

**Tesi di Laurea in  
Ingegneria Chimica e dei Processi Industriali**

**Metodologie per la valutazione della  
sostenibilità nell'edilizia:  
analisi comparativa e applicazione all'Ospedale di Prato**

Relatore: Prof. ANTONIO SCIPIONI

Correlatore: Ing. FILIPPO ZULIANI

Ing. ALESSANDRO MANZARDO.

Laureando: FRANCESCO SPIAZZI

Anno Accademico 2010-2011



Dedicata ai miei genitori, Franco e Martina;  
a Federico e Elena, a Silvia, ai miei amici.



# INDICE

<b>Introduzione .....</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

## **CAPITOLO 1**

### **L'ambiente e l'Edilizia**

1. L'edilizia in Italia e nell'Unione Europea .....	3
2. Impatti ambientali connessi con l'edilizia .....	4
3. Verso una gestione sostenibile del patrimonio edilizio .....	9

## **CAPITOLO 2**

### **Edilizia sostenibile**

1. Edilizia sostenibile .....	11
2. Metodologia Life Cycle Assessment .....	15
2.1. LCA in edilizia.....	18
2.2. LCA dei prodotti edilizi .....	20
2.3. Ciclo di vita, prestazioni e durata .....	22
3. Edilizia sostenibile, nascita di strumenti ed iniziative .....	23
4. Quadro normativo .....	26
4.1 Piano Casa: accordo tra Stato e Regioni.....	30

## **CAPITOLO 3**

### **Metodologie di valutazione della sostenibilità edilizia**

1. Sistemi di valutazione e certificazione degli edifici .....	33
2. Ecolabel europeo.....	35
3. Ecolabel europeo per gli edifici .....	38
3.1. Struttura ed organizzazione del documento.....	40
3.2. Sistema di punteggio.....	44
3.3. Ottenimento del marchio .....	48
4. LEED Italia Nuove Costruzioni.....	49
4.1. Struttura ed organizzazione .....	50
4.2. Sistema di attribuzione del punteggio.....	54
4.3. Iter di certificazione .....	56
5. Protocollo ITACA.....	59
5.1. Lo schema di certificazione del Protocollo ITACA .....	61
5.2. Struttura ed organizzazione del Protocollo.....	62

5.3. Scala di valutazione e punteggio .....	63
5.4. Il Protocollo semplificato .....	67

## **CAPITOLO 4**

### **LEED, ITACA, Ecolabel a confronto**

1. Sistema LEED e Protocollo ITACA a confronto .....	69
2. LEED, ITACA, Ecolabel a confronto .....	79
2.1. Conclusioni.....	83

## **CAPITOLO 5**

### **Applicazione metodologia LEED: Ospedale di Prato**

1. Presentazione dello Studio Altieri .....	85
2. Caso studio: Ospedale di Prato .....	86
2.1. Inquadramento generale dell'ospedale .....	87
3. Sostenibilità del sito .....	89
3.1. Prevenzione inquinamento da attività di cantiere .....	90
3.2. Selezione del sito.....	94
3.3. Densità edilizia e vicinanza ai servizi .....	96
3.4. Recupero e riqualificazione dei siti contaminati .....	99
3.5. Trasporti alternativi: accesso ai trasporti pubblici .....	101
3.6. Trasporti alternativi: portabiciclette e spogliatoi .....	102
3.7. Sviluppo del sito: proteggere e ripristinare l'habitat.....	104
3.8. Sviluppo del sito: massimizzare gli spazi verdi .....	107
3.9. Acque meteoriche: controllo della quantità .....	109
3.10. Acque meteoriche: controllo della qualità .....	112
3.11. Effetto isola di calore: superfici esterne.....	114
3.12. Effetto isola di calore: coperture .....	116
3.13. Riduzione dell'inquinamento luminoso .....	122
4. Gestione delle acque.....	126
4.1. Riduzione dell'uso d'acqua .....	127
4.2. Gestione delle acque a scopo irriguo.....	128
4.3. Tecnologie innovative per le acque reflue .....	131
5. Energia e atmosfera.....	134
5.1. Commissioning di base dei sistemi energetici dell'edificio .....	135
5.2. Produzione in sito delle energie rinnovabili.....	137
5.3. Energia verde.....	139
6. Materiali e risorse.....	140
6.1. Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili.....	141
6.2. Materiali rapidamente rinnovabili .....	143
7. Qualità ambientale interna .....	145
7.1. Prestazioni minime della qualità dell'aria .....	146
7.2. Controllo ambientale del fumo di tabacco .....	148
7.3. Piano di gestione IAQ: fase costruttiva.....	150

7.4. Materiali basso emissivi: adesivi, primer, sigillanti .....	152
7.5. Materiali basso emissivi: pitture .....	156
7.6. Materiali basso emissivi: pavimentazioni.....	159
7.7. Materiali basso emissivi: prodotti in legno composito e fibre vegetali .....	162
7.8. Gestione impianti: illuminazione.....	163
7.9. Gestione impianti: comfort termico .....	165
7.10. Comfort termico: progettazione.....	168
7.11. Luce naturale e visibile: luce naturale per il 75% degli spazi .....	171
7.12. Luce naturale e visibile: visuale esterna per il 90% degli spazi .....	176
8. Risultati.....	179
<b>Conclusioni .....</b>	<b>185</b>
<b>Appendice .....</b>	<b>189</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>105</b>



# Introduzione

L'edilizia in Europa è stata caratterizzata, fino a pochi anni fa, da una forte espansione, soprattutto il settore residenziale, che rappresenta ad oggi il 70% del parco immobiliare totale. La maggior parte dei fabbricati residenziali sono stati realizzati tra il 1946 ed il 1970; questo dato è importante in quanto nell'immediato dopoguerra, l'edilizia prevedeva tempistiche e metodologie di costruzione atte solo a soddisfare la grande richiesta di alloggi, a discapito quindi della qualità dei manufatti edilizi stessi. Le basse prestazioni energetiche e di questi fabbricati hanno difatti contribuito al fatto che, ad oggi, gli edifici sono responsabili del 40% del consumo di energia finale nell'UE, e della stessa quota parte di emissioni dannose in atmosfera. Gli ingenti consumi energetici e le relative emissioni dannose si vanno ad inserire in un quadro più ampio di impatti ambientali che caratterizzano questo settore. Si è quindi reso necessario un approccio sostenibile per portare avanti lo sviluppo e la costruzione di edifici sempre più attenti alle politiche di salvaguardia ambientale, ma soprattutto per realizzare abitazioni, scuole, edifici commerciali che siano davvero uno strumento per vivere sani e lavorare meglio. Per ottenere questi obiettivi non è sufficiente che le pubbliche amministrazioni introducano delle leggi o dei regolamenti più stringenti; è auspicabile stimolare l'adozione, da parte del mercato, di alcuni strumenti in grado di guidare il settore edilizio verso scelte più consapevoli dal punto di vista ambientale. Una possibile soluzione si esplica attraverso l'adozione volontaria, da parte dei soggetti che prendono parte alla filiera di realizzazione dell'opera edilizia, di uno dei possibili sistemi di certificazione che negli ultimi anni sono nati a livello internazionale, europeo, nazionale, tra cui il Sistema LEED, il Protocollo ITACA, ed infine l'Ecolabel europeo (i cui criteri sono ad oggi ancora in fase di definizione). Questi nuovi sistemi di certificazione, considerano non solo le prestazioni energetiche dell'edificio, ma anche gli altri aspetti legati ad esempio alla qualità dei materiali da costruzione, al consumo delle risorse, ai trasporti, all'interazione con l'ambiente circostante; insomma tutti quegli elementi che messi a sistema consentono di effettuare una valutazione più completa e più compatibile con il concetto di "edilizia sostenibile". La certificazione ambientale estende quindi il concetto di certificazione a tutti gli aspetti del fabbricato,

non solo quello energetico; ciò comporta un aumento della complessità d'applicazione dovuto principalmente alla molteplicità di criteri ambientali da implementare. Il lavoro svolto è articolato in due parti principali; la prima riguardante l'analisi dei principali sistemi di valutazione della sostenibilità ambientale, la seconda riporta l'implementazione pratica del sistema di certificazione LEED ad un complesso ospedaliero progettato dallo Studio Altieri di Thiene (VI) che è attualmente in fase di costruzione a Prato. Nel primo capitolo è stata realizzata una breve panoramica della situazione edilizia nell'Unione Europea e in Italia, passando successivamente alla descrizione degli impatti e degli aspetti ambientali gravanti su tal settore. Nel secondo capitolo sono affrontate le tematiche inerenti la sostenibilità ambientale nel settore edile, il processo di nascita degli strumenti di studio, valutazione e certificazione della sostenibilità ambientale, nonché il quadro normativo entro il quale questi strumenti si inseriscono. Il terzo capitolo descrive in modo particolareggiato il Sistema LEED, il marchio di qualità ecologica Ecolabel, il Protocollo ITACA. Nel quarto capitolo sono messe a confronto, a livello teorico, le tre metodologie di valutazione trattate nel capitolo terzo. Il confronto è stato realizzato allo scopo di valutare pregi, capacità di valutazione, o eventuali carenze delle tre metodologie. Nel quinto ed ultimo capitolo è riportata la sintesi dei risultati ottenuti durante il periodo di collaborazione con lo Studio Altieri di Thiene (VI), durante il quale è stata applicata la metodologia di valutazione della sostenibilità ambientale LEED al nuovo complesso ospedaliero di Prato. Il processo di valutazione è stato effettuato attraverso il supporto dell'ultima e più aggiornata versione del Manuale LEED presente ad oggi in Italia (Manuale LEED Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni, "Green Building ", Edizione 2009). Al termine del capitolo sono riportati i risultati ottenuti e le difficoltà incontrate nell'applicazione della metodologia; queste problematiche sono legate principalmente alla particolarità e alla complessità caratterizzante la struttura ospedaliera.

