento deve essere stabilizzato attraverso una fase di asciugatura in cui si raggiungono gli 80°C.
			Iodolyte TG 50			4			La soluzione elettrolitica Iodolyte TG 50 viene prodotta raggiungendo una temperatura massima di 180 °C
			Biossido di titanio			2			Il processo di produzione del biossido di titanio attualmente più utilizzato è quello al cloruro. Nel processo al cloruro il rutilo, TiO ₂ , viene scaldato con cloro e carbon coke a 900 °C, con formazione di tetracloruro di titanio (TiCl ₄), che è volatile e può così essere separato da ogni impurezza. Il TiCl ₄ viene riscaldato con O ₂ a 1.200 °C; si forma TiO ₂ puro e Cl ₂ , che viene riutilizzato.
	Amosil 4	4	Il sigillante deve essere stabilizzato attraverso una fase di asciugatura in cui si raggiungono i 70°C.						
	Tecniche usate per la produzione (Scheda 57)	Vp	-	-	1 = combustione oltre i 1500 °C 2 = combustione tra i 1000 e i 1500 °C 3 = combustione da 300 a 1000 °C 4 = combustione fino ai 300 °C 5 = tecniche a freddo (la temperatura non supera gli 80°C)	-	5		

B.1.1.1.2

Biocompatibilità > Salute > Salubrità > Assenza di emissioni nocive > Fibre minerali

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Fibre minerali	Materiali utilizzati nel prodotto (Scheda 58)	FMm	-	%	1 = oltre il 60% del prodotto 2 = dal 40 al 60 % 3 = dal 20 al 40 % 4 = dallo 0 al 20 % 5 = nessun materiale	-	5	5	
	Pericolosità dell'emissione (Scheda 59)	FMp	-	-	1 = radioattiva 2 = mutagena 3 = cancerogena 4 = infettiva 5 = tossica	-	X		

B.1.1.1.3

Biocompatibilità > Salute > Salubrità > Assenza di emissioni nocive > Elettromagnetismo

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Elettromagnetismo	Campo elettrico prodotto dal pannello (tensione di circuito aperto) (Scheda 60)	Elvoc	-	V	1 = superiore a 0,8 2 = da 0,7 a 0,8 3 = da 0,6 a 0,7 4 = da 0,5 a 0,6 5 = inferiore a 0,5	-	3	3,5	La tensione di circuito aperto è pari a 0,7 V (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Posizione del pannello (fonte) (Scheda 61)	Eld	-	-	1 = integrato in facciata 2 = sovrapposto in facciata 3 = integrato in copertura 4 = sovrapposto in copertura 5 = in posizione isolata	-	4		
	Campo magnetico prodotto dall'inverter (corrente di corto circuito) (Scheda 62)	Misc	-	A	1 = oltre 25 2 = da 20 a 25 3 = da 15 a 20 4 = da 10 a 15 5 = inferiore a 10	-	4		La corrente di corto circuito è pari a 15,3 mA/cm ² (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Distanza dell'inverter (fonte) (Scheda 63)	Md	-	m	1 = da 0 a 1 m 2 = da 1 a 3 m 3 = da 3 a 5 m 4 = da 5 a 7 m 5 = oltre i 7 m	-	3		

B.1.1.2.1

Biocompatibilità > Salute > Salubrità > Controllo del rumore prodotto > Inquinamento acustico

Parametro	Indicatore	Abbr.	Sottoindicatori	U.d.M.	Soglie	Sottopunti	Punti	Media	Note
Inquinamento acustico	Emissioni di rumore in fase di preproduzione (Scheda 64)	Rpp	Vetro Temprato	-	1 = forgiatura o fucinatura 2 = laminazione 3 = estrusione o trafilatura 4 = stampaggio, tempra o rinvenimento 5 = tecniche di stampa/processi chimici	4	4,142857	4,03571	Per la descrizione e la definizione delle tecniche di produzione vedi la relativa voce nel Glossario.
			Vetro Float			4			
			Alluminio			1			
			Pigmento N719			5			
			Iodolyte TG50			5			
			Biossido di titanio			5			
	Amosil 4	5							
	Emissioni di rumore in fase di produzione (Scheda 65)	Rp	-	-	1 = forgiatura o fucinatura 2 = laminazione 3 = estrusione o trafilatura 4 = stampaggio, tempra o rinvenimento 5 = tecniche di stampa	-	5		
	Emissioni di rumore in fase d'uso (rumore prodotto dall'inverter) (Scheda 66)	Ru	-	dB	1 = oltre i 45 2 = dai 40 ai 45 3 = dai 35 ai 40 4 = dai 30 ai 35 5 = inferiore ai 30	-	4		L'inverter Sunny boy 3200 genera un livello di rumore pari a 30dB (dati forniti dal produttore).
	Emissioni di rumore in fase di dismissione (Scheda 67)	Rd	-	-	1 = Discarica 2 = Incenerimento 3 = Riciclaggio di materiali e componenti 4 = Riuso di materiali/Recupero di componenti 5 = Compostaggio	-	3		

B.2 Biocompatibilità > Benessere

Parametro	Indicatore		Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
	Utilizzo del pannello come serramento o copertura vetrata (Scheda 68)	L'indicatore, di tipo si/no; tiene conto se il pannello fotovoltaico è utilizzato come serramento, e dunque deve soddisfare requisiti di benessere termico.	Up		SI/NO	NO		I pannelli sono installati come sovrapposizioni su copertura piana.

Dal momento che, nel caso studio considerato, i pannelli sono installati come sovrapposizione in copertura e non come serramento o copertura vetrata, tutti i parametri relativi al Benessere non vengono considerati.

B.3.1.1.1

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza strutturale > Stabilità agli agenti atmosferici > Resistenza al vento

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza al vento	Zona di vento (Scheda 76)	Zv	-	1 = zone 8 e 9 2 = zona 7 3 = zone 4, 5 e 6 4 = zona 3 5 = zone 1 e 2	1	1,5	Ventotene rientra nella zona 9, in riferimento alla Circ. Min. del 4 luglio 1996
	Classe di rugosità del terreno (Scheda 77)	Rt	-	1 = classe D; 2 = classe C; 3 = classe B; 4-5 = classe A	1		Ventotene appartiene alla classe D (aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati), in riferimento alla Circ. Min. del 4 luglio 1996
	Coefficiente di esposizione (Scheda 78)	Ces	-	1 = classe I 2 = classe II 3 = classe III 4 = classe IV 5 = classe V	1		Alla zona 9, classe D corrisponde un coefficiente di esposizione di classe I (Circ. Min. del 4 luglio 1996)
	Coefficiente di forma (Scheda 79)	Cfv	°	1 = inclinazione oltre 60° 2 = inclinazione tra 41 e 60° 3 = inclinazione tra 21° e 40° 4 = inclinazione tra 11° e 20° 5 = inclinazione tra 0 e 10°	3		I pannelli sono inclinati di 30° rispetto all'orizzontale.

B.3.1.1.2

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza strutturale > Stabilità agli agenti atmosferici > Resistenza alla neve

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza alla neve	Zona di carico neve al suolo (Scheda 80)	Zcn	-	1 = zona 1 e altitudine oltre i 750 mt 2 = zona 1 e altitudine sotto i 750 mt 3 = zona 2 e altitudine oltre i 750 mt 4 = zona 2 e altitudine sotto i 750 mt 5 = zona 3	4	4	Ventotene rientra nella zona 2, in riferimento alla Circ. Min. del 4 luglio 1996 e la sua altitudine media è di 18 m. slm
	Coefficiente di Forma (Scheda 81)	Cfn	°	1 = inclinazione oltre 60° 2 = inclinazione tra 41 e 60° 3 = inclinazione tra 21° e 40° 4 = inclinazione tra 11° e 20° 5 = inclinazione tra 0 e 10°	3		I pannelli sono inclinati di 30° rispetto all'orizzontale.
	Discontinuità di quota tra i pannelli e la copertura (Scheda 82)	Dq	-	1 = Dq > 5 m 2 = 4 m < Dq < 5 m 3 = 3 m < Dq < 1 m 4 = 0 m < Dq < 1 m 5 = nessuna differenza di quota	3		
	Possibilità di accumulo contro pareti verticali (Scheda 83)	Apv	-	1 = si; 5 = no	5		
	Possibilità di accumulo dall'estremità sporgente (Scheda 84)	Aes	-	1 = si; 5 = no	5		

B.3.1.1.3

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza strutturale > Stabilità agli agenti atmosferici > Resistenza all'irraggiamento

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza all'irraggiamento	Stabilità (Scheda 85)	Sta	ore	1 = inferiore a 3000 2 = tra 3000 e 4000 3 = tra 4000 e 5000 4 = tra 5000 e 6000 5 = superiore a 6000	4	4	La stabilità del pannello è di circa 5000 ore (STC). Dati forniti dall'azienda produttrice.
	Temperatura operativa minima (Scheda 86)	Tomn	°C	1 = $-10^{\circ} < Tomn < -20^{\circ}$ 2 = $-20^{\circ} < Tomn < -30^{\circ}$ 3 = $-30^{\circ} < Tomn < -40^{\circ}$ 4 = $-50^{\circ} < Tomn < -40^{\circ}$ 5 = $-60^{\circ} < Tomn < -50^{\circ}$	3		Dati forniti dall'azienda produttrice.
	Temperatura operativa massima (Scheda 87)	Tomx	°C	1 = $20^{\circ} < Tomx < 30^{\circ}$ 2 = $30^{\circ} < Tomx < 40^{\circ}$ 3 = $40^{\circ} < Tomx < 50^{\circ}$ 4 = $50^{\circ} < Tomx < 60^{\circ}$ 5 = Tomx = oltre 60°	5		Dati forniti dall'azienda produttrice.

B.3.1.1.4

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza strutturale > Stabilità agli agenti atmosferici > Resistenza ai fluidi

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza ai fluidi	Tenuta all'acqua (Scheda 88)	Tac	-	1 = classe E1-E2 2 = classe E3-E4 3 = classe E5-E6 4 = classe E7-E8 5 = classe E9	4	4	Dati forniti dall'azienda produttrice.
	Tenuta all'aria (Scheda 89)	Tar	-	1 = classe A1 2 = classe A2 3 = classe A3 4-5 = classe A4	4		Dati forniti dall'azienda produttrice.

B.3.2.1.1

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza in caso d'incendio > Stabilità agli agenti ignei > Resistenza al fuoco

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Resistenza al fuoco	Classe di resistenza al fuoco (Scheda 90)	Res	REI	1= REI 30-60 2= REI 90 3= REI 120 4= REI 180 5= REI 240	3	3	Dati forniti dall'azienda produttrice.

B.3.2.1.2

Biocompatibilità > Sicurezza > Sicurezza in caso d'incendio > Stabilità agli agenti ignei > Reazione al fuoco

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Reazione al fuoco	Classe di reazione al fuoco (Scheda 91)	Rea	-	1 = classe F 2 = classi E e D 3 = classi C e B 4 = classe A2 5 = classe A1	3	3	Dati forniti dall'azienda produttrice.

C.1.1.1.1

Convenienza > Aspetto > Armonia con l'elemento architettonico > Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico > Colore

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Colore	Contrasto e Omogeneità (Scheda 92)	Ceo	-	1 = colori contrastanti disarmoniosi 2 = colori contrastanti armoniosi 3 = gradazioni molto differenti dello stesso colore 4 = gradazioni leggermente differenti dello stesso colore 5 = colori identici	4	2,5	I moduli DSC possono essere prodotti in diverse colorazioni ed essere dunque adattati, con una certa flessibilità ai colori predominanti dell'edificio.
	Opacità e Riflessione (Scheda 93)	Op	-	1 = opaco/riflettente 2 = differenti livelli di riflessione 3 = differenti livelli di opacità 4 = stesso livello di riflessione 5 = stesso livello di opacità	1		

C.1.1.1.2

Convenienza > Aspetto > Armonia con l'elemento architettonico > Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico > Geometria

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Geometria	Relazioni formali (Scheda 94)	Rf	-	1 = tessitura diversa/dimensioni diverse 2 = tessitura diversa/stesse dimensioni 3 = stessa tessitura/dimensioni diverse 4-5 = stessa tessitura/stesse dimensioni	1	2,25	
	Posizione (Scheda 95)	Pos	-	1 = totalmente decentrata 2 = parzialmente decentrata 3 = centrata orizzontalmente 4 = centrata verticalmente 5 = centrata orizzontalmente e verticalmente	2		
	Superficie occupata (Scheda 96)	Soc	%	1 = 0-20% 2 = 21- 40 % 3 = 41-60 % 4 = 61-80 % 5 = 81-100 %	3		
	Allineamenti (Scheda 97)	All	-	1 = tutte linee non parallele 2 = linea parallela su un solo lato 3 = linee parallele su almeno due lati 4 = linee parallele su almeno tre lati 5 = tutte linee parallele	3		

C.1.1.1.3

Convenienza > Aspetto > Armonia con l'elemento architettonico > Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico > Consistenza materica

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Consistenza materica	Trasparenza (Scheda 98)	Tr	-	1 = trasparente/opaco 2 = differenti livelli di opacità 3 = differenti livelli di trasparenza 4 = stesso livello di opacità 5 = stesso livello di trasparenza	2	2,5	
	Superficie Riflettente (Scheda 99)	SupRif	%	1 = 81-100% 2 = 61- 80 % 3 = 41-60 % 4 = 21-40 % 5 = 0-20 %	3		

C.2.1.1.1

Convenienza > Fruibilità > Funzionalità > Facilità d'intervento > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Caratteristiche della tipologia d'installazione	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 100)		-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.
	Posizione di installazione (Scheda 101)		-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5		Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1

C.2.1.2.1

Convenienza > Fruibilità > Funzionalità > Regolabilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia d'installazione	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 102)		-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.
	Posizione di installazione (Scheda 103)		-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5		Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1

C.2.2.2.1

Convenienza > Fruibilità > Flessibilità > Spostabilità e Ricollocabilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia d'installazione	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 104)		-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.
	Possibilità di installazione (Scheda 105)		-	1-2 = solo su superfici piane 3-4 = su superfici piane ed integrato in facciata 5 = anche su superfici curve	5		I moduli DSSC prodotti con la tecnica dello screen printing sono flessibili.