# Capitolo 1

## L'ambiente e l'Edilizia

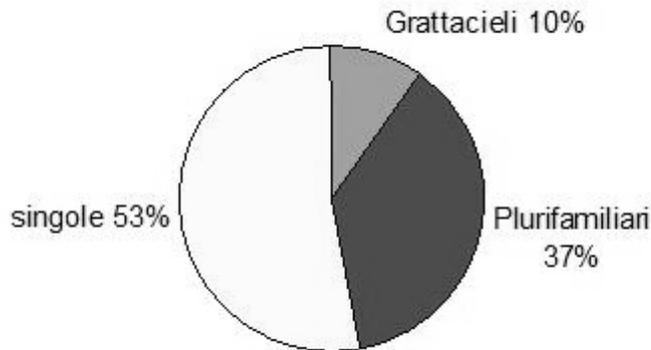
In questo primo capitolo è stata realizzata una breve panoramica della situazione edilizia nell'Unione Europea e in Italia, passando successivamente alla descrizione dei principali impatti e degli aspetti ambientali gravanti su tal settore. Questi aspetti riguardano l'intero ciclo di vita degli edifici, dalla costruzione, all'utilizzo, fino alla dismissione. Infine vengono presentate le principali azioni che sono state intraprese negli ultimi anni a livello nazionale ed internazionale allo scopo di mitigare gli effetti che un settore importante come quello edilizio sta arrecando all'ambiente.

### 1.1 L'edilizia in Italia e nell'Unione Europea

Prima di affrontare le tematiche inerenti l'aggravio dei carichi ambientali dovuto all'edilizia, si è ritenuto opportuno fornire una breve descrizione del costruito in generale, focalizzando l'attenzione sulle costruzioni ad uso residenziale, in primis perché rappresentano circa il 70% del parco immobiliare totale, inoltre perché le metodologie di valutazione e miglioramento delle prestazioni ambientali, che verranno successivamente descritte, sono particolarmente utilizzate per questo settore. Per quanto riguarda l'UE, esistono circa 220 milioni di abitazioni, il che significa circa 400 abitazioni per 1000 abitanti (Koukkari, Sarvaranta, 2005). La maggioranza delle abitazioni (85%) sono situate nell'ovest europeo (Rapporto Euro costruttori, 2008), anche se nelle regioni dell'est Europa si sta, negli ultimi anni, assistendo ad un notevole incremento dell'attività edilizia. Questa ha subito invece un brusco calo in Europa occidentale negli ultimi anni, dovuto principalmente alla crisi finanziaria internazionale, all'aumento dei tassi d'interesse, alla decrescita della domanda mondiale ed infine allo scoppio della bolla del mercato immobiliare avvenuta nel 2006-2007 che ha interessato principalmente Spagna, Irlanda, Gran Bretagna. La maggior parte dei fabbricati in esame sono stati realizzati tra il 1946 ed il 1970. Ulteriore riscontro risulta essere il fatto che, la quota di nuovi alloggi (definiti tali in quanto completati dopo il 1980), è inferiore

## CAPITOLO 1 L'AMBIENTE E L'EDILIZIA

al 10%. Questo dato è importante in quanto nell'immediato dopoguerra, l'edilizia prevedeva tempistiche e metodologie di costruzione atte solo a soddisfare la grande richiesta di alloggi, a discapito quindi della qualità dei manufatti edilizi stessi. Interessante è anche la seguente figura (figura 1.1), che mostra la percentuale di distribuzione nell'UE dei numeri di case singole, case plurifamiliari e di grattacieli.



**Figura 1.1:** *Distribuzione delle abitazioni nell'UE-25. Fonte IMPRO-Building.*

Come indicato le abitazioni singole sono circa il 50%, mentre sono pochi i grattacieli presenti in Europa; questo dato risulterà interessante nel successivo paragrafo (§1.2).

Per quanto concerne l'Italia, è caratterizzata da un'elevata densità edilizia, esplicabile in un totale di circa 12 milioni di edifici, dei quali l'88% ad uso abitativo (Fonte: Ministero delle infrastrutture). Le abitazioni sono per l'85% costituite da plurifamiliari, ma il dato più interessante è che solo l'8% delle abitazioni è stato realizzato dopo il 1991, indice di uno stock abitativo alquanto attempato.

### **1.2 Impatti ambientali connessi con l'edilizia**

Per attuare una valutazione dei potenziali impatti ambientali connessi all'edilizia è in primis necessario ragionare nell'ottica di uno studio Life Cycle Assessment (LCA). La valutazione del ciclo di vita è un metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie

## CAPITOLO 1 L'AMBIENTE E L'EDILIZIA

prime al fine vita “dalla Culla alla Tomba” (§2.2). Nel dettaglio edilizio, viene generalmente operato un distinguo tra edifici definiti “nuovi”, ed edifici definiti “esistenti”. Per la prima tipologia di costruzioni, il ciclo di vita generico comprende la "fase di costruzione", la "fase d'uso" e la "fase di fine vita". Queste fasi sono divise in diverse sezioni contenenti ognuna pertinenti processi. La "fase di costruzione" si divide in "Produzione di materiali da costruzione" e "Trasporto dei materiali ". La “fase di utilizzo” raggruppa le procedure riferite al lasso temporale di usufrutto da parte degli utenti quali, “Heating & Cooling" ma anche azioni atte a mantenere in funzione il fabbricato durante tutta la vita utile, ad esempio operazioni di Ristrutturazione. Il Riscaldamento ed il raffreddamento rappresentano certamente la componente di maggior dispendio energetico relativamente l’edificio e sono valutati in riferimento a tutta la vita utile dell’edificio. Infine, la fase “Fine ciclo di Vita” considera essenzialmente la gestione dei rifiuti che si accumulano durante la demolizione dell’edificio stesso, o, nel caso di “Fine ciclo di Vita Ristrutturazione”, la gestione dei materiali accumulati durante la ristrutturazione dell’edificio stesso. Per quanto riguarda invece i fabbricati esistenti, lo scenario è limitato alla fase di utilizzo e fine vita, dal momento che la fase di costruzione non è rilevante al fine della determinazione degli impatti ambientali e l’identificazione delle opzioni di miglioramento. Chiaramente in tal caso risulterà anche diverso il tempo di utilizzo del fabbricato, definito come “vita di riferimento di servizio” e sarà minore rispetto al caso precedente. Queste fasi del ciclo di vita dell’edificio comportano numerosi impatti sull’ambiente, i quali possono essere quantificati, nell’ottica LCA, mediante aggregazione degli stessi in diverse categorie d’impatto; di seguito ne vengono riportate alcune a scopo esemplificativo:

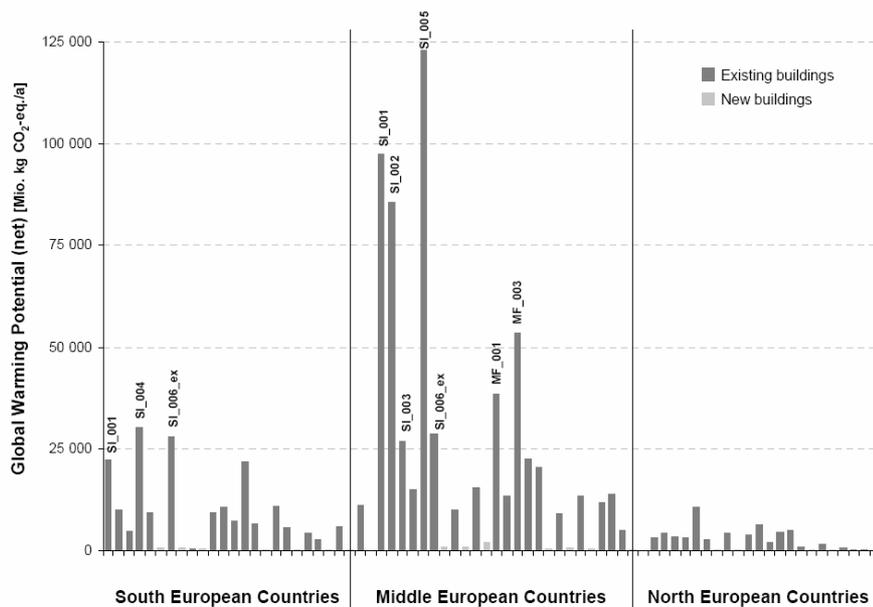
- Potenziale di eutrofizzazione (EP);
- Potenziale di acidificazione (AP);
- Potenziale di creazione fotochimica dell'ozono (POCP);
- potenziale di riscaldamento globale (GWP100);

Sono generalmente presi in considerazione anche altri impatti quali il depauperamento delle risorse, l’eco tossicità, l’utilizzo di territorio ed infine indicatori ambientali quali l’energia primaria utilizzata da fonti rinnovabili e non rinnovabili.

## CAPITOLO 1 L'AMBIENTE E L'EDILIZIA

Preso visione della sopracitata classificazione, si può comprendere come gli edifici comportino molteplici e talvolta ingenti carichi ambientali. Tra questi è possibile ritenere che comunque, il consumo energetico sia l'aspetto più importante da tenere in considerazione; basti pensare che, l'insieme degli edifici esistenti nei paesi europei rappresenta oltre il 40% del consumo finale di energia nell'Unione europea (UNEP, 2007). Di questa ingente percentuale, ben il 63% è assorbito dal settore residenziale.

La fase di utilizzo delle costruzioni ad uso residenziale è difatti dominata dalla necessità energetica, in particolare ad uso riscaldamento. Tale richiesta energetica risulta essere maggiormente ridotta negli edifici di nuova costruzione rispetto a quelli esistenti, in quanto si presuppone che nella costruzione siano state adottate le migliori pratiche costruttive disponibili, soprattutto in termini di isolamento termico dell'edificio. Di conseguenza, un aumento del rendimento energetico in tale settore potrebbe risultare uno strumento importante negli sforzi per alleviare la dipendenza energetica dell'Unione Europea (UE) e per rispettare gli impegni presi col protocollo di Kyoto. Tuttavia gli strumenti adottati per il miglioramento dell'efficienza energetica nel settore dell'edilizia hanno da tempo posto l'accento sugli edifici di nuova costruzione. Tuttavia, come citato nel paragrafo precedente, le abitazioni di recente costruzione sono un numero esiguo rispetto al totale; la figura 1.2 mostra a tal proposito l'impatto ambientale totale del

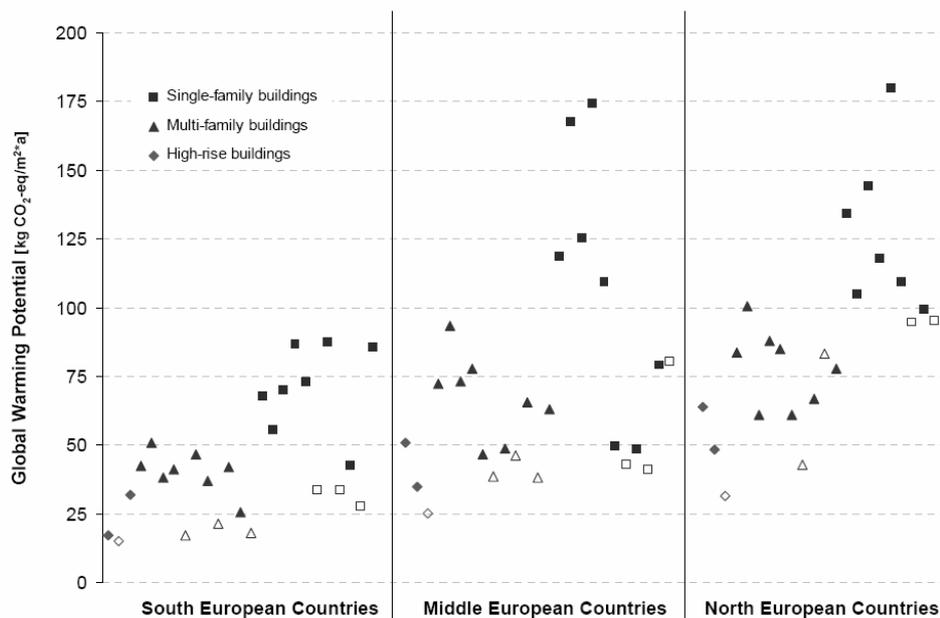


**Figura 1.2:** Impatti del ciclo di vita di tutti i tipi di costruzione per la categoria di impatto ambientale "Global Warming Potential"; I nuovi tipi di edifici sono indicati con i simboli in azzurro e corrispondono alle costruzioni esistenti.

## CAPITOLO 1 L'AMBIENTE E L'EDILIZIA

patrimonio edilizio nell'UE-25, attraverso l'indicatore GWP (Global Warming Potential), per edifici nuovi ed esistenti. Ciò è in accordo con quanto detto precedentemente difatti si noti come il contributo dei nuovi edifici sul potenziale di riscaldamento globale sia circa l'1%, ossia trascurabile (Fonte: IMPRO - Building).

Si noti inoltre la suddivisione del grafico in tre aree principali; queste tre zone sono classificate secondo un criterio di tipo climatico. Le tre aree evidenziate fanno riferimento nel particolare ai paesi dell'Europa meridionale, zona geografica Z1, ai paesi dell'Europa centrale, zona geografica Z2, ed infine ai paesi dell'Europa settentrionale, zona geografica Z3. La zona, che raggruppa i paesi dell'Europa settentrionale è caratterizzata da climi più rigidi rispetto alle zone climatiche Z2 e Z3. Dal confronto tra edifici esistenti e nuovi edifici si può quindi concludere che l'impatto ambientale espresso in termini di GWP per i primi è sempre maggiore rispetto ai nuovi edifici, per i quali invece la fase costruttiva assume un ruolo importante, ed assumerà sempre maggior rilevanza in futuro, con la ristrutturazione del vecchio stock edilizio (Luson, 1996). Molto interessante è anche la figura 1.3, che ribadisce le migliori performance ambientali delle nuove costruzioni (simboli bianchi), inoltre mostra come le specifiche prestazioni ambientali migliorino in relazione all'aumento delle dimensioni degli immobili; più basse per singole case e plurifamiliari rispetto ad edifici di grande altezza (Fonte: IMPRO - Building).



**Figura 1.3:** *Impatto del ciclo di vita di tutti i tipi di costruzione per la categoria "Potenziale di riscaldamento globale". I nuovi edifici*

## CAPITOLO 1 L'AMBIENTE E L'EDILIZIA

*sono indicati con i simboli cavi.*

Sempre in figura 1.3 è possibile visionare che, apparentemente, le performance sono più elevate per gli edifici appartenenti alla zona climatica Z2, riconducibili a migliori condizioni climatiche. Questo fatto è in realtà forviante, in quanto il risultato è scaturito solo dal fatto che, nelle zone settentrionali gli edifici necessitano di un maggior fabbisogno energetico scopo riscaldamento. Tuttavia, normalizzando i risultati per simili condizioni atmosferiche (sulla base delle differenze giornaliere di temperatura) risulta che gli immobili nelle siti nelle regioni settentrionali tendono in realtà ad avere un rendimento energetico migliore.

### **1.3 Verso una gestione sostenibile del patrimonio edilizio**

Preso atto delle considerazioni sino ad ora fatte, si può ritenere che la qualità degli edifici e delle attività di costruzione degli edifici stessi, hanno un notevole impatto non solo sull'ambiente ma anche sulla condizione sociale dei cittadini. Il world Sustainable Building Conference che si è tenuto nel Settembre 2002, ha concluso che non ci si dovrà aspettare sensibile riduzione degli impatti attraverso la costruzione di nuovi e più efficienti edifici, bensì la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente dovrebbe essere il principale punto di partenza per la riduzione del carico ambientale in modo significativo nei prossimi 20 o 30 anni. Basti pensare che a seguito di una previsione è scaturito che, un aumento dell'efficienza energetica negli impianti di riscaldamento, raffreddamento, acqua calda, ed illuminazione dovuto alla ristrutturazione dell'intero parco immobiliare esistente, comporterebbe una riduzione annua delle emissioni di CO2 pari a 450Mt, circa l'impegno totale del Protocollo di Kyoto (Norris M., Shiels P., 2004).

Dal punto di vista della ristrutturazione sostenibile, questa dovrebbe essere indirizzata preferenzialmente al patrimonio abitativo monofamiliare e plurifamiliare realizzato tra il 1960 e il 1980, caratterizzato nella generalità da cattive condizioni tecniche quali la bassa qualità del fabbricato, il ritiro dello Stato dai lavori di manutenzione e di riparazione a seguito della privatizzazione di massa, infine, la mancanza di istituzioni e associazioni dei proprietari che potrebbero effettivamente assumersi la responsabilità di un corso di manutenzione.

## CAPITOLO 1 L'AMBIENTE E L'EDILIZIA

Tuttavia è di notevole importanza sottolineare il fatto che fino ad ora, si è assistito ad una serie di barriere economiche e sociali che hanno frenato le operazioni di ristrutturazione, in primis la scarsa capacità di investimento dei proprietari degli immobili, la scarsa conoscenza di soluzioni tecniche e il complesso iter burocratico e decisionale manifestatosi nello specifico settore delle comproprietà. La ristrutturazione degli edifici è finora stata motivata essenzialmente dal passaggio di proprietà degli stessi, operazione che negli ultimi anni, ha subito un notevole calo, a seguito del rallentamento delle operazioni di compravendita immobiliare dovuto alla riduzione del potere d'acquisto delle famiglie (Nazioni Unite - Consiglio Economico e Sociale, 2008). Va inoltre sottolineata la necessità di assicurare che gli occupanti degli edifici modifichino i loro comportamenti allo scopo di promuovere un uso più razionale delle risorse energetiche, incoraggiando l'eliminazione di pratiche inutili e dannose. In questa direzione si sta muovendo lo sviluppo di strumenti metodologici atti a creare nuove opportunità per:

1. Migliorare la progettazione di nuovi edifici secondo criteri di sviluppo sostenibile quali la durabilità, la flessibilità e l'adattabilità;
2. Promuovere i lavori di ristrutturazione del caso, applicando strumenti di valutazione per il ciclo di vita degli edifici, compresa la fase progettuale della ristrutturazione;
3. Assistere la decisione dei proprietari concerne il restauro, permettendo valutazioni del ciclo di vita e realizzando edifici definiti sostenibili, ossia aventi minimi impatti nel globale sull'ambiente naturale.



# Capitolo 2

## Edilizia sostenibile

Nel presente capitolo vengono affrontate le tematiche inerenti la sostenibilità ambientale nel settore edile, attraverso i concetti e le normative che stanno alla base dell'edilizia sostenibile stessa. Viene inoltre proposto il percorso che ha portato alla nascita dei principali strumenti di studio e di valutazione della sostenibilità ambientale nel settore edile. Le tematiche e le particolarità inerenti i sistemi di valutazione della sostenibilità ambientale sono affrontate in modo approfondito nei successivi capitoli.

### 2.1 Edilizia sostenibile

Prima di parlare di edilizia sostenibile, e prima di darne una definizione accurata, si ritiene opportuno, in questa prima fase, dare le definizioni di alcune terminologie di comune utilizzo, per comprenderne meglio il significato; le terminologie e le relative definizioni sono riportate di seguito:

**Architettura ecologica;** si tratta di un'espressione di origine anglosassone molto diffusa ed è riferita all'architettura "ambientalmente responsabile" (dove s'intende per architettura = arte del costruire; eco = oikos = ambiente). Sulla scia delle direttive indicate nel 1992 dalla Conferenza ONU sullo Sviluppo Sostenibile, l'espressione «architettura ecologica» tende ad essere sostituita dall'espressione «attività costruttiva sostenibile», con più evidenti i riferimenti agli aspetti socio-economici posti dalle emergenze ambientali globali. Volendo indicare le tematiche più specifiche dell'architettura ecologica, queste sono riferibili a: inquinamento indoor; ciclo di vita dei materiali e dei componenti; comportamento energetico degli edifici e delle soluzioni tecnologiche; valutazione eco-economica delle varie fasi del processo edilizio e del suo impatto sull'ambiente; riuso e riciclaggio dei materiali; ricerca di materiali e soluzioni

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

alternative rispetto a sostanze rivelatesi dannose per la salute o per l'ambiente (J.Yudelsen 2007).

**Architettura bioclimatica;** sino a metà dello scorso secolo è prevalsa la convinzione che gli edifici potessero essere costruiti indistintamente con identiche caratteristiche per qualsiasi condizione climatica, assegnando agli impianti il compito di realizzare le condizioni di benessere all'interno degli ambienti. La crisi energetica degli anni settanta ha però indotto ad un ripensamento sulla necessità di correlare i caratteri tipologici e tecnologici degli edifici con le caratteristiche climatiche del sito e con l'uso di risorse energetiche rinnovabili. L'Architettura bioclimatica si occupa dello studio delle soluzioni tipologiche e delle prestazioni dei sistemi tecnologici che rispondono maggiormente alle caratteristiche ambientali e climatiche del sito, e che consentono di raggiungere condizioni di benessere all'interno degli edifici (A. Hadrovic, 2008).