C.3.1.1.1

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Dati climatici del sito

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Dati climatici del sito	Radiazione solare media annuale (Scheda 106)	Rad	kWh/mq	1 = da 1000 a 1250 2 = da 1251 a 1350 3 = da 1350 a 1500 4 = da 1501 a 1700 5 = oltre i 1700	4	4	I dati si riferiscono a Napoli, che risulta la località più vicina a Ventotene tra quelle elencate nella Norma UNI 10349. Il valore è pari a 1645 kWh/mq

C.3.1.1.2

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Dati dell'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Dati dell'installazione	Orientamento dei pannelli (Scheda 107)	Or	°	1 = tutti gli altri orientamenti 2 = fino a 10° verso Est 3 = fino a 20° verso Ovest 4 = fino a 10° verso Ovest 5 = Sud	5	5	
	Inclinazione dei pannelli (Scheda 108)	Inc	°	1 = oltre i 33° 2 = inferiore ai 28° 3 = da 30° a 33° 4 = da 28° a 30° 5 = 30°	5		

C.3.1.1.3

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Perdite dell'impianto

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Perdite dell'impianto	Perdite per riflessione (Scheda 109)	Prif		1 = superfici nere 2 = superfici scure 3 = superfici normali 4 = superfici chiare 5 = superfici bianche o argentate	3	3,66667	
	Perdite di mismatch (Scheda 110)	Pmis	kW	1 = impianti oltre 2000 kW 2 = impianti tra 1000 e 2000 kW 3 = impianti tra 500 e 1000 kW 4 = impianti tra 30 e 500 kW 5 = impianti tra 0 e 30 kW	5		L'impianto considerato ha una taglia pari a 3 kW.
	Perdite per basso irraggiamento (Scheda 111)	Pbirr		1 = impianto grid-connected 5 = impianto stand-alone	1		
	Perdite per effetto della temperatura (Scheda 112)	Ptemp	%	1 = oltre 8 2 = da 7 a 8 3 = da 6 a 7 4 = da 5 a 6 5 = inferiore a 5	4		La perdita del pannello per effetto della temperatura, misurata a 25°C con uno spettro AM 1,5, è pari al 5 % (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Perdite nel convertitore (Scheda 113)	Pconv	%	1 = oltre 8 2 = da 7 a 8 3 = da 6 a 7 4 = da 5 a 6 5 = inferiore a 5	4		La perdita dell'inverter considerato è stimabile attorno al 5% (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Perdite sul sistema di accumulo (Scheda 114)	Psacc		1 = impianto stand-alone 5 = impianto grid-connected	5		

C.3.1.1.4

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico	Efficienza (Scheda 115)	η_m	%	1 = da 0 a 5 2 = da 5 a 10 3 = da 10 a 16 4 = da 16 a 20 5 = oltre 20	2	2,888889	L'efficienza del pannello è pari a 8 (dati dell'azienda produttrice)
	Fill Factor (Scheda 116)	FF	%	1 = inferiore a 55 2 = da 56 a 60 3 = da 61 a 65 4 = da 66 a 70 5 = oltre 70	4		Il Fill Factor del pannello è pari a 64,3 % (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Potenza massima (Scheda 117)	Pmax	Wp	1 = inferiore a 50 2 = da 50 a 100 3 = da 100 a 150 4 = da 150 a 180 5 = superiore a 180	1		La potenza massima del pannello è pari a 6W (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Rapporto tra potenza e superficie occupata (Scheda 118)	PS	mq/kW	1 = superiore ai 15; 2 = tra 12 e 15; 3 = tra 9 e 12; 4 = tra 6 e 9; 5 = inferiore a 6	2		Il rapporto tra potenza e superficie occupata del pannello considerato è pari a 15 mq/kW.
	Tensione di circuito aperto (Scheda 119)	Voc	V	1 = inferiore a 0,4 2 = da 0,4 a 0,5 3 = da 0,5 a 0,6 4 = da 0,6 a 0,7 5 = superiore a 0,7	5		La tensione di circuito aperto è pari a 0,77 V (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Corrente di corto circuito (Scheda 120)	Jsc	mA/cm ²	1 = inferiore a 20 2 = da 20 a 23 3 = da 23 a 27 4 = da 27 a 30 5 = superiore a 30	1		La corrente di corto circuito è pari a 15,3 mA/cm ² (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Vita utile (Scheda 121)	Vu	anni	1 = inferiore ai 10 2 = da 10 a 14 3 = da 15 a 19 4 = da 20 a 25 5 = oltre 25	4		La vita utile del pannello considerato è di 20 anni (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Peso (Scheda 122)	Pm	Kg	1 = oltre 15 2 = da 10 a 15 3 = da 8 a 10 4 = da 5 a 8 5 = da 0 a 5	3		Il peso è 10 kg (dati forniti dall'azienda produttrice)
	Stabilità (Scheda 123)	Sta	ore	1 = inferiore a 3000 2 = tra 3000 e 4000 3 = tra 4000 e 5000 4 = tra 5000 e 6000 5 = superiore a 6000	4		La stabilità del pannello è di circa 5000 ore (STC)

C.3.1.1.5

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Caratteristiche tecniche dell'inverter

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Caratteristiche tecniche dell'inverter	Efficienza (Scheda 124)	η_i	%	1 = inferiore a 96 2 = da 96 a 97 3 = da 97 a 98 4 = da 98 a 98,5 5 = oltre 98,5	1	3	L'efficienza dell'inverter considerato è pari a 95% (dati forniti dall'azienda produttrice).
	Temperatura operativa minima (Scheda 125)	Timin	°C	1 = superiore ai - 10 2 = da -10 a -15 3 = da -15 ai -20 4 = dai -20 ai -25 5 = inferiore ai -25	4		La temperatura operativa minima dell'inverter considerato è pari a -25° (dati forniti dall'azienda produttrice).
	Temperatura operativa massima (Scheda 126)	Timax	°C	1 = inferiore ai 40 2 = dai 40 ai 45 3 = dai 45 ai 50 4 = dai 50 ai 60 5 = superiore ai 60	4		La temperatura operativa massima dell'inverter considerato è pari a +60° (dati forniti dall'azienda produttrice).
	Peso (Scheda 127)	Pi	kg	1 = oltre i 65 2 = dai 50 ai 65 3 = dai 30 ai 50 4 = dai 20 ai 30 5 = inferiore ai 20	3		Il peso dell'inverter considerato è pari a 32 kg (dati forniti dall'azienda produttrice).

C.3.1.1.6

Convenienza > Gestione > Resistenza > Affidabilità ed Efficienza > Caratteristiche tecniche della batteria

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Caratteristiche tecniche della batteria	Presenza della batteria (Scheda 128)	Pb	-	1 = si; 5 = no	5	5	Il sistema considerato è del tipo grid-connected e dunque non necessita del sistema di accumulo.
	Efficienza (Scheda 129)	η_b	%	1 = da 85 a 87 2 = da 88 a 92 3 = da 92 a 96 4 = da 96 a 98 5 = oltre 98	X		
	Durata (Scheda 130)	Durb	anni	1 = inferiore ai 5 2 = dai 5 ai 10 3 = dai 10 ai 13 4 = dai 13 ai 17 5 = oltre i 17	X		
	Resistenza alle escursioni termiche (temperatura minima) (Scheda 131)	Retmin	°C	1 = da 0 a -10 2 = da -10 a -20 3 = da -20 a -30 4 = da -30 a -40 5 = inferiore a -40	X		
	Resistenza alle escursioni termiche (temperatura massima) (Scheda 132)	Retmax	°C	1 = inferiore a 50 2 = da 50 a 59 3 = da 60 a 69 4 = da 70 a 79 5 = oltre gli 80	X		

C.3.2.1.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Facilità d'installazione > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di installazione	Posizione d'installazione (Scheda 133)	Fpos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 134)	Fstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.

C.3.2.2.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Manutenibilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di Installazione	Posizione dell'installazione (Scheda 135)	Mpos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 136)	Mstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.

C.3.2.3.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Pulibilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di installazione	Posizione dell'installazione (Scheda 137)	Ppos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 138)	Pstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.

C.3.2.4.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Riparabilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di installazione	Posizione dell'installazione (Scheda 139)	Rpos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 140)	Rstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.

C.3.2.5.1

Convenienza > Gestione > Semplicità di gestione > Sostituibilità > Tipologia d'installazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Tipologia di installazione	Posizione dell'installazione (Scheda 141)	Spos	-	1 = sovrapposizione su copertura inclinata 2 = sovrapposizione in facciata 3 = integrazione in copertura (sia piana che inclinata) 4 = integrazione in facciata 5 = applicazione indipendente	5	4,33333	Per la descrizione delle diverse tipologie di posizione di installazione vedi il paragrafo 5.1.1
	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 142)	Sstr	-	1 = inseguitore biassiale 2 = inseguitore monoassiale 3 = a cavalletto 4 = a palo 5 = integrata	3		Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.
	Possibilità di sostituire un'unica cella/modulo (Scheda 143)	Ssos	-	1 = no; 5 = si	5		

C.4.1.1.1

Convenienza > Integrabilità > Integrabilità morfologica > Controllo dell'inserimento nell'edificio > Grado di integrazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Grado di Integrazione	Tipologia Integrazione (Scheda 144)	Tdi	-	1 = nessuna integrazione 2 = integrazione parziale (tipologia 1) 3 = integrazione parziale (tipologie 2 e 3) 4 = integrazione totale (tipologie 4,5,9 e 10) 5 = integrazione totale (tipologie	1	1	La valutazione è stata effettuata sulla base di quanto contenuto nella Guida al Conto Energia (edizione marzo 2009) a cura del GSE.

C.4.1.1.2

Convenienza > Integrabilità > Integrabilità morfologica > Controllo dell'inserimento nell'edificio > Colore

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Colore	Contrasto e Omogeneità (Scheda 145)	Omo2		1 = colori contrastanti disarmoniosi 2 = colori contrastanti armoniosi 3 = gradazioni molto differenti dello stesso colore 4 = gradazioni leggermente differenti dello stesso colore 5 = colori identici	4	2,5	
	Opacità e Riflessione (Scheda 146)	Op2		1 = opaco/riflettente 2 = differenti livelli di riflessione 3 = differenti livelli di opacità 4 = stesso livello di riflessione 5 = stesso livello di opacità	1		

C.4.1.1.3

Convenienza > Integrabilità > Integrabilità morfologica > Controllo dell'inserimento nell'edificio > Geometria

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Geometria	Relazioni formali (Scheda 147)	Rf2		1 = tessitura diversa/dimensioni diverse 2 = tessitura diversa/stesse dimensioni 3 = stessa tessitura/dimensioni diverse 4-5 = stessa tessitura/stesse dimensioni	1	2	
	Posizione (Scheda 148)	Pos2		1 = totalmente decentrata 2 = parzialmente decentrata 3 = centrata orizzontalmente 4 = centrata verticalmente 5 = centrata orizzontalmente e verticalmente	3		
	Superficie occupata (Scheda 149)	Soc2		1 = 0-20% 2 = 21- 40 % 3 = 41-60 % 4 = 61-80 % 5 = 81-100 %	1		
	Allineamenti (Scheda 150)	All2		1 = tutte linee non parallele 2 = linea parallela su un solo lato 3 = linee parallele su almeno due lati 4 = linee parallele su almeno tre lati 5 = tutte linee parallele	3		

C.4.1.1.4

Convenienza > Integrabilità > Integrabilità morfologica > Controllo dell'inserimento nell'edificio > Consistenza materica

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Consistenza materica	Trasparenza (Scheda 151)	Tr2		1 = trasparente/opaco 2 = differenti livelli di opacità 3 = differenti livelli di trasparenza 4 = stesso livello di opacità 5 = stesso livello di trasparenza	1	3	
	Superficie Riflettente (Scheda 152)	SupRif2		1 = 81-100% 2 = 61- 80 % 3 = 41-60 % 4 = 21-40 % 5 = 0-20 %	5		

C.5.1.1.1

Convenienza > Economicità > Risparmio > Controllo delle spese e dei ricavi > Costi di realizzazione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Costi di realizzazione	Costo dei pannelli (Scheda 153)	Cmod	euro/Wp	1 = superiore a 3,5 2 = tra 3 e 3,5 3 = tra 2,5 e 3 4 = tra 2 e 2,5 5 = inferiore a 2	3	3,5	Il costo di un pannello DSC attualmente è stimabile attorno ai 2,5 euro/Wp. Si considera però che, quando la produzione dei moduli DSSC raggiungerà livelli significativi, esso possa scendere fino ad un valore pari a 1,6 euro/Wp
	Costo dell'inverter (Scheda 154)	Cinv	euro/kW	1 = superiore a 1100 2 = da 1000 a 1100 3 = da 700 a 1000 4 = da 400 a 700 5 = inferiore a 400	4		Il costo dell'inverter considerato è pari a 479 euro/kW.
	Costo della batteria (Scheda 155)	Cbat	euro/Ah	1 = oltre 2,4 2 = da 2 a 2,4 3 = da 1,8 a 2 4 = 1,4 a 1,8 5 = inferiore a 1,4	5		Il sistema considerato è del tipo grid-connected e dunque non necessita del sistema di accumulo.
	Costo della struttura di sostegno (Scheda 156)	Css	euro/mq	1 = superiore a 150 2 = da 120 a 150 3 = da 80 a 120 4 = da 50 a 80 5 = inferiore a 50	3		La struttura di sostegno considerata (a cavalletto) ha un costo pari a circa 80 euro al mq.
	Costo dei quadri elettrici (Scheda 157)	Cqua	euro/kW	1 = superiore a 200 2 = da 170 a 200 3 = da 150 a 170 4 = da 120 a 150 5 = inferiore a 120	3		
	Costo dei cavi elettrici (Scheda 158)	Ccav	euro/kW	1 = superiore a 700 2 = da 650 a 700 3 = da 600 a 650 4 = da 550 a 600 5 = inferiore a 550	3		

C.5.1.1.2

Convenienza > Economicità > Risparmio > Controllo delle spese e dei ricavi > Costi di gestione e manutenzione

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Costi di gestione e manutenzione	Tipo di struttura di sostegno (Scheda 159)	Cstr	-	1 = inseguitore biassiale; 2 = inseguitore monoassiale; 3 = a palo; 4 = a cavalletto; 5 = integrata	4	2,5	Per la descrizione delle diverse tipologie di struttura vedi la voce "Struttura di sostegno" nel Glossario.
	Taglia dell'impianto (Scheda 160)	Ctag	kW	1 = impianti tra 0 e 30 kW 2 = impianti tra 30 e 500 kW 3 = impianti tra 500 e 1000 kW 4 = impianti tra 1000 e 2000 kW 5 = impianti oltre 2000 kW	1		La taglia dell'impianto ipotizzato è di 3 kW.