**Bioedilizia;** il termine "bioedilizia" nasce come traduzione del termine tedesco "*bau biologie*" utilizzato dall'Istituto Indipendente di Ricerca fondato nel 1976 a Neubern (Germania) a sostegno di un "costruire biologico". Tal termine *bioedilizia* viene frequentemente utilizzato per indicare materiali, processi e metodi edilizi rispettosi della salute degli abitanti, possibilmente di origine naturale ed a basso impatto ambientale. Il merito principale dell'idea biologica è quello di aver spostato l'accento dall'oggetto costruito all'uomo che lo abita, occupandosi quindi delle condizioni di benessere fisico ma anche psichico delle persone in rapporto alle abitazioni e ai luoghi su cui queste sono edificate (forze magnetiche naturali, elettrosmog, emissioni nocive, forma e disposizione degli spazi, luce naturale e colori, simboli e significati). Si arriva così ad una consistente manualistica di tipo prescrittiva, soprattutto in lingua tedesca, ricca di ricette ed elenchi scrupolosi per la scelta dei materiali e l'individuazione delle tecnologie più biocompatibili (J.Yudelsen 2007).

**Edilizia sostenibile;** per quanto concerne la sostenibilità edilizia, può essere delineata attraverso una serie di principi guida. Questi si pongono l'obiettivo, al fine di produrre effetti concreti, di guidare l'intero processo di elaborazione di scelte normative regionali o locali ed indirizzare gli enti verso una programmazione ed attuazione delle diverse

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

politiche concerni l'edilizia. Tali principi, sui quali l'edilizia sostenibile si fonda, sono da considerarsi priorità strategiche per le quali attivare processi ed azioni tendenti al raggiungimento di obiettivi specifici (G. Scudo, 2002).

I principi sono dieci, e sono raggruppati secondo aree di intervento. La prima area (principi 1-3) riguarda il contesto dell'abitare; la seconda (principi 4-6) il manufatto edilizio mentre la terza (principi 7-9) investe più propriamente l'utilizzo del manufatto stesso. Il decimo ed ultimo principio si riferisce alla necessaria azione per la diffusione dei principi e dei criteri finalizzati ad una nuova e diversa cultura del progetto :

1. Ricercare uno sviluppo armonioso e sostenibile del territorio, dell'ambiente urbano e dell'intervento edilizio;
2. Tutelare l'identità storica delle città e favorire il mantenimento dei caratteri storici e topologici legati alla tradizione degli edifici;
3. Contribuire, con azioni e misure, al risparmio energetico e all'utilizzo di fonti rinnovabili;
4. Costruire in modo sicuro e salubre;
5. Ricercare e applicare tecnologie edilizie sostenibili sotto il profilo ambientale, economico, e sociale;
6. Utilizzare materiali di qualità certificata ed eco-compatibili;
7. Progettare soluzioni differenziate per rispondere alle diverse richieste di qualità dell'abitare;
8. Garantire gli aspetti di "safety" e di "Security" dell'edificio;
9. Applicare la domotica per lo sviluppo di una nuova qualità dell'abitare;

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

10. Promuovere la formazione professionale, la progettazione partecipata e l'assunzione di scelte consapevoli nell'attività edilizia.

Un'altra possibile definizione / interpretazione riguardante l'edilizia sostenibile la si può anche ritrovare nella legislazione a carattere regionale. Per quanto concerne, ad esempio, lo specifico ambito della Regione Veneto, l'articolo primo della legge n. 4 del 9 marzo 2007 (iniziative ed interventi a favore dell'edilizia sostenibile) definisce il termine edilizia sostenibile come l'osservanza di teorie progettuali che fondano l'ideazione e la realizzazione del manufatto edilizio su principi di compatibilità dello stesso con l'ambiente e di miglioramento della qualità della vita. Più nel dettaglio, l'articolo secondo definisce che sono da indicarsi interventi di bioedilizia, edilizia naturale, edilizia ecologica, edilizia bio-etico-compatibile, edilizia bio-ecologica, gli interventi di edilizia pubblica o privata che siano caratterizzati dai seguenti requisiti (L.R.n.4, 2007):

1. Favoriscono il risparmio energetico, l'utilizzo delle fonti rinnovabili ed il riutilizzo delle acque piovane;
2. Garantiscono il benessere, la salute e l'igiene dei fruitori;
3. Si avvalgono di materiali da costruzione, di componenti per l'edilizia, di impianti, di elementi di finitura, di arredi fissi selezionati tra quelli che non determinano lo sviluppo di gas tossici, emissione di particelle, radiazioni o gas pericolosi, inquinamento dell'acqua o del suolo;
4. Privilegiano l'impiego di materiali e manufatti di cui sia possibile il riutilizzo anche al termine del ciclo di vita dell'edificio e la cui produzione comporti un basso consumo energetico.
5. Conservino, qualora si tratti di interventi di restauro, i caratteri morfologici di interesse storico.

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

Per quanto concerne il punto quinto, compare il termine “ciclo di vita”, i cui principi fondamentali vengono illustrati nel paragrafo seguente (§2.2).

### **2.2 Metodologia Life Cycle Assessment**

Il Life Cycle Assessment rappresenta il principale strumento operativo del Life Cycle Thinking (LCT), un’impostazione di pensiero che propone di tener conto di tutti gli aspetti del ciclo di vita di un prodotto o servizio allo scopo di ridurre l’utilizzo delle risorse e le emissioni nell’ambiente causate dal prodotto / servizio stesso (UNEP e SETAC, 2007).

Questo strumento, permette di valutare gli impatti ambientali associati ad un prodotto, processo o attività, attraverso l’identificazione e la quantificazione dei consumi di materia, energia ed emissioni nell’ambiente e l’identificazione e la valutazione delle opportunità per diminuire questi impatti. L’analisi riguarda l’intero ciclo di vita del prodotto (“dalla culla alla tomba”): dall’estrazione e trattamento delle materie prime, alla produzione, trasporto, distribuzione del prodotto, al suo uso, riuso e manutenzione, fino al riciclo ed alla collocazione finale dello stesso dopo l’uso (SETAC, 1991). La metodologia LCA è regolata dalla famiglia delle norme ISO 14040, in particolare la 14040:2006 e la 14044:2006. La UNI EN ISO 14040:2006 “*Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Principi e quadro di riferimento*”; fornisce in un quadro generale le pratiche, le applicazioni e le limitazioni dell’LCA, ed è destinata ad una vasta gamma di potenziali utenti e parti interessate, anche con una conoscenza limitata della valutazione del ciclo di vita. La UNI EN ISO 14044:2006 “*Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Requisiti e linee guida*”; è stata elaborata per la preparazione, la gestione e la revisione critica del ciclo di vita. Fornisce le linee guida per la fase di valutazione dell’impatto dell’LCA, la fase di interpretazione dei risultati, la valutazione relativa alla natura e alla qualità dei dati raccolti.

L’elaborazione di uno studio LCA si articola essenzialmente in quattro fasi (ISO, 2006):

1. Definizione dell’obiettivo e del campo di applicazione dello studio (Goal and scope Definition).

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

2. Analisi d'inventario (Inventory Analysis), nella quale si compila un inventario di input (ovvero elementi in ingressi come materiali, energia, risorse naturali) e di output (ovvero elementi in uscita come emissioni in aria, acqua, suolo) rilevanti nel sistema;
3. Valutazione degli impatti ambientali potenziali, diretti ed indiretti, associati a questi input e output (Impact Assessment);
4. Analisi dei risultati e valutazione dei miglioramenti delle due fasi precedenti ossia la definizione delle possibili linee d'intervento (Interpretation).

L'affermarsi della metodologia LCA è in qualche modo l'effetto simultaneo di tre eventi (Scipioni, 2008); in primis la crescente consapevolezza che i problemi ambientali non possono più essere affrontati per singoli comparti (aria, acqua, suolo) ma richiedono una valutazione e intervento globale, in secondo luogo la maggior attenzione alle politiche di prodotto quale parte integrante delle politiche ambientali orientate al sistema di processo, infine, la richiesta di maggiori informazioni ambientali da parte di tutti gli stakeholder sempre più attenti ad operare scelte sui criteri di qualità ambientale. Il metodo offre quindi numerose possibilità di utilizzo, tra le quali (Scipioni, 2007):

- aiutare ad identificare, quantificare, interpretare e valutare gli impatti ambientali di un prodotto;
- quantificare gli impatti su acqua, aria, suolo e stimare gli impatti legati al consumo di risorse a livello locale, regionale, nazionale o globale nei diversi stadi di vita del prodotto;
- comparare gli impatti ambientali di prodotto con uno standard di riferimento;
- selezionare indicatori rilevanti di performance ambientali per paragonare tra loro prodotti con la medesima funzione;
- identificare opportunità di miglioramento degli aspetti ambientali di un prodotto, individuando gli stadi del ciclo di vita che presentano impatto ambientale dominante;
- assistere il processo decisionale delle industrie e della pubblica amministrazione;

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

- comunicare informazioni ambientali per la presentazione degli impatti legati ad un intervento.

La metodologia LCA non è quindi solo un mezzo per la salvaguardia dell'ambiente; essa può diventare infatti un importante strumento per il rafforzamento delle dinamiche competitive e di riduzione e controllo dei costi (Bonoli et AL, 2004). Esistono, tuttavia, una serie di limitazioni e di difficoltà nell'applicazione della metodologia; l'implementazione di uno studio di LCA richiede un intenso dispendio sia in termini di tempo che di risorse economiche e sociali. Si dovrà quindi condurre una preliminare valutazione su quali saranno i dati che si dovranno utilizzare e sulla loro reperibilità, nonché sul dispendio in termini di risorse finanziarie, temporali e di personale necessari a portare a termine lo studio (Scipioni, 2008). Esistono poi una serie di altri limiti strutturali legati alla metodologia LCA stessa, che è necessario conoscere e tenere in considerazione durante l'utilizzo quali (Arena e Scipioni, 2003):

- la tecnica non consente la valutazione di impatti definiti a livello locale; i risultati di uno studio condotto a livello regionale o globale possono risultare non rappresentativi delle condizioni locali;
- gli impatti ambientali sono descritti come impatti potenziali perché non sono definiti nello spazio e nel tempo adottando, quindi, un approccio di tipo stazionario;
- la natura delle scelte e assunzioni compiute, come ad esempio fissare i confini del sistema, scegliere la provenienza dei dati e fissare le categorie di impatto, può essere comandata da aspetti soggettivi;
- i modelli applicati nella valutazione degli impatti ambientali potrebbero non essere disponibili per tutte le applicazioni in quanto sono direttamente dipendenti dalle assunzioni fatte;
- l'accuratezza dei dati ottenuti è notevolmente influenzata dalla disponibilità, accessibilità e qualità dei dati;
- riuscire a convertire la serie di risultati e informazioni ottenute in un unico punteggio finale richiede il ricorso a semplificazioni e valutazioni da parte del decisore o del modellista stesso. Tali aggiustamenti possono essere condotti

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

ricorrendo a diverse tecniche che, però, non possono trovare fondamento solo sulle scienze naturali;

- la validità dei risultati è limitata nel tempo e variabile a seconda del prodotto o servizio considerato.

In generale, le informazioni ottenute attraverso uno studio LCA dovrebbero essere usate come parte di un processo decisionale molto più completo e utilizzate per comprendere gli scambi globali o generali. Confrontare i risultati di differenti studi LCA, è possibile solamente se le assunzioni ed il contesto di ciascuno studio sono i medesimi (Arena e Scipioni, 2003).

### **2.2.1 LCA in edilizia**

Il metodo LCA nasce in ambito industriale e solo recentemente è stato “trasferito” e applicato al settore delle costruzioni. Con non pochi ostacoli e difficoltà, legate alla peculiarità del settore. Molte sono oggi le sollecitazioni normative che indirizzano verso un approccio al ciclo di vita (Life Cycle Thinking), e forse saranno proprio le sollecitazioni normative a permettere l’affermazione di questo metodo di valutazione e di questo approccio al progetto, rispetto a una adesione spontanea da parte degli operatori del settore. Il quadro di riferimento dei percorsi normativi, delle politiche di incentivo e dell’evoluzione degli strumenti segue sostanzialmente due percorsi autonomi, che oggi stanno difficoltosamente ricongiungendosi in alcuni, anche se ancora pochi, contesti: la valutazione ambientale dell’edificio e la valutazione ambientale dei prodotti edilizi (Lavagna, 2008). Per effettuare l’analisi dell’impatto ambientale associato al ciclo di vita di un edificio sono disponibili sul mercato mondiale numerosissimi software di supporto. Nonostante ognuno di essi abbia delle proprie caratteristiche, quasi tutti sono basati sulla stessa metodologia ed hanno, quindi, molte caratteristiche comuni, ad esempio in ogni software viene considerata l’estrazione delle materie prime, la produzione ed il trasporto dei materiali, la costruzione in-situ, l’occupazione, la demolizione ed il successivo riuso, riciclaggio e smaltimento dei materiali. Per far ciò, all’interno dei software sono contenuti o possono essere importati i database, i cui dati sono utilizzati per eseguire l’analisi dell’inventario (LCI) (§ 2.2). I

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

principali software utilizzabili per effettuare l'analisi LCA nel settore edilizio sono riportati di seguito (Desideri et AL, 2008):

- **Athena Impact Estimator for Buildings**, Canada; il software prende in considerazione gli impatti ambientali di: produzione e trasporto di materiali, costruzione in-situ, variazione regionale nell'uso di energia e nei trasporti, tipo di edificio, effetti della conservazione e del restauro, demolizione ([www.athenasmi.org](http://www.athenasmi.org));
- **BEES** (Building for Environmental and Economic Sustainability), Stati Uniti; in tale software sono analizzate tutte le fasi della vita di un prodotto, dall'acquisizione delle materie prime, alla produzione, al trasporto, all'installazione, all'uso e il riciclo. Il software include dati di funzionamento ambientali ed economici per 230 prodotti edilizi (CIB, 2001);
- **Eco-Quantum**, Olanda; è uno strumento che quantifica l'impatto ambientale a livello di interi edifici. I dati tipici da inserire nel programma sono la dimensione dell'edificio, la durata della vita dell'edificio, l'uso dei materiali, l'uso di acqua e l'uso di energia. Nel software, i calcoli ambientali ed i calcoli energetici sono integrati, quindi, per esempio, se si sceglie un materiale che aumenta l'uso di energia per il riscaldamento della casa, automaticamente viene rifatto sia il calcolo energetico che il calcolo ambientale ([lct.jrc.ec.europa.eu](http://lct.jrc.ec.europa.eu));
- **Invest 2**, Regno Unito; semplifica il processo di progettazione di edifici a basso impatto ambientale e a bassi costi. I progettisti immettono i dati relativi al disegno del loro edificio e i materiali scelti mentre il software identifica gli elementi con più influenza sull'impatto ambientale dell'edificio e i costi lungo tutto il ciclo di vita e mostra gli effetti provocati da scelte di materiali differenti nella costruzione della scelta di materiali diversi ([invest2.bre.co.uk](http://invest2.bre.co.uk));
- **LEGEP**, Germania; è uno strumento di supporto nella progettazione, costruzione e valutazione di edifici nuovi o esistenti. Il database contiene la

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

descrizione di tutti gli elementi di un edificio ed i costi del loro ciclo di vita. Il software stabilisce i bisogni energetici per riscaldamento, acqua calda, elettricità ed i loro costi ([lct.jrc.ec.europa.eu](http://lct.jrc.ec.europa.eu)).

L'Italia risulta invece essere ancora indietro rispetto ai Paesi che hanno realizzato i software sopracitati; l'unica banca dati italiana attualmente disponibile è la DIM, contenuta all'interno del software "eVerdEE" prodotto dall'ENEA ([www.ecosmes.net](http://www.ecosmes.net)). I dati contenuti all'interno della DIM risultano, però, insufficienti per realizzare uno studio di LCA nel settore edilizio. La Regione Marche ed ITACA (Istituto per la Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale) stanno, tuttavia collaborando con l'ITC-CNR (Istituto per le Tecnologie delle Costruzioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche) per la realizzazione della prima banca dati in Italia dei materiali di riferimento per costruzioni ad elevata prestazione ambientale (Desideri et AL, 2008).

### **2.2.2 LCA dei prodotti edilizi**

Come per l'edificio, così anche per i prodotti edilizi si è manifestata l'esigenza di definire come valutare l'eco compatibilità, in maniera scientifica, condivisa e affidabile. A livello internazionale esistono diversi tipi di etichettatura, in particolare l'Ecolabel (§ 3.2) e l'Environmental Product Declaration EPD. L'EPD è un'etichetta ecologica che riporta dichiarazioni basate su parametri stabiliti e che contiene una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto e permette di comunicare informazioni relative alla prestazione ambientale stessa (Scipioni, 2007); è regolamentata dalla norma ISO/TR 14025 (ISO, 2000) e in accordo con le norme della serie ISO 14040 sull'applicazione della metodologia LCA.

Nel settore edilizio si è optato per questo secondo tipo di etichettatura, in grado di veicolare una informazione tecnica utile agli operatori, e in particolare ai progettisti. In edilizia, infatti, non è possibile definire l'ecologicità dei prodotti in maniera slegata dall'edificio; piuttosto sono necessarie informazioni tecniche sul profilo ambientale per operare scelte consapevoli. Nel settore delle costruzioni è stata dunque elaborata una norma specifica sull'EPD dei prodotti edilizi: la ISO 21930:2007, Sustainability in building constructions – Environmental declaration of building products (Lavagna,

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

2008). Parallelamente sono state sviluppate norme relative alle certificazioni delle prestazioni dei prodotti: in particolare, la direttiva 89/106/CE, che introduce la marcatura CE, prevede l'assunzione di responsabilità da parte del produttore rispetto a sei requisiti essenziali (resistenza meccanica e stabilità; sicurezza in caso d'incendio; igiene, salute e ambiente; sicurezza d'impiego; protezione contro il rumore; risparmio energetico) (Monica Lavagna, 2008). La scala del prodotto è oggetto di attenzione anche da parte della Politica Integrata di Prodotto IPP <sup>(1)</sup>, che spinge alla responsabilizzazione di tutti gli attori e sollecita il Green Public Procurement GPP <sup>(2)</sup>. Le Regioni italiane hanno manifestato l'esigenza di avere un prezzario relativo a "prodotti edilizi ecologici" di riferimento per il Green Public Procurement. Questo ha portato a cercare di integrare il Protocollo di ITACA (il sistema di valutazione e certificazione della sostenibilità ambientale nell'ambito edilizio realizzato dall'Istituto ITACA, §3.5) con un elenco di "materiali ecologici" di riferimento. ITACA si è orientata verso l'uso del Life Cycle Assessment, tramite l'emissione di un bando per la realizzazione di una "banca dati dei materiali di riferimento per costruzioni ad elevata prestazione ambientale" (Lavagna, 2008). Attualmente la strategia europea inerente la sostenibilità dei prodotti ha rinnovato la sollecitazione a definire l'ecologicità dei prodotti con la Comunicazione n.400 del 16 giugno 2008, "acquisti pubblici per un ambiente migliore", che fornisce un ulteriore impulso in favore della diffusione del GPP, proponendo come obiettivo, da conseguire entro il 2010, il 50% di acquisti "verdi" (sia come numero di appalti che come volume di acquisti) ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)).

---

(1) La politica integrata dei prodotti (IPP) è parte integrante della strategia comunitaria per lo sviluppo sostenibile. Tutti i prodotti e servizi hanno un impatto ambientale, sia durante la produzione sia durante l'uso o lo smaltimento finale. Obiettivo della politica ambientale europea è far sì che il miglioramento ambientale vada di pari passo con il miglioramento delle prestazioni dei prodotti e nello stesso tempo favorisca la competitività dell'industria a lungo termine. Questo, in estrema sintesi, è l'obiettivo della Politica Integrata dei Prodotti (IPP) le cui linee strategiche, sviluppate in collaborazione con le imprese e i soggetti interessati, sono contenute nella Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo del 18.6.03 ([www.ispra.gov.it](http://www.ispra.gov.it)).