C.5.1.1.3

Convenienza > Economicità > Risparmio > Controllo delle spese e dei ricavi > Ammortamenti

Parametro	Indicatore	Abbr.	U.d.M.	Soglie	Punti	Media	Note
Ammortamenti	Pay back time dei pannelli (Scheda 161)	Pbtm	anni	1 = oltre i 2 2 = da 1, 5 a 2 3 = da 1 a 1,5 4 = da 0,5 a 1 5 = da 0 a 0,5	4	3,5	Il pay back time dei moduli DSSC è pari a 0,8 anni (dati riferiti all'Europa del Sud e tratti da M.J. De Wild et al., <i>Environmental LCA of DSSC Devices: Status and Outlook</i> , 2008)
	Incentivi (Scheda 162)	Inc	-	1 = nessuna integrazione; 2 = integrazione parziale (tipologia 1) 3 = integrazione parziale (tipologie 2 e 3) 4 = integrazione totale (tipologie 4,5,9 e 10) 5 = integrazione totale (tipologie 1,2,3,4,6,7 e 8)	1		La valutazione è stata effettuata sulla base di quanto contenuto nella Guida al Conto Energia (edizione marzo 2009) a cura del GSE.
	Pay back time dell'impianto (Scheda 163)	Pbti	anni	1 = superiore a 13 2 = tra 11 e 13 3 = tra 9 e 11 4 = tra 7 e 9 5 = inferiore a 7	5		Il valore calcolato per l'impianto è di 5,8 anni.
	T.I.R. (Scheda 164)	Tir	%	1 = inferiore a 5 2 = tra 5 e 7 3 = tra 7 e 9 4 = tra 9 e 11 5 = superiore a 11	4		Il valore calcolato per l'impianto è di 10,76 %.

VALUTAZIONE FINALE DEL CASO STUDIO B (PANNELLI DSSC)

	Valore medio	Peso	Totale
A. ECOSOSTENIBILITA'	3,39	0,35	1,19
A.1 Salvaguardia dell'ambiente	3,39	1	3,39
A.1.1 Mitigazione	3,48	0,4	1,39
A.1.1.1 Limitazione dei cambiamenti climatici	3,48	1	3,48
A.1.1.1.1 Effetto Serra	3,74	0,2	0,75
A.1.1.1.2 Acidificazione	3,80	0,15	0,57
A.1.1.1.3 Eutrofizzazione	3,34	0,15	0,50
A.1.1.1.4 Smog fotochimico	3,29	0,15	0,49
A.1.1.1.5 Riduzione dello strato d'Ozono	3,60	0,2	0,72
A.1.1.1.6 Deforestazione	3,00	0,15	0,45
A.1.2 Protezione dell'ecosistema	3,81	0,3	1,14
A.1.2.1 Controllo dei rifiuti prodotti	3,81	1	3,81
A.1.2.1.1 Rifiuti solidi	4,33	0,3	1,30
A.1.2.1.2 Rifiuti liquidi	4,50	0,35	1,58
A.1.2.1.3 Ciclo di riuso	2,67	0,35	0,93
A.1.3 Risparmio di risorse	2,84	0,3	0,85
A.1.3.1 Controllo delle risorse materiali	2,76	0,45	1,24
A.1.3.1.1 Vetro Temprato	2,43	0,15	0,36
A.1.3.1.2 Vetro Float	2,43	0,15	0,36
A.1.3.1.3 Alluminio	1,86	0,1	0,19
A.1.3.1.4 Pigmento N719	4,00	0,15	0,60
A.1.3.1.5 Iodolyte TG50	2,43	0,15	0,36
A.1.3.1.6 Biossido di titanio	3,00	0,15	0,45
A.1.3.1.7 Amosil 4	2,86	0,15	0,43
A.1.3.2 Controllo delle risorse energetiche	2,91	0,55	1,60
A.1.3.2.1 Energia incorporata delle materie prime	3,71	0,3	1,11
A.1.3.2.2 Energia consumata per il prodotto	3,00	0,4	1,20
A.1.3.2.3 Tipo di energia consumata	2,00	0,3	0,60

	Valore medio	Peso	Totale
B. BIOCAMPATIBILITA'	3,62	0,4	1,45
B.1 Salute	4,01	0,55	2,20
B.1.1 Salubrità	4,01	1	4,01
B.1.1.1 Assenza di emissioni nocive	3,98	0,55	2,19
B.1.1.1.1 VOC	4,24	0,45	1,91
B.1.1.1.2 Fibre minerali	5,00	0,1	0,50
B.1.1.1.3 Elettromagnetismo	3,50	0,45	1,58
B.1.1.2 Controllo del rumore prodotto	4,04	0,45	1,82
B.1.1.2.1 Inquinamento acustico	4,04	1	4,04
B.2 Benessere	X	X	X
B.2.1 Benessere acustico	X	0,25	X
B.2.1.1 Protezione dal rumore	X	1	X
B.2.1.1.1 Isolamento acustico ai rumori esterni	X	1	X
B.2.2 Benessere termico	X	0,35	X
B.2.2.1 Isolamento termico	X	0,5	X
B.2.2.1.1 Caratteristiche del pannello	X	1	X
B.2.2.2 Controllo dell'energia termica trasmessa	X	0,5	X
B.2.2.2.1 Caratteristiche del pannello	X	1	X
B.2.3 Benessere visivo	X	0,4	X
B.2.3.1 Controllo del flusso luminoso	X	1	X
B.2.3.1.1 Caratteristiche del pannello	X	1	X
B.3 Sicurezza	3,14	0,45	1,41
B.3.1 Sicurezza strutturale	3,25	0,55	1,79
B.3.1.1 Stabilità agli agenti atmosferici	3,25	1	3,25
B.3.1.1.1 Resistenza al vento	1,50	0,3	0,45
B.3.1.1.2 Resistenza alla neve	4,00	0,15	0,60
B.3.1.1.3 Resistenza all'irraggiamento	4,00	0,3	1,20
B.3.1.1.4 Resistenza ai fluidi	4,00	0,25	1,00
B.3.2 Sicurezza in caso d'incendio	3,00	0,45	1,35
B.3.2.1 Stabilità agli agenti ignei	3,00	1	3,00
B.3.2.1.1 Resistenza al fuoco	3,00	0,5	1,50
B.3.2.1.2 Reazione al fuoco	3,00	0,5	1,50

C. CONVENIENZA	2,91	0,25	0,73
C.1 Aspetto	2,40	0,2	0,48
C.1.1 Armonia con l'elemento architettonico	2,40	1	2,40
C.1.1.1 Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	2,40	1	2,40
C.1.1.1.1 Colore	2,50	0,3	0,75
C.1.1.1.2 Geometria	2,25	0,4	0,90
C.1.1.1.3 Consistenza materica	2,50	0,3	0,75
C.2 Fruibilità	2,90	0,1	0,29
C.2.1 Funzionalità	2,00	0,55	1,10
C.2.1.1 Facilità d'intervento	4,00	0,5	2,00
C.2.1.1.1 Caratteristiche della tipologia	4,00	1	4,00
C.2.1.2 Regolabilità	4,00	0,5	2,00
C.2.1.2.1 Caratteristiche della tipologia	4,00	1	4,00
C.2.2 Flessibilità	4,00	0,45	1,80
C.2.2.1 Spostabilità e Ricollocabilità	4,00	1	4,00
C.2.2.2.1 Caratteristiche della tipologia	4,00	1	4,00
C.3 Gestione	3,90	0,25	0,98
C.3.1 Resistenza	3,78	0,55	2,08
C.3.1.1 Affidabilità ed Efficienza	3,78	1	3,78
C.3.1.1.1 Dati climatici del sito	4,00	0,15	0,60
C.3.1.1.2 Dati dell'installazione	5,00	0,25	1,25
C.3.1.1.3 Perdite dell'impianto	3,67	0,1	0,37
C.3.1.1.4 Caratteristiche tecniche del pannello	2,89	0,3	0,87
C.3.1.1.5 Caratteristiche tecniche dell'inverter	3,00	0,15	0,45
C.3.1.1.6 Caratteristiche tecniche della batteria	5,00	0,05	0,25

C.3.2 Semplicità di gestione	4,05	0,45	1,82
C.3.2.1 Facilità d'installazione	4,00	0,3	1,20
C.3.2.1.1 Tipologia di installazione	4,00	1	4,00
C.3.2.2 Manutenibilità	4,00	0,2	0,80
C.3.2.2.1 Tipologia di installazione	4,00	1	4,00
C.3.2.3 Pulibilità	4,00	0,2	0,80
C.3.2.3.1 Tipologia di installazione	4,00	1	4,00
C.3.2.4 Riparabilità	4,00	0,15	0,60
C.3.2.4.1 Tipologia di installazione	4,00	1	4,00
C.3.2.5 Sostituibilità	4,33	0,15	0,65
C.3.2.5.1 Tipologia di installazione	4,33	1	4,33
C.4 Integrabilità	2,00	0,25	0,50
C.4.1 Integrazione morfologica	2,00	1	2,00
C.4.1.1 Controllo dell'inserimento nell'edificio	2,00	1	2,00
C.4.1.1.1 Grado di integrazione	1,00	0,3	0,30
C.4.1.1.2 Colore	2,50	0,2	0,50
C.4.1.1.3 Geometria	2,00	0,3	0,60
C.4.1.1.4 Consistenza geometrica	3,00	0,2	0,60
C.5 Economicità	3,30	0,2	0,66
C.5.1 Risparmio	3,30	1	3,30
C.5.1.1 Controllo delle spese e dei ricavi	3,30	1	3,30
C.5.1.1.1 Costi di realizzazione	3,50	0,4	1,40
C.5.1.1.2 Costi di gestione e manutenzione	2,50	0,2	0,50
C.5.1.1.3 Ammortamenti	3,50	0,4	1,40
VALUTAZIONE COMPLESSIVA			3,36

5.5 Confronto ed interpretazione dei risultati

Considerazioni generali

Dall'applicazione del metodo di valutazione, entrambe le tecnologie ottengono un buon punteggio (rispettivamente quella al diseleniuro di rame, indio e gallio 2,99 e quella organica 3,36), rappresentando un netto passo in avanti in termini di sostenibilità rispetto alla tecnologia del silicio; in questo senso sarebbe interessante, anche se esula dall'oggetto della presente ricerca, sottoporre alla stessa valutazione anche i pannelli in silicio per comprendere l'effettivo scarto che esiste tra le tecnologie fotovoltaiche di prima e terza generazione.

Per ogni categoria di impatto le celle DSSC ottengono punteggi migliori rispetto alle CIGS, e se per l'ecosostenibilità e la biocompatibilità questo è un risultato che ci si poteva aspettare, non altrettanto si può dire invece per quanto riguarda la categoria della convenienza, dove nonostante le efficienze più basse, le DSSC risultano comunque avanti alle CIGS grazie ad elevati valori in relazione ad altre caratteristiche importanti che vedremo in dettaglio più avanti.

Ecosostenibilità

Per quel che riguarda gli impatti ambientali, i pannelli in CIGS fanno registrare un punteggio di 2,71, quelli organici a colorante di 3,39.

Per il requisito "Limitazione dei cambiamenti climatici" (esigenza **Mitigazione**), il fotovoltaico organico ottiene valutazioni decisamente migliori rispetto al film sottile, con un punteggio finale di 3,48 contro 2,73. Solo per quanto riguarda l'ultimo parametro, quello della deforestazione, l'organico subisce una lieve flessione semplicemente perché la tecnologia CIGS non utilizza materiali di origine vegetale, mentre quella DSSC si basa sull'utilizzo del pigmento fotoattivo estratto dai frutti di bosco, e la valutazione è stata effettuata considerando che attualmente le quantità di frutti di bosco utilizzate non provengono da foreste a gestione controllata.

A.1.1.1 Limitazione dei cambiamenti climatici	2,73
A.1.1.1.1 Effetto Serra	3,11
A.1.1.1.2 Acidificazione	3,37
A.1.1.1.3 Eutrofizzazione	3,06
A.1.1.1.4 Smog fotochimico	3,03
A.1.1.1.5 Riduzione dello strato d'Ozono	3,46
A.1.1.1.6 Deforestazione	X

Figura 61 - Valutazione del requisito "Limitazione dei cambiamenti climatici" per il caso studio A (CIGS)

A.1.1.1 Limitazione dei cambiamenti climatici	3,48
A.1.1.1.1 Effetto Serra	3,74
A.1.1.1.2 Acidificazione	3,80
A.1.1.1.3 Eutrofizzazione	3,34
A.1.1.1.4 Smog fotochimico	3,29
A.1.1.1.5 Riduzione dello strato d'Ozono	3,60
A.1.1.1.6 Deforestazione	3,00

Figura 62 - Valutazione del requisito "Limitazione dei cambiamenti climatici" per il caso studio B (DSSC)

Anche per il requisito “Controllo dei rifiuti prodotti” (esigenza **Protezione dell’ecosistema**) lo scarto è a favore del fotovoltaico organico, per due motivi fondamentali:

1. la totale assenza, nella produzione di pannelli DSSC, di rifiuti liquidi speciali, tallone d’achille della produzione dei pannelli in CIGS, per l’utilizzo di metalli non facilmente smaltibili e potenzialmente tossici come l’indio e il gallio;
2. un ciclo di riuso meno complesso e articolato.