(2) Il Green Procurement è un sistema di acquisti di prodotti e servizi ambientalmente preferibili, cioè "quei prodotti e servizi che hanno un minore, ovvero un ridotto, effetto sulla salute umana e sull'ambiente rispetto ad altri prodotti e servizi utilizzati allo stesso scopo". In questo ambito un settore specifico è costituito dal Green Public Procurement (GPP); gli acquisti effettuati dalla Pubblica Amministrazione rappresentano in Italia il 17% del PIL ([www.ispra.gov.it](http://www.ispra.gov.it)).

### **2.2.3 Ciclo di vita, prestazioni e durata**

Uno degli aspetti più critici dell'applicazione del Life Cycle Assessment in edilizia è la definizione dell'unità funzionale <sup>(3)</sup>, sia alla scala del componente, sia alla scala della soluzione tecnica, sia alla scala dell'edificio. Se si sta valutando un componente, la definizione dell'unità funzionale è particolarmente critica, perché si tende ad assumere le prestazioni “fornite” dal componente, privilegiando quella caratterizzante, senza conoscere le prestazioni che si attendono da quel componente all'interno dell'edificio (Campioli, 2008). Inoltre in genere si tende a impostare valutazioni LCA di prodotto comparative assumendo una sola prestazione di riferimento, mentre tutti i prodotti edilizi assolvono in opera a più prestazioni. Se si prendono in considerazione i requisiti essenziali definiti dalla direttiva 89/106/CE sui prodotti da costruzione, essi sono molto articolati e difficili da considerare contemporaneamente nell'impostazione di una valutazione LCA comparativa. Dunque la valutazione comparativa tra materiali e prodotti è sempre parziale e poco adeguata alla definizione della “sostenibilità” di un prodotto. Se si sta valutando una soluzione tecnica, nuovamente si pone il problema della definizione delle prestazioni attese da quella soluzione all'interno dell'edificio e in sinergia con gli altri sub sistemi: le prestazioni attese per esempio da una chiusura verticale cambiano in relazione alla località climatica, alle specificità del sito, all'orientamento, alle modalità d'uso, al sistema di impianti adottato ecc (Campioli, 2008). Di conseguenza operare comparazioni volte a identificare una soluzione tecnica “sostenibile” sono alquanto rischiose e tendenziose. Se si sta valutando un edificio, al fine di individuare la soluzione tecnica e i materiali più adeguati oppure di “ottimizzare” la quantità di materiali impiegati in relazione alle prestazioni svolte in fase d'uso, risulta critica la definizione dell'unità funzionale, volendo definire per esempio le prestazioni attese dall'edificio nel suo insieme, e soprattutto le durate, sia dei componenti che dell'edificio. Infatti, la scelta della soluzione tecnica più eco-efficiente dipende dalla durata dell'edificio come insieme (per esempio dalla permanenza o temporaneità dell'edificio) e dipende dalla durata dei componenti (manutenzioni e sostituzioni incrementano il carico ambientale totale).

---

(3) L'unità funzionale è un elemento necessario impostato durante la fase di definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dello studio (ISO 14044 - §4.2 – Goal & Scope Definition). Le funzioni sono le prestazioni caratteristiche del prodotto, l'unità funzionale quantifica tali funzioni. (Scipioni, 2007).

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

La definizione della durata è centrale in una valutazione che ha come obiettivo la valutazione del ciclo di vita, e però è quanto mai problematica nel settore edilizio, poiché gli edifici sono “oggetti” che durano a lungo nel tempo, composti da elementi con durate differenti e soggetti a modificazioni in relazione alle modalità d’uso nel tempo.

L’impegno verso la definizione di modalità di applicazione della valutazione LCA in edilizia efficaci per cogliere le peculiarità tipiche del settore è notevole, per la necessità di comporre diversi aspetti e tenere in considerazione vari versanti. Si tratta di un impegno necessario per uscire dalle “rigidità” del metodo derivanti da un approccio tipico dell’ingegnerizzazione dei processi e per far emergere “nuove” modalità di applicazione e obiettivi di valutazione utili al settore edilizio (Lavagna, 2007).

### **2.3 Edilizia sostenibile, nascita di strumenti ed iniziative**

Il settore edilizio ha da tempo manifestato l’esigenza di orientarsi verso la sostenibilità e di avere a disposizione strumenti di supporto alla progettazione ambientale e di valutazione dell’edificio progettato. La risposta a queste esigenze è stata soddisfatta, in questi anni, tramite percorsi diversi dal LCT e più vicini a una impostazione “progettante”. Si sono andati definendo, in maniera prima spontanea, poi sempre più formalizzata, requisiti e criteri progettuali orientati alla sostenibilità (risparmio energetico, risparmio e recupero dell’acqua, riciclaggio dei materiali), che hanno poi portato alla costruzione di veri e propri framework di criteri progettuali (Lavagna, 2009).

I primi strumenti di edilizia sostenibile scaturiscono per sollecitazione di costruttori inglesi e americani, con strumenti di certificazione degli edifici (Green Building Rating Systems), rivolti in un primo momento agli edifici commerciali e agli uffici. In tali casi, l’utente-acquirente esprime l’esigenza di avere ridotti costi ed efficienza di gestione, ma anche di qualità degli spazi destinati al lavoro per una maggiore produttività degli impiegati. Il successo ottenuto dalle certificazioni, la loro diffusione e affermazione sul mercato, ha portato ad allargare le destinazioni funzionali oggetto di etichettatura, estendendo le certificazioni alle residenze e ad altre attività. Il primo

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

strumento di certificazione ambientale è stato Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), sviluppato dal BRE, un ente di ricerca pubblico in Gran Bretagna, a partire dal 1988. La diffusione e notorietà acquisita negli ultimi dieci anni dal BREEAM in Inghilterra ha orientato il governo ad adottarlo come strumento per la definizione del “Code for Sustainable Homes”, trasferendo dunque quello che è nato come strumento volontario in un vero e proprio documento normativo. Il Code non sostituisce il BREEAM, che rimane la certificazione adottata volontariamente dagli operatori sul mercato, ma ne ricalca la struttura e ne trae una serie di criteri, introducendoli inizialmente come volontari (rispettati i quali si accede a incentivi) con la prospettiva di renderli cogenti nel lungo periodo. Il Code introduce un percorso di riduzione degli impatti delle costruzioni funzionale a raggiungere l’obiettivo governativo di realizzare, entro il 2026, tutti gli edifici di nuova costruzione carbon neutral, ossia “a zero emissioni” (Lavagna, 2009). Un esempio è rappresentato dal quartiere BedZed (ZED = “Zero Energy Development”) realizzato nella località di Beddinton, Londra, dall’architetto Bill Dunster (figura 2.1).



**Figura 2.1:** *Quartiere a zero emissioni realizzato a Londra dall’architetto Bill Dunster*

In America invece trova ampia applicazione la metodologia LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), sviluppata a partire dal 1993 dal United States Green

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

Building Council USGBC, un'organizzazione non governativa che comprende molti esponenti dell'industria, della ricerca e del governo. Recentemente è stata approvata anche la versione italiana del protocollo LEED dal GBC Italia; LEED ITALIA NC V. 0.9 (§ 3.4). In Italia, in considerazione dei principi di processi di Agenda 21, documento di intenti che precisa gli indirizzi politici, le azioni da adottare per promuovere uno sviluppo sostenibile (UNCED – Rio de Janeiro ,1992), le Pubbliche Amministrazioni manifestano l'esigenza di inserire nei regolamenti edilizi criteri di sostenibilità per gli interventi sul territorio, di definire criteri ambientali per l'assegnazione di "premi" di volumetria o incentivi alle costruzioni sostenibili e di avere strumenti di valutazione per la verifica del soddisfacimento di tali criteri e la stesura di graduatorie di merito. A tal fine l'Associazione delle Regioni italiane, riunite nell'ambito ITACA (Istituto per la Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale), ha elaborato il Protocollo ITACA (§ 3.5).

Le Regioni italiane hanno cominciato ad utilizzare questo strumento, in maniera volontaria per incentivare l'edilizia sostenibile tramite premi di volumetria e sgravi sugli oneri di urbanizzazione. Il Protocollo ITACA è la contestualizzazione dello strumento internazionale SBtool, (Sustainable Building Method). ITACA non è attualmente un organismo in grado di rilasciare certificazioni per cui è iiSBE Italia l'organismo che in questo momento sta gestendo le certificazioni. Attraverso una versione semplificata del Protocollo ITACA (§ 3.5.4) sono stati rilasciati "attestati" di sostenibilità, da parte di iiSBE Italia in relazione al piano casa della regione Piemonte (Legge regionale 14.07.09 n.20) per 10.000 alloggi entro il 2012. Ma non si tratta ancora di vere e proprie certificazioni: in questo caso la certificazione sarà emessa dalla Regione Piemonte. Sicuramente Itaca e SBC Italia costituiscono il riferimento privilegiato degli enti pubblici e in particolare delle Regioni italiane. Ulteriore percorso in atto in Italia è la definizione dei criteri per un Ecolabel Europeo degli edifici. La Direzione Ambientale della Comunità europea, su sollecitazione di ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ha avviato, le procedure di definizione di un marchio di qualità ecologica (Ecolabel Europeo) degli edifici (Regolamento (CE) n. 66/2010), dando mandato all'Italia di definire i criteri (§ 3.2).

## 2.4 Quadro normativo

A livello internazionale l'organo Tecnico Preposto alla definizione delle norme di riferimento concerni la sostenibilità ambientale nell'ambito edilizio è l'ISO/TC 59/SC 'Sostenibilità nell'edilizia', più precisamente i gruppi di lavoro sono di seguito riportati (Galeotto, 2009);

TC 59/SC 17/WG 1 - Principi generali e terminologia

TC 59/SC 17/WG 2 - Indicatori della sostenibilità

TC 59/SC 17/WG 3 - Dichiarazione ambientale dei prodotti

TC 59/SC 17/WG 4 - Performance ambientale degli edifici

TC 59/SC 17/WG 5 - Opere di ingegneria civile

Le principali norme pubblicate sono di seguito riportate:

ISO 15392:2008 Sostenibilità in edilizia - Principi generali.