A.1.2 Protezione dell’ecosistema	3,15
A.1.2.1 Controllo dei rifiuti prodotti	3,15
A.1.2.1.1 Rifiuti solidi	4,00
A.1.2.1.2 Rifiuti liquidi	3,25
A.1.2.1.3 Ciclo di riuso	2,33

Figura 63 - Valutazione del requisito "Controllo dei rifiuti prodotti" per il caso A (CIGS)

A.1.2 Protezione dell’ecosistema	3,81
A.1.2.1 Controllo dei rifiuti prodotti	3,81
A.1.2.1.1 Rifiuti solidi	4,33
A.1.2.1.2 Rifiuti liquidi	4,50
A.1.2.1.3 Ciclo di riuso	2,67

Figura 64 - Valutazione del requisito "Controllo dei rifiuti prodotti" per il caso B (DSSC)

Anche per i due requisiti appartenenti all’esigenza Risparmio di risorse (vale a dire “Controllo delle risorse materiali utilizzate” e “Controllo delle risorse energetiche utilizzate”) il vantaggio è marcato, confermando come la tecnologia fotovoltaica a celle solari organiche sia, ad oggi, quella che propone l’utilizzo di materiali di alta reperibilità, biodegradabilità, facile dismissione e riutilizzo, caratterizzati da un basso livello di energia incorporata (l’unica eccezione, come è possibile vedere dalla tabella dei risultati finali, è costituita dall’alluminio usato per la cornice del pannello, presente peraltro in tutti i pannelli fotovoltaici a meno che non siano utilizzati come serramento) e, allo stesso tempo è connotata dal processo di produzione meno energivoro tra tutte le tecnologie fotovoltaiche attuali.

A.1.3 Risparmio di risorse	2,24
A.1.3.1 Controllo delle risorse materiali	1,99
A.1.3.1.1 Vetro Temprato	2,43
A.1.3.1.2 Vetro Float	2,43
A.1.3.1.3 Alluminio	1,86
A.1.3.1.4 Molibdeno	1,71
A.1.3.1.5 Cigs	1,43
A.1.3.1.6 Ossido di zinco	1,86
A.1.3.1.7 EVA	2,14
A.1.3.2 Controllo delle risorse energetiche	2,45
A.1.3.2.1 Energia incorporata delle materie prime	3,00
A.1.3.2.2 Energia consumata per il prodotto	2,00
A.1.3.2.3 Tipo di energia consumata	2,50

Figura 65 - Valutazione dell'esigenza "Risparmio di risorse" per il caso studio A (CIGS)

A.1.3 Risparmio di risorse	2,84
A.1.3.1 Controllo delle risorse materiali	2,76
A.1.3.1.1 Vetro Temprato	2,43
A.1.3.1.2 Vetro Float	2,43
A.1.3.1.3 Alluminio	1,86
A.1.3.1.4 Pigmento N719	4,00
A.1.3.1.5 Iodolyte TG50	2,43
A.1.3.1.6 Biossido di titanio	3,00
A.1.3.1.7 Amosil 4	2,86
A.1.3.2 Controllo delle risorse energetiche	2,91
A.1.3.2.1 Energia incorporata delle materie prime	3,71
A.1.3.2.2 Energia consumata per il prodotto	3,00
A.1.3.2.3 Tipo di energia consumata	2,00

Figura 66 - Valutazione dell'esigenza "Risparmio di risorse" per il caso studio B (DSSC)

Biocompatibilità

Per quanto riguarda, poi, gli impatti sulla salute umana in termini di emissioni nocive e inquinamento acustico generati durante tutto il ciclo di vita, nonché in termini di prestazioni garantite nella stabilità nei confronti di agenti atmosferici e di agenti ignei, i pannelli DSSC ottengono una valutazione pari a 3,55 contro il 3,30 dei pannelli in diseleniuro di rame, gallio e indio.

La differenza principale qui è segnata dal parametro “VOC ed altre emissioni nocive” (esigenza **Salubrità**, requisito “Assenza di emissioni nocive”), dove grazie all’utilizzo di materiali estremamente biocompatibili, come ad esempio il pigmento organico e il biossido di titanio, il fotovoltaico organico raggiunge un punteggio davvero considerevole (4,24), mentre il film sottile considerato, pur avendo un punteggio di tutto rispetto (3,81) che lo pone comunque in posizione di netto miglioramento nei confronti delle tradizionali tecniche silicee, paga lo scotto di materiali, in primis indio e gallio ma anche il molibdeno e l’ossido di zinco, che sia per le alte temperature di produzione sia per le emissioni in fase di lavorazione ed uso, possono presentare problemi di scarsa biocompatibilità e di non facile gestione. Nessuna delle due tecnologie pone problemi in relazione alle “Fibre minerali”, essendone totalmente prive, mentre hanno lo stesso comportamento per ciò che riguarda l’”Elettromagnetismo” (punteggio 2,75), dovuto in verità, oltre che al pannello, anche all’inverter.

B.1.1.1 Assenza di emissioni nocive	3,54
B.1.1.1.1 VOC e altre emissioni nocive	3,76
B.1.1.1.2 Fibre minerali	5,00
B.1.1.1.3 Elettromagnetismo	3,00

Figura 67 - Valutazione del requisito "Assenza di emissioni nocive" per il caso studio A (CIGS)

B.1.1.1 Assenza di emissioni nocive	3,98
B.1.1.1.1 VOC	4,24
B.1.1.1.2 Fibre minerali	5,00
B.1.1.1.3 Elettromagnetismo	3,50

Figura 68 - Valutazione del requisito "Assenza di emissioni nocive" per il caso studio B (DSSC)

Come già detto in precedenza, la classe di esigenza del **Benessere**, pur essendo stata ampiamente strutturata e definita in esigenze, requisiti, parametri ed indicatori, nella presente valutazione non viene presa in considerazione (dal momento che i pannelli non hanno funzione di serramento o copertura vetrata) e dunque il suo peso viene azzerato e ripartito tra le altre due classi (Salute e Sicurezza).

La differenza nella classe della **Sicurezza** la fa sostanzialmente il parametro “Resistenza all’irraggiamento” (esigenza Sicurezza strutturale, requisito “Stabilità agli agenti atmosferici”) dal momento che, come si vedrà anche più avanti, i pannelli DSSC sono caratterizzati, unici tra le altre tipologie di pannelli, da un considerevole aumento delle prestazioni in corrispondenza di temperature elevate.

Gli altri parametri registrano punteggi praticamente identici per le due tecnologie. In particolare, “Resistenza al vento” e “Resistenza alla neve” (requisito “Stabilità agli agenti atmosferici”, esigenza Sicurezza strutturale) ottengono lo stesso punteggio, dal momento che, per questi parametri, la valutazione è effettuata su indicatori che si riferiscono principalmente a dati ambientali, climatici e sulla tipologia di struttura di sostegno utilizzata (e dunque uguali per i due casi studio). Invece per i parametri “Resistenza ai fluidi” (requisito “Stabilità agli agenti atmosferici”, esigenza Sicurezza strutturale), “Resistenza al fuoco” e “Reazione al fuoco” (requisito “Stabilità agli agenti ignei”, esigenza Sicurezza in caso d’incendio”) i dati forniti dalle due aziende produttrici sono gli stessi e in generale tutti i pannelli fotovoltaici hanno prestazioni simili.

B.3.1.1 Stabilità agli agenti atmosferici	2,95
B.3.1.1.1 Resistenza al vento	1,50
B.3.1.1.2 Resistenza alla neve	4,00
B.3.1.1.3 Resistenza all'irraggiamento	3,00
B.3.1.1.4 Resistenza ai fluidi	4,00

Figura 69- Valutazione del requisito "Stabilità agli agenti atmosferici" per il caso studio A (CIGS)

B.3.1.1 Stabilità agli agenti atmosferici	3,25
B.3.1.1.1 Resistenza al vento	1,50
B.3.1.1.2 Resistenza alla neve	4,00
B.3.1.1.3 Resistenza all'irraggiamento	4,00
B.3.1.1.4 Resistenza ai fluidi	4,00

Figura 70 - Valutazione del requisito "Stabilità agli agenti atmosferici" per il caso studio B (DSSC)

Convenienza

Per quanto riguarda gli aspetti legati a valutazioni economiche e prestazioni tecniche delle due tecnologie fotovoltaiche prese in considerazione, qui si registra, come accennato in precedenza, la sorpresa più grande. Lì dove infatti ci si sarebbe aspettati che la tecnologia a film sottile presentasse valori più alti dell’organico, è ancora quest’ultimo a far registrare un, seppur lieve, valore maggiore (rispettivamente 2,66 contro 2,91).

Escludendo tutte le valutazioni non dipendenti dai pannelli, ma legate essenzialmente a fattori comuni dei due esempi (come il clima, la tipologia della struttura di sostegno, e i componenti del BOS➔), ed in particolare la classe di esigenza **Fruibilità** e l’esigenza **Semplicità di gestione** (classe di esigenza Gestione), i motivi di tale risultato sono i seguenti:

- una migliore attitudine all’integrazione della tecnologia fotovoltaica sia con l’elemento tecnico (**Aspetto**) sia con il resto dell’organismo edilizio (**Integrazione morfologica**), dovuta essenzialmente alla peculiare possibilità di diverse colorazioni offerta dalle celle DSSC, a seconda delle variazioni di pigmento fotoattivo utilizzato, che consente loro di ottenere nella classe di esigenza Aspetto un 2,4 a fronte del 2 ottenuto dalla tecnologia CIGS, e nella

classe Integrazione un 2 a fronte dell'1,68 delle celle CIGS³⁶. Ad onor del vero sono attualmente in corso diversi studi sulla possibilità di aggiungere coloranti all'inchiostro nanoparticellare utilizzate nelle tecniche roll-to-roll per la produzione di pannelli in CIGS. E' dunque questo un aspetto di tale tecnologia che potrebbe subire un miglioramento, salvo valutare poi ovviamente gli effetti ambientali (sia in termini di input che di output) e sulla salute umana dei coloranti, effetti dipendenti chiaramente dalla loro natura fisico-chimica.

C.1.1.1 Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	2,40
C.1.1.1.1 Colore	2,50
C.1.1.1.2 Geometria	2,25
C.1.1.1.3 Consistenza materica	2,50

Figura 71 - Valutazione del requisito "Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico" per il caso studio A (CIGS)

C.1.1.1 Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico	2,00
C.1.1.1.1 Colore	1,00
C.1.1.1.2 Geometria	2,00
C.1.1.1.3 Consistenza materica	3,00

Figura 72 - Valutazione del requisito "Controllo dell'inserimento nell'elemento tecnico" per il caso studio B (DSSC)

- quelli che sono, a tutt'oggi, i punti deboli della tecnologia DSSC, in particolare basse efficienze, vita utile più breve, maggiori quantità di spazio necessarie per la produzione della stessa quantità di kW, sono controbilanciati da altre caratteristiche molto importanti. Infatti le celle DSSC presentano una maggiore stabilità, vale a dire che la riduzione delle prestazioni nel tempo avviene con maggior ritardo, sia nel breve che nel lungo periodo; non hanno bisogno della radiazione diretta per funzionare, dunque anche nelle giornate nuvolose o in presenza di ombreggiamenti fissi o temporanei producono energia elettrica; ed infine l'aumento della radiazione solare, al contrario delle altre tecnologie fotovoltaiche, influisce in modo positivo sulle prestazioni. Tutto ciò permette di minimizzare le perdite dell'impianto dovute ai fattori appena descritti ed aumentare la producibilità sia nel breve che nel lungo periodo. Nell'arco della giornata, infatti, le celle organiche si attivano prima e degradano dopo rispetto a qualsiasi altro tipo di cella, così come nell'arco della sua vita utile le prestazioni hanno un calo percentuale più basso che si verifica più tardi. Tutti questi fattori concorrono a far sì che la valutazione delle due tecnologie per ciò che riguarda il requisito "Affidabilità e Resistenza" (classe di esigenza **Gestione**) registri uno scarto assolutamente irrilevante (3,78 contro 3,85)

³⁶ I punteggi estremamente bassi nelle due classi di esigenza riguardanti l'integrazione sono dovuti essenzialmente al fatto che nei due esempi che costituiscono il caso studio è stata considerata una tipologia di installazione (sovrapposizione su copertura piana) che prevede livelli di integrazione molto bassi.

C.3.1.1 Affidabilità ed Efficienza	3,85
C.3.1.1.1 Dati climatici del sito	4,00
C.3.1.1.2 Dati dell'installazione	5,00
C.3.1.1.3 Perdite dell'impianto	3,33
C.3.1.1.4 Caratteristiche tecniche del pannello	3,22
C.3.1.1.5 Caratteristiche tecniche dell'inverter	3,00
C.3.1.1.6 Caratteristiche tecniche della batteria	5,00

Figura 73 - Valutazione del requisito "Affidabilità ed efficienza" per il caso studio A (CIGS)

C.3.1.1 Affidabilità ed Efficienza	3,78
C.3.1.1.1 Dati climatici del sito	4,00
C.3.1.1.2 Dati dell'installazione	5,00
C.3.1.1.3 Perdite dell'impianto	3,67
C.3.1.1.4 Caratteristiche tecniche del pannello	2,89
C.3.1.1.5 Caratteristiche tecniche dell'inverter	3,00
C.3.1.1.6 Caratteristiche tecniche della batteria	5,00

Figura 74 - Valutazione del requisito "Affidabilità ed efficienza" per il caso studio B (DSSC)

- il vero punto di forza delle celle DSSC, comunque, risiede nella loro valutazione economica. Un costo attuale che si aggira attorno ai 2,5 euro/W (ma che sembra inevitabilmente destinato a diminuire in maniera sensibile con l'aumento della domanda e la formazione di un mercato stabile), un pay back time di appena 0,8 anni (dati riferiti al contesto climatico dell'Europa del Sud) e la possibilità di sfruttare appieno gli incentivi statali, grazie al loro elevato livello di integrazione morfologica, consentono al fotovoltaico organico di ottenere un 3,30 a fronte del 2,87 della tecnologia a film sottile al diseleniuro di rame, indio e gallio.

C.5.1.1 Controllo delle spese e dei ricavi	2,87
C.5.1.1.1 Costi di realizzazione	3,17
C.5.1.1.2 Costi di gestione e manutenzione	2,50
C.5.1.1.3 Ammortamenti	2,75

Figura 75 - Valutazione del requisito "Controllo delle spese e dei ricavi" per il caso studio A (CIGS)

C.5.1.1 Controllo delle spese e dei ricavi	3,30
C.5.1.1.1 Costi di realizzazione	3,50
C.5.1.1.2 Costi di gestione e manutenzione	2,50
C.5.1.1.3 Ammortamenti	3,50

Figura 76 - Valutazione del requisito "Controllo delle spese e dei ricavi" per il caso studio B (DSSC)

Considerazioni finali

In conclusione si può affermare che il fotovoltaico organico si presenta oggi come la tecnologia solare sicuramente più promettente, capace di minimizzare gli impatti sull'ambiente e sulla salute umana, senza per questo compromettere le prestazioni tecniche del sistema e abbattendo in maniera drastica i costi di realizzazione. Considerando che si tratta di una tecnologia ancora giovane, anzi addirittura neonata, e che dunque presenta enormi margini di miglioramento, mi sembra di poter affermare, con una certa sicurezza, che rappresenti la tecnologia solare dell'immediato futuro, capace di risolvere, una volta per tutte, i problemi ambientali legati all'utilizzo di semiconduttori in silicio (è il caso dei pannelli monocristallini, policristallini e a film sottile in silicio amorfo) o costituiti da metalli rari e/o pesanti (è il caso invece dei film sottili CdTe e CIGS).

Prospettive future di ricerca

Alcuni aspetti del metodo di valutazione qui presentato si pongono, su tutti, come fattori di novità nel panorama attuale degli strumenti di verifica.

In primo luogo il tentativo di “sintetizzare” in un unico strumento tutti i fattori che possono determinare il successo globale di un prodotto fotovoltaico rispetto ad un altro. L’idea che ha costantemente ispirato l’elaborazione del metodo è stata sempre quella di cercare di affrontare la tematica della sostenibilità della tecnologia fotovoltaica (ma lo stesso ragionamento vale per qualsiasi altro prodotto edilizio destinato al settore delle costruzioni), eviscerando tutti gli aspetti che influiscono, in maniera più o meno evidente, sulle tre categorie di impatto che definiscono lo sviluppo sostenibile.

Non solo dunque rispetto per l’ambiente e per la salute umana, ma anche una giusta attenzione alla sfera economica che alle altre due rimane intimamente connessa.

Come visto nel capitolo 2, la valutazione economica è praticamente assente dalle principali metodologie che valutano la sostenibilità dei prodotti industriali, le uniche eccezioni sono infatti costituite dal Bees 4.0, inutilizzabile peraltro in un contesto geografico diverso da quello statunitense, e dalla LCC (Life Cycle Cost), che appare però, come del resto la sorella gemella LCA, assolutamente inaccessibile per la sua complessità strutturale ad un progettista che voglia effettuare una semplice scelta di carattere progettuale.

Altra novità è quella di aver dedicato un’intera sezione del metodo all’approfondimento di quei fattori (di tipo formale, geometrico e cromatico) che determinano un equilibrato inserimento dei pannelli nell’architettura e una loro corretta integrazione con il resto dell’organismo edilizio. Gli indicatori che rappresentano il fulcro centrale di questo aspetto specifico della valutazione sono stati elaborati a seguito di una lunga ed attenta fase di selezione e vaglio di numerosissimi casi studio inerenti l’integrazione fotovoltaica.

Ancora, si è cercato il più delle volte di considerare gli impatti non solo dei pannelli, punto cardine della tecnologia fotovoltaica, ma anche degli altri dispositivi (inverter, batteria, struttura di sostegno, etc.) che concorrono a comporre l’intero impianto fotovoltaico, ad assicurarne il corretto funzionamento e a caratterizzarne il livello più o meno elevato delle prestazioni. Così, ad esempio, per le questioni relative alla gestione ed alla manutenzione una parte importante è stata riservata alla tipologia della struttura che sostiene i pannelli, per il controllo del rumore prodotto e delle emissioni elettromagnetiche sono state tenute in conto le prestazioni offerte

dall'inverter, così come nella valutazione dell'affidabilità ed efficienza dell'impianto i risultati sono derivati sia dal comportamento dei pannelli che da quelli dell'inverter e dell'eventuale batteria presente (nel caso di impianto stand alone, ossia senza allaccio alla rete pubblica).

L'unica eccezione è costituita dalla valutazione dell'ecosostenibilità, dove gli impatti ambientali generati dalla componentistica (materie prime utilizzate, emissioni nocive e consumi energetici in fase di preproduzione e produzione, etc.) non sono stati considerati. E' questo sicuramente un aspetto che meriterebbe di essere approfondito in un'ulteriore attività di ricerca che consenta di portare alla definizione di nuovi parametri ed indicatori ad hoc.

In questo senso, l'applicazione del metodo di valutazione al caso studio ha permesso di testarlo in maniera fattiva e individuarne, così, possibili criticità ed eventuali correttivi o integrazioni da apportare per migliorarlo.

In particolare sarebbe opportuno, oltre che interessante, testare la validità del metodo, applicandolo su casi studio in cui sia previsto l'utilizzo di pannelli fotovoltaici integrati come serramento o copertura vetrata, in modo da poter verificare la bontà della parte relativa al Benessere, sviluppata in maniera completa nella presente ricerca ma non applicata per le contingenze del caso studio scelto.

Di sicuro interesse, sarebbe, inoltre la valutazione di un pannello fotovoltaico "tradizionale", vale a dire con tecnologia al silicio, per avere il metro effettivo dello scarto generazionale, in termini di sostenibilità, che si è avuto negli ultimi anni in cui la ricerca fotovoltaica ha compiuto enormi passi verso la direzione del rispetto ambientale e di un equilibrato inserimento all'interno dell'organismo architettonico.

Un altro aspetto da non trascurare è quello dell'informatizzazione della valutazione che, in un'ottica di spendibilità della ricerca sul mercato, appare una scelta necessaria ed obbligata. Per la valutazione dei casi studi presentati nel capitolo 5, è stato elaborato un foglio di calcolo con il software Microsoft Excel che ha consentito l'automazione di tutte quelle formule (medie e pesatura) che sono alla base dei sistemi a punteggio.

Ciò non toglie che, per rendere il calcolo della valutazione più veloce ed automatico, si potrebbe pensare di implementare la struttura a cascata del metodo (categorie, classi, esigenze, requisiti, parametri ed indicatori) all'interno di un software informatico, supportato da un database contenente tutte le informazioni necessarie alla compilazione dei vari campi relativi alle diverse tecnologie fotovoltaiche, ai principali modelli di pannelli fotovoltaici, inverter e sistemi di accumulo presenti sul mercato italiano, nonché i dati climatici ed ambientali delle principali città del

nostro Paese, in modo da ridurre al minimo il numero di informazioni da inserire manualmente.

L'informatizzazione consentirebbe, dunque, di raggiungere un maggiore livello di chiarezza e semplicità d'utilizzo, verso il quale tutte le fasi di elaborazione del metodo, dalla genesi allo sviluppo via via sempre più dettagliato dei vari step gerarchici, ha mirato, favorendo così un approccio *user-friendly*.

Glossario

A

Albedo

Rifrazione della luce solare prodotta dall'ambiente circostante.

Angolo di azimuth

Corrisponde alla deviazione orizzontale (est o ovest) della posizione del sole relativa ai sud. Vale 0° quando la superficie del piano è rivolta a sud, -90° se rivolta ad est, 90° se rivolta ad ovest.

Angolo di declinazione

Posizione angolare del sole rispetto all'equatore.

Angolo di elevazione

Distanza angolare del sole rispetto al piano dell'orizzonte.

Angolo di incidenza

Angolo compreso fra la perpendicolare di un piano inclinato e un raggio luminoso che lo colpisce.

Angolo di inclinazione

Angolo formato dalla superficie di un pannello con il piano orizzontale (0° ; quando la superficie è orizzontale, 90° ; quando è perpendicolare al suolo).

Anodo

In un accumulatore elettrochimico corrisponde all'elettrodo positivo.

Arseniuro di gallio (GaAs)

Composto chimico dotato di caratteristiche elettriche tipiche dei semiconduttori. Viene utilizzato per produrre celle ad altissimo rendimento, anche se generalmente limitate all'uso spaziale a causa dei notevoli costi di produzione.

Autoscarica

In un accumulatore elettrochimico corrisponde alla perdita di energia dovuta al trascorrere del tempo. Può dipendere da reazioni dirette fra materiale attivo ed elettrolita causate da dispersioni interne al dispositivo.

Azimuth

Distanza angolare misurata in gradi in senso orario attorno all'orizzonte dell'osservatore a partire da Sud; pertanto un Azimuth di 0° indica il Sud; un Azimuth di 90° indica l'Ovest e un Azimuth di -90° indica l'Est.

B

BIPV (Building-Integrated PhotoVoltaics - Fotovoltaici integrati nell'edilizia)

Tutte le applicazioni del fotovoltaico progettate per essere integrate nelle costruzioni architettoniche (pannellature per facciate, balaustre, vetrate, coperture ecc.).

BoS (Balance of System)

Per BoS si intende l'insieme dei dispositivi e dei componenti elettrici necessari per trasferire l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici fino alla rete elettrica (cavi, quadri, inverter, batteria, etc.). Molto spesso per BoS si intende direttamente l'efficienza globale di tali dispositivi, che viene espressa in valori percentuali.

Buco dell'ozono

E' il fenomeno di riduzione, in una zona sovrastante l'Antartide, dello strato di ozono presente in stratosfera (strato alto dell'atmosfera): la funzione dell'ozono stratosferico è di assorbire le radiazioni ultraviolette, impedendo che raggiungano il suolo.

Bulk

Lingotto di silicio all'uscita dal crogiolo di fusione.

Busbar

Conduttore principale di connessione, costituito generalmente di argento e applicato sulla superficie esposta della cella fotovoltaica.

C

Campo elettromagnetico

Regione dello spazio caratterizzata dalla interazione reciproca dei campi elettrici e magnetici. Un campo elettrico può essere generato, oltre che da una distribuzione di carica elettrica, anche da un campo magnetico variabile nel tempo; analogamente, un campo magnetico può essere generato, oltre che da una distribuzione di corrente elettrica, anche da un campo elettrico variabile nel tempo. In altre parole, quando si è in regime variabile nel tempo, campo elettrico e campo magnetico divengono uno la sorgente dell'altro.

Campo ad inclinazione fissa

Campo fotovoltaico costituito da moduli disposti su strutture fisse di sostegno (quindi ad inclinazione fissa).

Campo ad inseguimento

Campo fotovoltaico costituito da moduli disposti su strutture di sostegno mobili che seguono automaticamente il movimento del sole. Il movimento d'inseguimento può avvenire su un solo asse (normalmente Est/Ovest), oppure su entrambi (Est/ovest e Nord/Sud)

Campo fotovoltaico

Insieme di moduli fotovoltaici, connessi elettricamente tra loro e installati meccanicamente nella loro sede di funzionamento.

Capacità della batteria

Quantità di energia elettrica accumulata da una batteria di accumulatori ed erogabile prima che la stessa scenda ai morsetti sotto un valore prefissato. Si misura in Amperora (Ah).

Caratteristiche elettriche del fotovoltaico

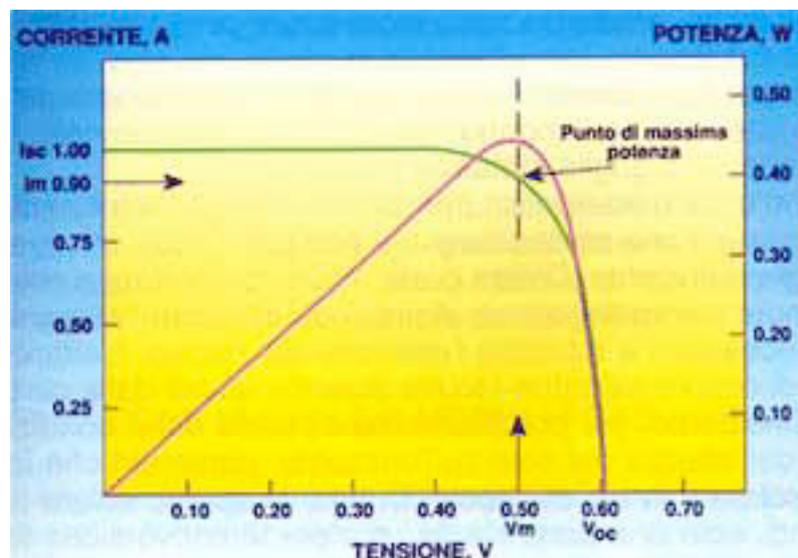
La cella fotovoltaica è sostanzialmente un diodo di grande superficie. Esponendola alla radiazione solare, la cella si comporta come un generatore di corrente, il cui funzionamento può essere descritto per mezzo della caratteristica tensione-corrente. In generale la caratteristica di una cella fotovoltaica è funzione di tre variabili fondamentali: intensità della radiazione solare, temperatura e area della cella.

-l'intensità della radiazione solare non ha un effetto significativo sul valore della tensione a vuoto; viceversa l'intensità della corrente di corto circuito varia in modo proporzionale al variare dell'intensità dell'irraggiamento, crescendo al crescere di questa.

- la temperatura non ha un effetto significativo sul valore della corrente di corto circuito; al contrario, esiste una relazione di proporzionalità tra questa e la tensione a vuoto, diminuendo la tensione al crescere della temperatura.

- l'area della cella non ha alcun effetto sul valore della tensione; viceversa esiste una diretta proporzionalità tra questa e la corrente disponibile.

In condizioni di corto circuito la corrente generata è massima ($I_{sc} \rightarrow$), mentre in condizioni di circuito aperto è massima la tensione ($V_{oc} \rightarrow$). In condizioni di circuito aperto e di corto circuito la potenza estraibile sarà nulla, poichè nella relazione $P = V \times I$ sarà nulla la corrente nel primo caso e la tensione nel secondo.



Negli altri punti della caratteristica all'aumentare della tensione aumenta la potenza, raggiungendo quindi un massimo e diminuendo repentinamente in prossimità della V_{oc} .

Carico elettrico

Quantità di potenza elettrica istantanea erogata, consumata o assorbita da un qualsiasi utilizzatore elettrico. Si misura in Watt (W).

Catodo

In un accumulatore elettrochimico corrisponde all'elettrodo negativo.

CdTe

Vedi Telloruro di cadmio \rightarrow .

Cella a multigiunzione verticale

Cella composta, costituita da differenti materiali semiconduttori disposti a strati, uno sull'altro, e che permettono alle differenti porzioni di spettro solare di essere convertite in elettricità a differenti profondità, aumentando con ciò l'efficienza totale di conversione della luce incidente. Viene definita anche con "Split spectrum cell" o VMJ (Vertical Multijunction Cell).

Cella fotovoltaica

Elemento base del generatore fotovoltaico, costituito da materiale semiconduttore opportunamente trattato mediante "drogaggio", che converte la radiazione solare in elettricità.