La presente norma internazionale individua e stabilisce i principi generali per la sostenibilità nell'edilizia. Si basa sul concetto di sviluppo sostenibile, e si riferisce all'intero ciclo di vita dell'edificio, dalla nascita alla dismissione, tenendo in considerazione materiali, prodotti, servizi e processi relativi all'edificio. La presente norma internazionale non fornisce tuttavia i livelli (benchmark) che possano servire come base per la valutazione della sostenibilità (ISO 15392, 2008).

ISO / TS 21931-1:2006 - Sostenibilità in edilizia - Quadro dei metodi di valutazione per le prestazioni ambientali nei lavori di costruzione – Parte 1: Edifici.

Questa parte della norma ISO / TS 21931 fornisce un quadro generale per migliorare la qualità e la comparabilità delle metodologie di valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici. Tal norma individua e descrive le questioni che devono essere prese in considerazione nel momento in cui si abbia la necessità di utilizzo dei

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

metodi per la valutazione degli aspetti ambientali e delle prestazioni di edifici di nuova costruzione o già esistenti, nelle fasi di progettazione, costruzione, funzionamento, rinnovo e demolizione. Questa parte della norma ISO / TS 21931 è destinata ad essere utilizzata in combinazione con e secondo i principi stabiliti dalla serie ISO 14000 (ISO 21931, 2006).

ISO / TS 21929-1:2006 Sostenibilità in edilizia - Indicatori di sostenibilità - Parte 1: Quadro per lo sviluppo di indicatori per gli edifici (ISO, 2006).

Questa parte della norma ISO / TS 21929 fornisce un quadro linee guida per lo sviluppo e la selezione di appropriati indicatori di sostenibilità per gli edifici. L'obiettivo di questa parte della norma ISO / TS 21929 è quello di definire il procedimento da seguire nel valutare l'impatto economico, ambientale e sociale di un edificio con l'ausilio di una serie di indicatori.

In definitiva attraverso la ISO / TS 21929:

- I principi di sostenibilità adatti agli edifici.
- Comprende un quadro di riferimento per la valutazione degli impatti economici, ambientali e sociali degli edifici.
- Esempi di utilizzo di indicatori di sostenibilità.  
utilizzando indicatori di sostenibilità.
- Sostiene il processo di scelta degli indicatori.
- Sostiene lo sviluppo di strumenti di valutazione.
- Definisce la conformità alle specifiche sopraindicate.

ISO 21930:2007 - Sostenibilità in edilizia - La dichiarazione ambientale dei prodotti da costruzione.

La presente norma internazionale fornisce i principi ed i requisiti per l'etichetta ambientale di tipo III; dichiarazione (EPD) riferita ai prodotti da costruzione (§ 2.2.2). La presente norma internazionale fornisce quindi un quadro dei requisiti di base per le regole di categoria di prodotto (PCR) come definito nella ISO 14025, (ISO, 2007).

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

A livello europeo, l'Organo Tecnico Preposto è il CEN/TC 350 "Sostenibilità dei lavori da costruzione". Questo è responsabile dell'elaborazione di metodi volontari orizzontali normalizzati per la valutazione degli aspetti di sostenibilità delle costruzioni ed è responsabile delle norme per la dichiarazione ambientale di prodotto dei prodotti da costruzione. Per ora non è stata pubblicata alcuna norma tuttavia ve ne sono una serie in fase di studio quali (Galeotto, 2009);

prEN 15804: Sostenibilità dei lavori di costruzione: Dichiarazioni ambientali di prodotto – Regole di categoria di prodotto.

prEN 15941: Sostenibilità dei lavori di costruzione: Dichiarazioni ambientali di prodotto – metodi e dati generici.

prEN 15643-1: Sostenibilità dei lavori di costruzione: Valutazione della sostenibilità degli edifici parte 1: Quadro generale.

prEN 15643-2: Sostenibilità dei lavori di costruzione: Valutazione della sostenibilità degli edifici parte 2: Quadro per la valutazione delle prestazioni ambientali.

prEN 15643-3: Sostenibilità dei lavori di costruzione: Valutazione della sostenibilità degli edifici parte 3: quadro per la valutazione delle performance sociali.

prEN 15643-4: Sostenibilità dei lavori di costruzione: Valutazione della sostenibilità degli edifici parte 4: quadro per la valutazione dei risultati economici.

La Comunità Europea ha emanato alcune direttive volte principalmente alla regolamentazione degli aspetti energetici e dei materiali costruttivi più che la sostenibilità edilizia nel suo più ampio contesto, in particolare (Galeotto, 2009):

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

DIRETTIVA 89/106/CEE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 21 dicembre 1988, relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione.

DIRETTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell'edilizia.

DIRETTIVA 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 5 aprile 2006, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici.

DIRETTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 23 aprile 2009, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

A livello nazionale l'Organo Tecnico preposto è rappresentato dalla Commissione "Prodotti, processi e sistemi per l'organismo edilizio", più precisamente il Gruppo di Lavoro 4 "Sostenibilità in edilizia". Il Gruppo di lavoro ha pubblicato le seguenti norme (Alberto Galeotto, 2009):

UNI 11277:2008 "Sostenibilità in edilizia - Esigenze e requisiti di eco compatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione".

Tal norma, pubblicata nel Febbraio 2008, definisce le esigenze e i requisiti relativi all'eco compatibilità di progetti edilizi, con riferimento all'intero ciclo di vita dell'edificio, ai fini del processo di valutazione ambientale. Si applica ai progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, sia di nuova costruzione sia di ristrutturazione. In particolare, oltre a stabilire classi di esigenze quali la salvaguardia ambientale, l'utilizzo razionale delle risorse, il benessere l'igiene e la salute dell'utente, specifica una lunga serie di requisiti di diretta pertinenza con la proposta di legge in oggetto, la quale, anziché svilupparli al suo interno, dovrebbe ad essi fare riferimento (UNI, 2008).

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

Risulta inoltre in fase di studio il Rapporto Tecnico nazionale su “Indicatori dei requisiti relativi all’eco-compatibilità di progetti edilizi”, per la loro classificazione ai fini del processo di valutazione ambientale di cui alla UNI 11277. Il documento si inquadra nel più ampio contesto delle norme internazionali sulla sostenibilità ambientale ISO 21931 e dei progetti di norma CEN/TC 350. La verifica degli indicatori dei requisiti è sia di tipo quantitativo che qualitativo e si basa su una definizione di 6 classi di valutazione (§3.5.2) (Galeotto, 2009).

### **2.4.1 Piano Casa: accordo tra Stato e Regioni**

Il 31 marzo 2009 è stato definito l’accordo tra Stato-Regioni per il rilancio dell’economia e per rispondere ai bisogni abitativi delle famiglie (Balasso R., Zen P., 2009). Tale accordo prevede che le Regioni s’impegnino entro 90 giorni ad approvare proprie leggi atte a consentire un adeguato rilancio dell’attività edilizia, nel rispetto dell’ambiente e del tessuto urbanistico esistente e una sostituzione rapida del patrimonio edilizio fatiscente, obsoleto e non rispondente alla nuova situazione tecnologica ed energetica, con contestuale protezione dei beni storici, culturali e paesaggistici (Balasso R., Zen P., 2009). Per quanto concerne i recepimenti Regionali del Piano Casa, ad oggi, le Regioni che hanno legiferato in materia sono le seguenti: *Piemonte, Lombardia, Veneto, Toscana, Emilia Romagna, Umbria, Puglia, Lazio, Valle d’Aosta* (Balasso R., Zen P., 2009).

La prima importante legge concerne la Regione Veneto è la Legge Regionale n. 4 del 09 marzo 2007, “Iniziativa ed interventi regionali a favore dell’edilizia sostenibile”. Le finalità principali di tal Legge sono due (L.R., 2007):

1. Tutelare la qualità della vita, dell’ambiente e del territorio della Regione del Veneto promuovendo ed incentivando la sostenibilità energetico - ambientale nella realizzazione di opere di edilizia pubblica e privata.
  
2. Osservanza delle teorie progettuali che fondano l’ideazione e la realizzazione del manufatto edilizio su principi di compatibilità dello stesso con l’ambiente, e di miglioramento della qualità della vita umana.

## CAPITOLO 2 EDILIZIA SOSTENIBILE

La seconda importante legge è la Legge Regionale n. 14 dell'8 luglio 2009, "Intervento regionale a sostegno del settore edilizio e per favorire l'utilizzo dell'edilizia sostenibile".

Le finalità principali di tal Legge sono tre (L.R., 2009):

1. La Regione del Veneto promuove misure per il sostegno del settore edilizio attraverso interventi finalizzati al miglioramento della qualità abitativa per preservare, mantenere, ricostituire e rivitalizzare il patrimonio edilizio esistente nonché per favorire l'utilizzo dell'edilizia sostenibile e delle fonti di energia rinnovabili.
  
2. Le disposizioni di cui alla presente legge si applicano anche agli edifici soggetti a specifiche forme di tutela a condizione che gli interventi possano essere autorizzati ai sensi della normativa statale, regionale o dagli strumenti urbanistici e territoriali.
  
3. Nel caso di edifici che sorgono su aree demaniali o vincolate ad uso pubblico, gli interventi sono subordinati allo specifico assenso dell'ente titolare della proprietà demaniale o tutore del vincolo.

Sempre nel 2009 è stata emanata l'integrazione alle linee guida in materia di edilizia sostenibile (D.R. 7 luglio 2009, n. 2063), ai sensi della legge Regionale n. 4 del 09 marzo 2007. Questa integrazione è molto importante in quanto definisce quantitativamente i "pesi" percentuali dei 19 criteri (corrispondenti alle 7 aree tematiche) utilizzati nel metodo valutazione della sostenibilità edilizia del protocollo ITACA (§ 3.4) (Balasso R., Zen P., 2009).



# Capitolo 3

## Metodologie di valutazione della sostenibilità edilizia

Per la valutazione della sostenibilità degli edifici sono disponibili, a livello internazionale e nazionale, numerosi metodi di verifica, basati sull'attribuzione di un punteggio relativo alle performance dell'edificio rispetto a una serie di riferimenti di valutazione di impatto ambientale: il punteggio permette di classificare la costruzione rispetto ad una scala di qualità. Nel seguente capitolo verranno descritti i sistemi di valutazione noti come LEED, Protocollo ITACA, Ecolabel.