Ciclo di vita o durata di una batteria

Valore convenzionale che indica il numero di cicli di carica e scarica che la batteria può effettuare prima di cessare di funzionare. Di solito esso è accompagnato da limitazioni sulle modalità dei cicli di carica e scarica.

CISG

Vedi Diseleniuro di rame e indio →.

CO₂ equivalenti

Dal momento che all'effetto serra contribuisce non solo la CO₂ ma tutti i cosiddetti gas serra, per ottenere un indicatore unico si procede ad una equiparazione degli effetti di tutti i gas serra a quelli della CO₂. In questo modo per emissioni di CO₂ equivalente si intendono le emissioni di tutti i gas serra equiparate, negli effetti di riscaldamento della Terra, alla CO₂ secondo tabelle di conversione definite.

Il potenziale riscaldamento globale di una sostanza viene definito come il rapporto tra il rilascio di un gas che contribuisce all'effetto serra e quello di un'uguale emissione di CO₂. In questo modo è possibile convertire l'ammontare delle emissioni liberate in emissioni equivalenti di CO₂, espresse in kg:

$$\text{Effetto serra (kg)} = \sum \text{GWP}_{\text{equivalente}} \times \text{emissioni in aria (kg)}$$

SOSTANZA	DEFINIZIONE	GWP _{equivalente}
CO ₂	Biossido di Carbonio	1
CO	Monossido di Carbonio	2
CFCL ₃	Triclorofluorometano	4,5
CH ₄	Metano	21
N ₂ O	Ossido di Azoto	310

Collegamento

Insieme di elementi della Rete costituito dalla linea di trasmissione e dagli stadi agli estremi della stessa, inclusi i relativi organi di sezionamento circuitale. La classificazione dei collegamenti per livelli di tensione viene effettuata facendo riferimento alla tensione nominale. La lunghezza del collegamento è, di norma, la lunghezza della linea che costituisce il collegamento stesso.

Collegamento in parallelo

Collegamento di utilizzatori elettrici, tale per cui ai loro capi viene applicata la stessa differenza di potenziale.

Collegamento in serie

Collegamento di utilizzatori elettrici attraversati dalla stessa corrente.

Contatti elettrici

Elementi conduttori che stabiliscono o interrompono la continuità di un circuito elettrico. Nella cella fotovoltaica i contatti sono realizzati in materiale altamente conduttivo (per esempio in argento) e con una configurazione a griglia formata da fingers→ e busbars→, in modo da oscurare il meno possibile la cella stessa.

Conto energia

Il nuovo sistema di incentivi per la diffusione degli impianti fotovoltaici (Dm 28 luglio 2005 e Dm 6 febbraio 2006). Anziché un contributo iniziale, viene pagato per 20 anni un contributo all'energia pulita prodotta.

Conversione fotovoltaica

Fenomeno secondo il quale la luce incidente su un dispositivo elettronico a stato solido (cella fotovoltaica) genera energia elettrica.

Convertitore a commutazione forzata

Particolare tipo di convertitore in cui la tensione d'uscita viene generata da un circuito elettronico oscillatore che consente all'inverter di funzionare come generatore in una rete isolata.

Convertitore a commutazione naturale

Particolare tipo di convertitore in cui la frequenza della tensione d'uscita viene imposta dalla rete elettrica a cui è collegato.

Convertitore CA/CC, (raddrizzatore)

Dispositivo che converte la corrente alternata in corrente continua.

Convertitore CC/CA, (inverter)

Dispositivo che converte la corrente continua in corrente alternata.

Corrente di corto circuito (Isc)

È la corrente prodotta da un dispositivo fotovoltaico quando i suoi morsetti vengono cortocircuitati.

D

Decreto Bersani

È il decreto, n. 79 del 16 marzo 1999, che ha recepito la direttiva comunitaria n. 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e la liberalizzazione del mercato dell'elettricità.

Diffusione

Processo mediante il quale la cella di silicio viene sottoposta al drogaggio con ioni di fosforo per permettere di costituire sulla sua superficie uno strato superficiale di tipo - n, necessario per ottenere la giunzione p-n, nucleo fondamentale del funzionamento della cella fotovoltaica. Il processo di diffusione avviene in forni speciali, a temperature non inferiori agli 870°C e per tempi di circa 15- 20 minuti.

Diodo

Elemento elettronico, fornito di anodo e catodo, che permette alla corrente elettrica di fluire in una sola direzione.

Diseleniuro di indio e rame (CuInSe₂)

Semiconduttore policristallino, composto utilizzato per la costruzione di celle fotovoltaiche. Viene normalmente indicato con la sigla convenzionale CIS.

Dismissione

Quinta ed ultima fase del ciclo di vita di un prodotto. Dopo aver svolto, per il tempo richiesto, la funzione per cui è stato progettato, i componenti possono essere smaltiti secondo una delle seguenti modalità

Incenerimento: degradazione termica del materiale con recupero energetico e riduzione della massa del rifiuto destinato alla discarica.

Riciclaggio di materiali e componenti: trasformazione di materiali e componenti dalla loro funzione originale ad una nuova.

Discarica: messa a dimora definitiva per interrimento. Per i composti organici è possibile ottenere biogas utilizzabili per la produzione di energia.

Compostaggio: degradazione dei rifiuti umidi ad elevato contenuto organico, porta alla produzione di materiale organico stabilizzato per l'utilizzo in agricoltura o floricoltura.

Riuso di materiali: riutilizzo di materiali per la stessa funzione per la quale sono stati prodotti.

Recupero di componenti: riutilizzo di parti del prodotto al fine di ottenere un prodotto uguale o comunque paragonabile a quello di partenza.

Distribuzione

Terza fase del ciclo di vita. Si compone di tre momenti principali:

- imballaggio;
- trasporto;
- immagazzinamento

Drogaggio

Introduzione in quantità molto piccole (dell'ordine di 1 su 1.000.000) di impurità (elementi droganti) all'interno del materiale semiconduttore, al fine di "disturbare" la perfezione cristallina dello stesso e dare origine a un sensibile aumento delle capacità elettriche intrinseche.

E

Effetto serra

Una parte della radiazione solare viene assorbita dalla superficie terrestre, la quale si riscalda e restituisce a sua volta parte del calore sotto forma di radiazioni infrarosse;

alcuni gas presenti in atmosfera trattengono una parte di queste radiazioni, provocando un aumento di temperatura: l'effetto serra.

Efficienza di un pannello fotovoltaico

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta e l'energia solare raccolta da un dispositivo fotovoltaico.

EFG ® (Processo) (Ingl. *Edge-defined Film-fed Growth* - Crescita di film [di silicio] a bordo predefinito).

Processo di produzione di celle in silicio policristallino partendo dal materiale in fusione e facendolo solidificare in forma di prisma ottagonale vuoto al suo interno. Le facce dell'ottagono, di spessore già coincidente con quello delle celle finite, vengono in seguito tagliate mediante laser in wafer di circa 10cm di lato evitando qualsiasi spreco di materiale.

Elettrosmog

E' l'alterazione dello stato naturale dell'ambiente causata dall'introduzione di campi elettromagnetici prodotti dall'uomo.

Elettrolita

Ambiente che permette il meccanismo di trasferimento degli ioni tra gli elettrodi negativo e positivo di una batteria.

Energia

In generale, si misura in J (Joule); quella elettrica che qui interessa si misura in Wh (Wattora) ed equivale all'energia resa disponibile da un dispositivo che eroga un Watt di potenza per un'ora: $1 \text{ Wh} = 3.600 \text{ J}$; $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$; $1 \text{ Wh} = 860 \text{ cal}$.

Energia incorporata

L'energia incorporata è misurata come la quantità di energia non rinnovabile per unità di materiale edile, componente o sistema, essa può essere espressa in Mega Joule per Kg o Kwatt/ora per kg.

EVA (Etilene-vinil-acetato)

Materiale plastico utilizzato per la costruzione dei pannelli, che costituisce l'involucro entro cui vengono collocate le celle fotovoltaiche, collegate fra loro in serie. L'EVA viene fuso a una temperatura di 150°C per mezzo di forni ad aria.

F

Fill Factor (Fattore di riempimento)

In un dispositivo fotovoltaico corrisponde al rapporto fra la potenza massima e il prodotto ottenuto moltiplicando la tensione a circuito aperto per la corrente di corto circuito.

Finger

Connessione secondaria generalmente in argento collegata ai busbar, e applicata sul lato esposto della cella fotovoltaica.

G

Gettering

Processo di "pulitura" della cella dai residui (ferro, cromo ecc.) risultanti dai processi di accrescimento del silicio e del taglio dei wafer dal lingotto.

Giunzione

E' il confine fra regioni di semiconduttore aventi polarità opposte. Se la giunzione è realizzata fra regioni di uguali semiconduttori essa è detta "omogiunzione"; se invece è realizzata fra regioni di differenti semiconduttori è detta "eterogiunzione".

Grid-connected

Sistema fotovoltaico collegato alla rete di distribuzione dell'energia elettrica.

H

HIT (Ingl. Heterojunction with Intrinsic Thin-layer- Eterogiunzione con strato sottile intrinseco)

Celle fotovoltaiche bifacciali costituite da uno strato ultrasottile di silicio amorfo depositato su un substrato di silicio monocristallino ad alto rendimento.

I

Inseguitore solare

Struttura di sostegno del pannello solare che, mediante un dispositivo elettro-assistito, permette di "inseguire" il tragitto del sole. Lo spostamento può essere effettuato variando l'asse orizzontale, oppure quello orizzontale e verticale contemporaneamente.

Insolazione globale

Irradiazione totale ricevuta da un dispositivo solare tenendo conto del sole, della limpidezza dell'atmosfera e dalle generali situazioni ambientali.

Inverter

Vedi Convertitore CC/CA→

Irraggiamento

Radiazione solare istantanea incidente (quindi una potenza) sulla superficie di un oggetto. Si misura in kW/m^2 . L'irraggiamento rilevabile all'equatore, a mezzogiorno e in condizioni atmosferiche ottimali, è pari a circa 1.000 W/m^2 .

Isc

Vedi Corrente di corto circuito→

L

Laser Grooved Buried Grid

Sistema di creazione della griglia di contatti sulla superficie della cella mediante raggio laser. Il processo avviene tramite la creazione di solchi sulla superficie della cella che vengono in seguito riempiti con materiali ad alta conduttività (argento, palladio ecc.). Metodo assai più costoso del classico sistema serigrafico di metallizzazione, l'LGBG (che viene usato generalmente per applicazioni destinate all'ambito spaziale) permette tuttavia di creare contatti estremamente più sottili e perfetti che non con il metodo tradizionale permettendo una minore perdita di efficienza nella cella fotovoltaica finita.

LCC (Ingl. Life-Cycle Cost - costo per Ciclo di Vita)

Metodo per la determinazione dei costi di installazione e di manutenzione di un sistema di generazione elettrica durante il periodo complessivo della sua vita utile.

M

Metallizzazione

Processo di posa e fissaggio dei contatti elettrici sulla superficie della cella.

Modulo fotovoltaico

Insieme di celle fotovoltaiche collegate tra loro in serie o in parallelo, così da ottenere valori di tensione e corrente adatti ai comuni impieghi, quali la carica di una batteria. Nel modulo, le celle sono protette dagli agenti atmosferici da un vetro sul lato frontale e da materiali isolanti e plastici sul lato posteriore.

P

Pannello fotovoltaico

Insieme di più moduli, collegati in serie o in parallelo, in una struttura rigida.

Pay-back time

E' il tempo che un impianto fotovoltaico impiega a produrre la stessa quantità di energia elettrica utilizzata per la costruzione dello stesso, ossia i vari componenti che lo formano.

Piogge acide

E' il fenomeno causato dalle trasformazioni chimiche subite dagli inquinanti atmosferici una volta disciolti nelle goccioline di pioggia. Le principali sostanze presenti nelle piogge acide sono l'acido solforico e l'acido nitrico.

Plasma-etching

Processo di eliminazione di un sottile strato di superficie (in genere 0,5 μm di silicio) sui bordi della cella già sottoposta a processo di diffusione. Il plasma-etching avviene in speciali forni a radiofrequenza e permette di separare elettricamente le due facce della cella.

Potenza

Energia prodotta nell'unità di tempo. Si misura in $W = J/s$ ($W = \text{Watt}$; $J = \text{Joule}$; $s = \text{secondo}$). Dal punto di vista elettrico il W è la potenza sviluppata in un circuito da una corrente di 1 A (Ampere) che attraversa una differenza di potenziale di 1 V (Volt). La potenza elettrica è quindi data dal prodotto della corrente (I) per la tensione (V).

Multipli del W sono:

chilowatt: $kW = 10^3 W$

megawatt: $MW = 10^6 W$

gigawatt: $GW = 10^9 W$

terawatt: $TW = 10^{12} W$

Potenza di picco (Wp)

Potenza massima prodotta da un dispositivo fotovoltaico in condizioni standard di funzionamento (irraggiamento $1000 W/m^2$ e temperatura $25^\circ C$).

Potenza nominale

Potenza apparente massima a cui una macchina elettrica può funzionare con continuità in condizioni specificate.

Preproduzione

Prima fase del ciclo di vita di un prodotto. Si articola nei seguenti momenti:

- *acquisizione delle risorse* primarie (di origine fossile o naturale) e delle risorse secondarie (direttamente derivate da quelle primarie)
- *trasporto delle risorse* dal luogo di acquisizione al sito di produzione;
- *trasformazione delle risorse* di origine primaria in energia e/o in materie prime di lavorazione pronte per essere immesse nel ciclo di produzione.

Produzione

Seconda fase del ciclo di vita di un prodotto. Sono contemplate le seguenti attività:

- *trasformazione delle materie prime* di lavorazione in prodotti finiti
- *assemblaggio delle componenti*, definite da diversi prodotti finiti, in un prodotto composito
- *processi di finitura* (verniciatura, lucidatura, etc.)

Protocollo di Kyoto

E' un accordo siglato nel 1997, nel corso della terza sessione della Conferenza delle Parti (COP) sul clima, istituita nell'ambito della Convenzione Quadro sul cambiamento climatico delle Nazioni Unite. Il protocollo prevede impegni di riduzione delle emissioni di gas serra differenziati da Paese a Paese.

R

Radiazione diffusa

Parte della radiazione solare ricevuta, dopo la riflessione e la dispersione da parte dell'atmosfera, da un pannello solare (superficie di captazione).

Radiazione diretta

Parte della radiazione solare che colpisce direttamente, con uno specifico angolo d'incidenza, la superficie di un pannello solare (superficie di captazione).

Radiazione globale

E' l'insieme della radiazione diretta, della radiazione diffusa e dell'albedo.

Radiazioni ionizzanti

Radiazioni con frequenza superiore a quella della radiazione ultravioletta. Sono in grado di ionizzare le molecole di cui è costituito il nostro corpo. Possono creare sostanze particolarmente reattive e modificare i legami chimici delle molecole, causando danni anche gravi al sistema biologico.

Radiazione solare (kWh/m²)

Energia elettromagnetica che viene emessa dal sole in seguito ai processi di fusione nucleare che in esso avvengono. La radiazione solare (o energia) al suolo viene misurata in kWh/m².

Ribbon

Bandella di rame stagnato che collega elettricamente le celle fra loro.

S

Semiconduttori

Sostanze solide cristalline come il silicio (Si), dotate di caratteristiche elettriche intermedie tra quelle dei conduttori e degli isolanti.

Silicio (Si)

Elemento chimico semiconduttore, non presente in natura allo stato libero, di colore bruno nerastro usato per costruire celle fotovoltaiche.

Silicio amorfo (Si-a)

Tipo di silicio che non ha struttura cristallina. E' usato per la costruzione di celle fotovoltaiche di spessore anche un centinaio di volte inferiore a quello delle tradizionali celle in silicio cristallino.

Silicio cristallino (Si-c)

Tipo di silicio a struttura cristallina. A seconda della struttura atomica che lo caratterizza, può essere monocristallino o policristallino.

Silicio monocristallino

Silicio costituito da un singolo cristallo.

Silicio policristallino

Silicio costituito da più cristalli.

Sistema fotovoltaico

Sistema costituito da moduli fotovoltaici ed altri componenti progettato per fornire potenza elettrica a partire dalla radiazione solare.

SO₂ equivalenti

La quantificazione dell'effetto ambientale si avvale di fattori di standardizzazione che riconducono tutte le emissioni di sostanze potenzialmente acide (SO₂, NO_x, NH_x) ad emissioni di SO₂ equivalente.

Il potenziale di acidificazione di una sostanza viene definito come il rapporto tra il numero di ioni potenziali H⁺ - equivalenti per unità di massa della sostanza e il numero di ioni potenza H⁺ - equivalenti per unità di massa SO₂. In questo modo è

possibile convertire l'ammontare delle emissioni liberate in emissioni equivalenti di SO₂, espresse in kg.

Stand-alone

Sistema fotovoltaico non collegato alla rete elettrica di distribuzione.

STC (Standard Test Conditions - Condizioni standard di test)

Sono le condizioni ambientali in cui viene eseguita la calibrazione della cella di carico. Il non rispetto di tali condizioni causerebbe alterazioni nelle misure rilevate. Le condizioni sono:

Temperatura: 23 +/- 2 °C (per le proprietà elettriche) - 80° (per la stabilità)

Umidità relativa: inferiore a 90%

Pressione barometrica: 710/810 mm H

Stringa

Insieme di moduli o pannelli collegati elettricamente in serie fra loro per ottenere la tensione di lavoro del campo fotovoltaico.

Struttura di sostegno

I pannelli fotovoltaici, quando non sono integrati in un elemento tecnico, necessitano di una struttura che li sorregga. Le tipologie sono varie ma è possibile distinguerle in quattro fondamentali categorie:

- **a cavalletto:** cavalletti poggiati su superfici piane come terreni o terrazzi. L'insieme dei profili a cui i moduli sono direttamente imbullonati è chiamato telaio portamoduli o barella, mentre la struttura che si interfaccia con il terreno viene chiamato castello. Per l'ancoraggio al terreno il supporto a cavalletto può essere dotato di cordoli di fondazione oppure si può utilizzare un sistema di zavorre costituito da elementi prefabbricati di calcestruzzo, quest'ultima soluzione risulta più semplice in quanto non bisogna effettuare operazioni di ristrutturazione della superficie di posa, tuttavia i risultati estetici non sono particolarmente gradevoli. L'utilizzo di questo tipo di sostegni consente un'esposizione ottimale dei pannelli fotovoltaici all'irraggiamento solare, scegliendo l'inclinazione e l'orientamento più opportuni per ogni specifica applicazione. Ancora, tra gli altri vantaggi delle strutture a cavalletto, ricordiamo che i costi dei materiali e del montaggio sono contenuti in quanto i

profili risultano facilmente trasportato. Lo svantaggio principale è che i pannelli non offrono alcun tipo di integrazione.

- **a palo:** l'alternativa alle strutture a cavalletto è rappresentata dalle strutture a palo, nelle quali i moduli sono sorretti da uno o più tubi sovrapposti a sezione circolare. Le strutture a palo permettono di aumentare l'altezza del piano di posa dei pannelli fotovoltaici rispetto al terreno, per questo sono utilizzate quando bisogna sfuggire a zone d'ombra o quando c'è un problema di spazio, in quanto rispetto alla soluzione a cavalletto l'ingombro a terra è minore, e rappresentato dalla sola sezione del palo. L'utilizzo di questa struttura può anche essere necessaria su coperture piane che non consentono la disposizione dei cavalletti perché percorse da travi o tubazioni, in questo caso i pali non sono molto alti, ed ognuno sorregge pochi moduli. Tra i vantaggi delle strutture a palo uno è la semplicità del progetto e la facilità di realizzazione, nonché l'impatto visivo sicuramente migliore delle strutture a cavalletto, per contro però presentano la necessità di fondazioni profonde se posate a terra e quindi anche un costo maggiore a parità di potenza sostenuta.

- **inseguitori monoassiali e biassiali:** le strutture ad inseguimento consentono di ottenere una migliore captazione dei raggi solari potendo variare l'orientamento e l'inclinazione dei pannelli in funzione dei movimenti del sole. I moti caratteristici del sole sono di due tipi: il moto giornaliero corrisponde ad una rotazione azimutale del piano dei moduli sul suo asse baricentrico, seguendo il percorso da Est ad Ovest ogni giorno; e il moto stagionale equivale ad una rotazione rispetto al piano orizzontale che tiene conto delle elevazioni del Sole che variano da un valore minimo (in inverno) ad un massimo (in estate) dovute al cambio delle stagioni. Dunque l'inseguimento può avvenire su un solo asse (single axis tracking systems) o intorno a due assi (double axis tracking systems).

La seconda soluzione consente un inseguimento totale del sole, ed è realizzata mediante una struttura a palo con fulcro del piano dei moduli alla testa del palo, ma comporta dei costi aggiuntivi rispetto al single axis dovuti alla necessità di fondazioni più impegnative per evitare l'effetto vela.

Con gli inseguitori monoassiali l'energia captata è superiore di circa il 25% rispetto alla soluzione fissa, tuttavia essi richiedono dei costi di installazione maggiori di circa il 40%, dovuti alla movimentazione e al fatto che trasporto e montaggio risultano più impegnativi.

Gli inseguitori monoassiali presentano risultati estetici piuttosto armoniosi ma necessitano di una manutenzione ordinaria e di superfici totali a terra maggiori,

in quanto aumentando il GR si riesce a guadagnare in termini di energia captata.

T

Tecniche di produzione

Le tecniche di produzione più utilizzate nell'industria delle costruzioni sono:

-**forgiatura**, processo di produzione industriale di trasformazione plastica di pezzi metallici a sezione varia, solitamente portati allo stato rovente in corrispondenza del cambiamento di forma del cristallo di ferro da alfa a gamma e lavorati quindi con ripetute scosse di un maglio, una pressa per forgiatura ecc;

- laminazione,

- **estrusione**, processo di produzione industriale di tipo deformazione plastica che consente di produrre pezzi a sezione cilindrica (tubi, profilati). Essa è utilizzata per i materiali metallici come l'acciaio, l'alluminio o il rame, la gomma la plastica e altre produzioni. Consiste essenzialmente nel forzare per compressione il materiale, allo stato pastoso, a passare attraverso una sagoma (matrice) che riproduce la forma esterna del pezzo che si vuole ottenere.

- **trafilatura**, il processo di trafilatura è un processo di formatura che induce un cambiamento nella forma del materiale grezzo di partenza attraverso la deformazione plastica dovuta all'azione di forze impresse da attrezzature e matrici. La trafilatura realizza in continuo lunghi fili o barre, con una sezione circolare oppure a profilo complesso con 3 o più lati.

- **tempra**, il trattamento di tempra o tempera in generale consiste nel brusco raffreddamento di un materiale dopo averlo portato ad alta temperatura. Questo processo è molto comune per i metalli, ma è utilizzato ad esempio anche per il vetro.

Tedlar ®

Polivinilfluoruro. Materiale impiegato in fogli nell'assemblaggio dei moduli fotovoltaici per le sue particolari caratteristiche antiumidità.

Telloruro di cadmio (CdTe)

Semiconduttore policristallino composto utilizzato per la costruzione di celle fotovoltaiche.

Tensione (V)

Differenza di potenziale elettrico tra due corpi o tra due punti di un conduttore o di un circuito.

Tensione di circuito aperto (Voc)

La tensione di circuito aperto è definibile come la tensione massima prodotta da un dispositivo fotovoltaico; misurabile quando non c'è carico applicato.

U

Uso

Quarta fase del ciclo di vita. Si articola secondo due momenti fondamentali:

- uso, il prodotto viene utilizzato per un determinato periodo di tempo, assorbendo, in molti casi, una certa quantità di energia e/o materia e producendo rifiuti ed emissioni;
- servizio, comprende la manutenzione delle prestazioni, la riparazione dei danni e la sostituzione di parti usurate.

V

Vita utile

Periodo di tempo entro cui un determinato sistema o componente è in grado di svolgere le sue funzioni operative entro un prefissato livello di prestazioni.

Voc

Vedi Tensione di circuito aperto →

Bibliografia

Capitolo 1 - Il rapporto tra produzione industriale e sostenibilità

Uomo, ambiente e tecnica

- R. Banham, *Ambiente e tecnica nell'architettura*, Laterza, Bari 1993
- G. Bateson (1976), *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 2000
- D. Bellitti, *Epimeteo e il Golem: riflessioni su uomo, natura e tecnica nell'età globale*. ETS, Pisa 2004
- F. Capra (1982), *Il punto di svolta. Scienza, società e cultura emergente*, Feltrinelli, Milano 1984
- U. Galimberti, *Psiche e Techne*, Feltrinelli, Milano 1999
- C. Harry, T. Pinch, *Il golem tecnologico*, Edizioni di Comunità, Torino, 2000
- M. Heidegger (1969), *Costruire abitare pensare*, in "Saggi e discorsi", Mursia, Milano 1976
- M. Heidegger (1969), "...poeticamente abita l'uomo...", in "Saggi e discorsi", Mursia, Milano 1976
- G. Longo, *Homo technologicus*, Meltemi, Roma 2001
- T. Maldonado, *Cultura democrazia ambiente. Saggi sul mutamento*, Torino 1970
- E. Morin (1977), *Metodo. La natura della natura*, Feltrinelli, Milano 2001

Cambiamenti climatici

- F.J. Broswimmer, *Ecocidio. Come e perché l'uomo sta distruggendo la natura*, Carocci, 2005
- T. Flannery (2005), *I signori del clima. Come l'uomo sta alterando gli equilibri del pianeta*, TEA, Milano 2008
- A. Iacomelli. *Oltre Kyoto - Cambiamenti climatici e nuovi modelli energetici*. Muzzio, Padova 2007
- E. Tiezzi (1984), *Tempi storici, tempi biologici*, Donzelli Editore, Roma 2005
- C. Villeneuve, F. Richard, *Vivere i cambiamenti climatici*, Muzzio, Padova 2008

L'evoluzione del concetto di sostenibilità

- G.H. Brundtland (a cura di), *Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development*, WCED, New York 2007
- F. M. Butera, *Architettura e Ambiente*, Editrice Etas Libri, Milano 1995

- H.E. Daly, *Oltre la crescita: l'economia dello sviluppo sostenibile*. Milano: Edizioni di Comunità, Milano 2001
- B. De Marchi, *Il rischio ambientale*, Il Mulino, Bologna 2001
- A. Fazio. *La tutela dell'ambiente e lo sviluppo economico*, Banca d'Italia, Roma 2000
- P. Greco, *Lo sviluppo insostenibile: dal vertice di Rio a quello di Johannesburg*, Bruno Mondadori, Milano 2003
- P. Hawken, A. Lovins, H. Lovins (1999), *Capitalismo naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Edizioni Ambiente, 2001
- F. La Camera, *Sviluppo sostenibile. Origini, teoria e pratica*, Editori Riuniti, Roma 2003
- A. Lanza, *Lo sviluppo sostenibile*, Il Mulino, Bologna 2002
- T. Maldonado, *Cultura democrazia ambiente. Saggi sul mutamento*, Torino 1970
- K. Martin, *Proprietà intellettuale, biodiversità e sviluppo sostenibile*, Baldini & Castoldi Dalai, Milano 2004
- D. H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W. Behrens, *I limiti dello sviluppo*, Mondadori, Milano 1972
- D. H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers (1992), *Oltre i limiti dello sviluppo*, Il Saggiatore, Milano 1993
- D. H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers (2004), *I nuovi limiti dello sviluppo*, Mondadori, Milano 2006
- G. Moriani, *Manuale di ecocompatibilità*, Marsilio, Venezia 2001
- G. Panella, Giorgio. *Economia e politiche dell'ambiente*, Carocci, Roma 2002
- P.K. Rao, *The economics of global climatic change*, M.E. Sharpe, London 2000
- J. Rifkin, *Economia all'idrogeno. La creazione del Worldwide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra*, Mondadori, Milano 2002
- E. Ronchi, *Uno sviluppo capace di futuro: le nuove politiche ambientali*, Il Mulino, Bologna 2000
- W. Sachs, *Ambiente e giustizia sociale. I limiti della globalizzazione*. Presentazione e cura di Giuseppe Onufrio, Editori Riuniti, Roma 2002
- Von Weinsacker, H. Lovins, *Fattore 4 - Raddoppiare il benessere, riducendo l'uso delle risorse*, Edizioni Ambiente, Milano 1998

Chiudere il cerchio: il progetto sostenibile

- M. Asbhy, K. Johnson, *Materiali e design. L'arte e la scienza della selezione dei materiali per il progetto*, CEA, Milano 2005.

- B. Casati, *Design Plastica Ambiente. Progettare per il ciclo di vita dei polimeri*, Maggioli editore, Rimini, 1997
- B. Commoner (1971), *Il cerchio da chiudere*, Garzanti, Milano 1986
- V. Gangemi (a cura di), *Progetto abitare verde: convegno internazionale riciclare: tecniche, esperienze e prospettive nell'architettura e nel design*, Giannini edizioni, Napoli 2000.
- V. Gangemi (a cura di), *Riciclare in architettura. Scenari innovativi della cultura del progetto*, Clean edizioni, Napoli 2004
- E. Manzini, *La materia dell'invenzione*, Arcadia Edizioni, Milano 1986
- E. Manzini, C. Vezzoli, *Lo sviluppo di prodotti sostenibili. I requisiti ambientali dei prodotti industriali*, Maggioli editore, Rimini 1998
- W. McDonough, M. Braungart, *Dalla culla alla culla*, Blu Edizioni, Torino 2003
- N. Sinopoli, *L'invenzione di nuovi materiali per l'architettura*, in *Rassegna - L'architetto inventore*, n. 80, 2005, pp. 102-111
- N. Stattmann, *Ultra light - super strong. A new generation of design materials*, Birkhauser, Basel 2003

Materiali avanzati e sostenibilità

- AA.VV., *Tecnologia dei materiali. Ceramiche, polimeri e compositi*, CittàStudi, Milano, 2001
- M. Addington, D. Schodek, *Smart materials and technologies*, Elsevier, Oxford, 2005
- J.M. Benyus, *Biomimicry. Innovations inspired by nature*, William Morrow, New York 1997
- M. Bever et al., *The Encyclopedia of Advanced Materials*, Elsevier, Oxford, 1994
- B. Brownell (a cura di), *Transmaterial*, Princeton Architectural Press, New York 2006
- F. Carassiti in *Atti della Conferenza tenuta alla Foresight Fondazione Rosselli*, 6 luglio 2004, Roma
- A. Carotti, P. Benetti, *Materiali avanzati e compositi*, Pitagora, Bologna, 1999
- U. Caturano (a cura di), *Le tecnologie dei materiali tra progetto e innovazione*, FrancoAngeli, Milano, 1996
- C. Cecchini, *Plastiche: i materiali del possibile. Polimeri e compositi tra design e architettura*, Alinea, Firenze, 2004
- S. Perez Arroto, R. Atena, I. Keibel, *Emergency Technologies and Housing Prototypes*, EMVS - Berlage Institute Postgraduate Laboratory of Architecture, Black Dog Publishing, London 2007

Capitolo 2 - I materiali avanzati per la tecnologia fotovoltaica applicata in architettura

Tecnologia fotovoltaica

AA.VV., *Progetti per 1000 case solari*, Longanesi, Milano 1982

N. Aste (2002), *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2008

Califano, Silvestrini, Vitale, *La progettazione dei sistemi fotovoltaici*, Liguori, Napoli 1988

B. De Sivo, M. Fumo, *L'architettura dell'energia - Fondamenti e prospettive*, CUEN, Napoli 1997

R. Gelletti, CETA - Centro di Ecologia Teorica ed Applicata, Area Science Park e Progetto Novimpresa (a cura di), *La tecnologia fotovoltaica stato dell'arte e potenzialità di impiego nei processi produttivi*, n°20, p.19

A. Goetzberger, V.U. Hoffmann, *Photovoltaic Solar Energy Generation*, Springer-Verlag, Heidelberg 2005

F. Groppi, C. Zuccaro (2000), *Impianti solari fotovoltaici a norme CEI*, Editoriale Delfino, Milano 2008

IEA International Energy Agency, *Solar Energy Houses: Strategies, Technologies, Examples*, James & James, London 2003

S. Roberts, *Solar Electricity. A Practical Guide to Designing and Installing Small Photovoltaic Systems*, Prentice Hall Europe, Hertfordshire 1991

C.A. Robotti, *Conversione diretta dell'energia solare in elettricità. Il processo fotovoltaico*, UTET, Torino 1984

M. Sala, L. Ceccherini, *Tecnologie solari*, Alinea, Firenze 1993

C. Schittich (a cura di), *In Detail. Architettura Solare. Strategie - Visioni - Concetti*, Edizioni Detail - Institut für internationale Architektur - Dokumentation GmbH & Co. KG, Monaco di Baviera 2003

R.J. Van Overstraeten, R.P. Mertens, *Physics, Technology and Use of Photovoltaics*, Adam Hilger Ltd, Bristol 1986

K. Zweibel, *Harnessing Solar Power. The Photovoltaics Challenge*, Plenum Press, New York 1990

Celle DSC

M.J. de Wild-Scholten, A.C. Veltkamp, *Environmental Life Cycle Analysis of Dye Sensitized Solar Devices: Status and Outlook*

Grätzel M., 2000. *Perspectives for Dye-sensitized Nanocrystalline Solar Cells. Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 8, 171-185

Grätzel M., 2001, *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 22(1-2), 7

Hart, J., 2003. *Dye-sensitised solar cells - the future of photovoltaics?*, CSIRO Sustainability Network Update 35E: 18 December 2003

B. O'Regan, M. Gratzel, *A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO₂ films* in "Nature" 353, 737 - 740, 24 October 1991

M. Pagliaro, G. Palmisano, R. Ciriminna, *Working Principles of Dye-sensitised Solar Cells and Future Applications*, Photovoltaics International, Edition 3, London febbraio 2009

Sommeling, P.M., Rieffe, H. C., van Roosmalen, J. A. M., Schonecker, A., Kroon, J. M., Wienke J. A., Hinsch, A., 2000. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 62, 399.

Siti Web

3GSolar, 3gsolar.com

DyeSol, www.dyesol.com

Solaronix, www.solaronix.com

Celle CIGS

E.A. Alsema, *Energy Pay-back Time and CO₂ Emissions of PV Systems*. Prog. Photovolt: Res. Appl. 2000, 8, 17-25

A.E. Delahoy, L. Chen, *Advanced CIGS Photovoltaic Technology*, Energy Photovoltaics Program, Golden (USA) 2005

P. Denholm, R. M. Margolis, *Evaluating the limits of solar photovoltaics in traditional electric power systems*, Energy Policy 2007, 35, 2852-2861

R. Frischknecht, et al. *Öko-inventare von Energiesystemen*, 3rd ed.; ETH-ESU: Switzerland, 1996

V. Fthenakis, H.H. Kim, A. Alsema, *Emissions from Photovoltaic Life Cycles* in "Environmental Science Technologies", 42, 2168-2174, 2008

K. Kato, T. Hibino, K. Komoto, S. Ihara, S. Yamamoto, H. Fujihara, *A life-cycle analysis on thin-film CdS/CdTe PV modules*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 2001, 67, 279-287

G.A. Keoleian, G. Lewis, *Application of life-cycle energy analysis to photovoltaic module design*. Prog. Photovolt: Res. A. Implications of European Environmental Legislation for Photovoltaic Systems; 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona, June 6-10, 2005

- A. Meijer, M.A. Huijbregts, J. Schermer, L. Reijnders, *Life-cycle assessment of photovoltaic modules: Comparison of mc-Si, InGaP and InGaP/mc-si solar modules*. Prog. Photovolt: Res. Appl. 2003, 11, 275-287
- S. Pacca, D. Sivaraman, G.A. Keoleian, *Parameters affecting the life cycle performance of PV technologies and systems*. Energy Policy 2007, 35, 3316-3326
- W. Palz, H. Zibetta, *Energy pay-back time of photovoltaic modules*. Int. J. Sol. Energy. 1991, 10, 211-216
- K. Zweibel, J. Mason, V. Fthenakis, *A Solar Grand Plan*, Sci. Am. 2008, (Jan.), 64-73

Siti Web

Nanosolar, www.nanosolar.com

Capitolo 3 - Gli strumenti di valutazione della sostenibilità dei prodotti edilizi

Metodi basati sull'LCA

ISO 14040, Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione

ISO 14041, Analisi di inventario del ciclo di vita

ISO 14042, Valutazione dell'impatto del ciclo di vita

ISO 14043, Interpretazione dei risultati

Neri P. (a cura di), *Verso la valutazione ambientale degli edifici: life cycle assessment a supporto della progettazione eco-sostenibile*, Alinea, Firenze 2007

Goedkoop M.J.; Demmers M.; Collignon M.X.; *The Eco-indicator 95, Manual for designers*, NOH report 9524; PRé consultants; Amersfoort (NL) 1995

R. Heijungs (a cura di) et al, *Environmental life cycle assessment of products, Guide and Backgrounds*, NOH report 9266 and 9267, Leiden 1992

SETAC, Society of Environmental Toxicology and Chemistry, *Guidelines for Life-Cycle Assessment, a 'Code of Practice'*, Brussels 1993

Siti web

Athena Sustainable Institute, www.athenasmi.ca

Metodi Multicriteria

G. Bonelli, C. Filagrossi Ambrosino, *Etichette ambientali in Modulo n. 343* Luglio/Agosto 2008

D. Balcomb et al., *Multicriteria decision making process for buildings*, in "PLEA 2000", James and James, London, 2000

C. Filagrossi Ambrosino, L. Buoninconti, *Evaluation of Sustainable Performances for the "rammed earth" Material. A Case Study in Abruzzo Region, Italy* in PLEA 2008, Dublin 2008

D. Francese, *Architettura e vivibilità*, FrancoAngeli, Milano 2007

L. Fusco Girard, P. Nijkamp, *Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio*, FrancoAngeli, Milano 1997

S. Piardi, *L'etichettatura ecologica*, in "Costruire in Laterizio" n. 43, 1995

J. Walzer, BREEAM: Environmental Assessment Method for Buildings, in "European Directory of Sustainable and Energy Efficient Building", James & James, London 1999

Siti web

ANAB/ICEA, www.anab.it/certificazione

BEES, National Institute of Standards and Technology (NIST),
www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees.html

Blauer Engel, www.blauer-engel.de

BREEAM, products.bre.co.uk/breeam

Ecolabel, www.europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index_en.htm

Green Building Challenge, greenbuilding.ca

Nordic Swan, www.svanen.nu

Metodi ad indicatori sintetici

IRES Piemonte (2001), *L'impronta ecologica e l'energia della Regione Piemonte*,
Edizioni IRES, Torino 2201

M. Wackernagel, W.E. Rees, *L'impronta ecologica - come ridurre l'impatto dell'uomo sulla Terra*, Edizioni Ambiente, Roma 1996

Capitolo 4 - Definizione di un nuovo metodo di valutazione della sostenibilità dei sistemi fotovoltaici in Architettura

Ecosostenibilità e Biocompatibilità

- F. M. Butera, *Architettura e Ambiente*, Editrice Etas Libri, Milano 1995
- A. Celant (a cura di), *Ecosostenibilità e risorse competitive: le compatibilità ambientali nei processi produttivi italiani*, Società Geografica Italiana, Roma 2000
- M. Corrado, *Architettura bio-ecologica*, De Vecchi, Milano 1999
- P. Dasgupta, *Benessere umano e ambiente naturale*, Vita e pensiero, Milano 2004
- D. Francese, *Architettura bioclimatica*, UTET, Torino 1996
- D. Francese, *Architettura e vivibilità*, FrancoAngeli, Milano 2007
- U. Sasso, *Bioarchitettura: impegno per una progettazione bioecologica*, maggiori, Rimini 1992
- U. Sasso, *Riflessi di Bioarchitettura*, Alinea Editrice, Firenze 2007
- UNI 8289:1981, *Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione*
- U. Wienke, *Dizionario dell'edilizia bioecologica*, DEI, Roma 1999

Convenienza

- H.E. Daly, *Oltre la crescita: l'economia dello sviluppo sostenibile*. Milano: Edizioni di Comunità, Milano 2001
- A. Fazio. *La tutela dell'ambiente e lo sviluppo economico*, Banca d'Italia, Roma 2000
- G. Panella, Giorgio. *Economia e politiche dell'ambiente*, Carocci, Roma 2002
- J. Rifkin, *Economia all'idrogeno. La creazione del Worldwide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra*, Mondadori, Milano 2002
- Von Weinsacker, H. Lovins, *Fattore 4 - Raddoppiare il benessere, riducendo l'uso delle risorse*, Edizioni Ambiente, Milano 1998

Per la bibliografia relativa alla messa a punto degli indicatori che caratterizzano il metodo di valutazione elaborato si rimanda alle voci “Riferimenti Bibliografici” e “Riferimenti Tecnici e Normativi” delle singole schede.

Capitolo 5 - Valutazione del confronto di un sistema fotovoltaico a film sottile (CIGS) e di uno a celle solari organiche (DSSC)

Il fotovoltaico e l'architettura

C. Abbate, *L'integrazione architettonica del fotovoltaico: esperienze compiute*, Gangemi, Roma 2002

N. Aste (2002), *Il fotovoltaico in architettura. L'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare*, Sistemi Editoriali, Napoli 2008

L. Ceccherini Neri, *Fotovoltaico in Architettura*, Alinea, Firenze 2007

GSE, *Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico*, aprile 2009

A. Perago, *Progettare tetti e coperture: dalla tegola al fotovoltaico*, Maggioli, Rimini 2004

M. Sala, *Integrazione del fotovoltaico in Architettura - Casi studio di edifici pubblici in Toscana*, Alinea, Firenze 2003

M. Spagnolo, *Il sole nella città: l'uso del fotovoltaico nell'edilizie*, Muzzio, Roma 2002

Siti web

www.enelqreepower.enel.it

www.epia.org

www.iseitalia.it

www.pvdatabase.com

www.pvportal.com

www.solardesign.it

www.solarintegration.de

Caso studio: "Ventotene isola ad emissioni zero" e il fotovoltaico organico

F. Tucci, *Il fotovoltaico organico. Sperimentazione e innovazione applicata al caso di "Ventotene isola ad emissioni zero"* in "Il Progetto Sostenibile", n. 21, Edicom Edizioni, Monfalcone (GO) 2009

Programma integrato di interventi per lo sviluppo del litorale (delibera del Consiglio Regionale del Lazio n. 143 del 31 luglio 2003)

Legge Regionale del Lazio n. 1 del 5 gennaio 2001 - *Norme per la valorizzazione e lo sviluppo del litorale del Lazio*