### 3.1 Sistemi di Valutazione e Certificazione degli Edifici

I sistemi di valutazione della sostenibilità degli edifici che verranno presentati, prevedono due importanti strumenti che ne consentono l'applicazione, il primo è lo strumento di valutazione vero e proprio, il secondo è rappresentato dal processo e dalle procedure di valutazione.

Lo strumento di valutazione tiene conto della particolare destinazione d'uso dell'edificio da valutare, del contesto locale e della dimensione dello stesso ed inoltre applicabile sia ad edifici nuovi sia ad edifici esistenti. Lo strumento di valutazione viene inoltre concepito in modo tale da considerare l'edificio nelle diverse fasi del ciclo di vita, riassunte come segue

- Progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva;
- Costruzione dell'edificio;
- Esercizio dell'edificio.

### CAPITOLO 3

#### METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

Il processo di valutazione consente di oggettivare le prestazioni dell'edificio garantendo una base comune di riferimento per tutti i soggetti interessati, come ad esempio: i proprietari di immobili, i costruttori, i progettisti e gli operatori del settore in genere, che possono definire le proprie strategie di approccio allo sviluppo delle costruzioni in funzione del risultato che desiderano ottenere. Un'altro importante aspetto dell'applicazione dei sistemi di valutazione di questo tipo, è la possibilità di poter comunicare la prestazione raggiunta dall'edificio e conseguentemente, poter promuovere la qualità dell'ambiente realizzato, attraverso la disponibilità di un certificato di sostenibilità dell'immobile riconosciuto anche a livello internazionale. Il sistema di certificazione invece deve essere strutturato, attraverso la realizzazione di processi in grado di garantire il corretto utilizzo degli strumenti di valutazione, l'adeguata applicazione delle procedure ed il rispetto di ruoli e responsabilità per garantire la qualità delle valutazioni, l'emissione del certificato e la corretta comunicazione dei risultati ottenuti. Le principali caratteristiche che un Sistema di Certificazione deve possedere sono:

- Adottare metodi e strumenti di valutazione caratterizzati da precisa valenza scientifica, che tengano conto del contesto climatico, sociale, economico e culturale dell'area in cui l'edificio è localizzato e realizzato;
- Essere correlabile a sistemi di certificazione riconosciuti a livello internazionale.

Il successo di un sistema di certificazione dipende dalla propria capacità di coinvolgere gli stakeholder nel processo e di orientare tutti gli attori verso i risultati da raggiungere. I costi generati dall'applicazione del sistema devono essere strettamente correlati alle attività da svolgere ed alle risorse coinvolte nei processi. A tale proposito, è utile gestire le attività in una logica di miglioramento continuo al fine di ottimizzare i costi di gestione del processo, garantendo il raggiungimento di risultati attesi. Per consentire al Sistema di Certificazione di mantenere e di migliorare le proprie caratteristiche nel tempo, è necessario attuare sia meccanismi di monitoraggio dell'applicazione sia metodologie di valutazione dell'efficacia dello stesso. Occorre, inoltre, identificare le caratteristiche delle organizzazioni preposte alla gestione del Sistema di Certificazione;

## CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

tali organizzazioni devono essere qualificate a fronte di regole definite nell'ambito di uno Schema di Accreditamento.

### **3.2 Ecolabel europeo**

L'Ecolabel europeo rappresenta uno dei tanti marchi ambientali di prodotto europei regolati dalle norme ISO serie 14020. Nello specifico, L'Ecolabel EU è regolato dalle norme ISO della serie 14024. Questo tipo di etichettatura che accompagna il prodotto, garantisce il rispetto, da parte del prodotto, di una serie "limiti di soglia" riferiti alle prestazioni ambientali del prodotto stesso. Tali limiti sono più stringenti dei limiti di legge e vengono stabiliti dal soggetto che gestisce il marchio. Il fine ultimo di queste etichette ambientali è quello di contribuire alla riduzione degli impatti ambientali associati ai prodotti, mediante l'identificazione dei prodotti che soddisfano i criteri di preferibilità ambientale complessiva e quindi aumentarne la diffusione nel mercato in modo tale da creare una spirale tendente al potenziale miglioramento ambientale continuo. Attualmente sono disponibili numerose tipologie di marchi, europei e internazionali; tra i marchi europei si ricordano il White Swan (Paesi Scandinavi), il Blauer Engel (Germania) e l'NF Environnement (Francia), mentre a livello internazionale si ricordano il Green Seal (USA), l'Eco Mark (Giappone).

Il marchio più importante a livello europeo è tuttavia rappresentato dal Marchio Comunitario Ecolabel. Questa etichetta ecologica europea, fu istituita con il regolamento comunitario 880/92, poi sostituito con il regolamento comunitario 1980/2000 ed infine con il nuovo regolamento CE 66/2010. Nel dettaglio, Ecolabel rappresenta il marchio europeo di qualità ecologica che premia i prodotti e 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 (figura 3.1).

Sull'eventuale prodotto certificato appare anche il numero di registrazione del marchio Ecolabel UE, che adotta il seguente formato: EU Ecolabel:xxxx/yyy/zzzzz, dove xxxx

### CAPITOLO 3

## METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

indica il paese di registrazione, yyy il gruppo di prodotti e zzzz il numero assegnato dall'organismo competente.



**Figura 3.1:** *Esempio di marchio Ecolabel*

Le caratteristiche principali del sistema Ecolabel sono tre. La prima è rappresentata dalla volontarietà; l'etichetta ecologica è difatti un sistema europeo a carattere volontario, i produttori non sono tenuti a richiederla ma qualora scelgano di farlo, qualora i loro prodotti soddisfino i criteri definiti per il prodotto in questione, beneficeranno di un vantaggio concorrenziale e potranno avvalersi del marchio stesso per comunicare ai clienti che i loro prodotti sono “amici dell'ambiente”. Un'altra caratteristica del marchio è la selettività nel senso che è destinato solo ai prodotti migliori per quel gruppo di prodotto. L'etichetta ecologica può essere concessa solo ai prodotti che hanno un ridotto impatto ambientale difatti, i criteri ecologici, sono tali da ammettere per l'assegnazione solo il 30% dei prodotti disponibili sul mercato. Infine l'Ecolabel rappresenta uno strumento di eccellenza ambientale e prestazionale; la definizione dei criteri ecologici è basata sull'analisi del ciclo di vita LCA (§2.2) e riguarda aspetti quali il consumo di energia, l'inquinamento idrico e atmosferico, la produzione di rifiuti nonché l'inquinamento acustico e del suolo. I criteri per l'assegnazione del marchio sono stati sviluppati per numerose categorie di prodotto, riportate in tabella 3.1. Il Settore Ecolabel di ISPRA, su mandato della Commissione Europea, sta sviluppando i criteri Ecolabel per il Gruppo di Prodotti Edifici.

**CAPITOLO 3**  
**METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA**

**Tabella 3.1:** *Elenco delle Decisioni europee per le diverse categorie di prodotti e servizi che possono beneficiare del marchio Ecolabel (fonte ISPRA)*

<b>GRUPPO DI PRODOTTI</b>	<b>Decisione europea di riferimento</b>
ammendanti	Decisione della Commissione del 3 novembre 2006
aspirapolvere	Decisione della Commissione dell'11 febbraio 2003
calzature	Decisione della Commissione 2009/563/CE del 9 luglio 2009
carta per copie e carta grafica	Decisione della Commissione del 4 settembre 2002
computer portatili	Decisione della Commissione dell'11 aprile 2005
coperture dure per pavimenti	Decisione della Commissione 2010/18/CE del 26 Novembre 2009
detergenti multiuso	Decisione della Commissione del 23 marzo 2005
detersivi per bucato	Decisione della Commissione del 14 febbraio 2003
detersivi per lavastoviglie	Decisione della Commissione del 29 novembre 2002
detersivi per piatti	Decisione della Commissione del 23 marzo 2005
frigoriferi	Decisione della Commissione del 6 aprile 2004
lampade elettriche	Decisione della Commissione del 9 settembre 2002
lavastoviglie	Decisione della Commissione del 28 agosto 2001
lavatrici	Decisione della Commissione del 24 marzo 2003
lubrificanti	Decisione della commissione 2005/360/CE
materassi	Decisione della Commissione del 9 luglio 2009
mobili in legno	Decisione della Commissione del 30 novembre 2009
personal computer	Decisione della commissione dell'11 aprile 2005
pompe di calore	Decisione della Commissione del 9 novembre 2007
prodotti tessili	Decisione della Commissione (2009/567/CE)
saponi, shampoo e balsami	Decisione della Commissione (2007/506/CE) del 21 giugno 2007
substrati di coltivazione	Decisione della Commissione del 15 dicembre 2006
televisori	Decisione della Commissione (2009/300/CE) del 12 marzo 2009
tessuto-carta	Decisione della Commissione (2009/568/CE)
vernici e pittura	Decisione della Commissione (2009/543/CE)
<b>GRUPPO DI SERVIZI</b>	<b>Decisione europea di riferimento</b>
servizio di campeggio	Decisione della Commissione (2009/564/CE) del 9 luglio 2009
servizio di ricettività turistica	Decisione della Commissione (2009/578/CE) del 9 luglio 2009

### **3.3 Ecolabel europeo per gli edifici**

La possibilità di certificare edifici con il marchio Ecolabel europeo nasce dall'idea di affiancare una certificazione ambientale volontaria e complementare a quella energetica obbligatoria esistente, prevista dai d.lgs. n.192 del 19 agosto 2005 e n.311 del 29 dicembre 2006, recepimento della direttiva CE 2002/91 del 16 Dicembre 2002, che stabilisce requisiti di prestazione energetica per gli edifici. La certificazione Ecolabel europea è uno strumento volontario di certificazione ambientale che risponde al nuovo regolamento CE n. 66/2010, relativo al marchio di qualità ecologica dell'Unione Europea (Ecolabel UE). Si tratta di uno strumento che considera gli impatti ambientali di un bene o servizio lungo tutto il suo ciclo di vita, stabilendo una serie di criteri, ambientali i quali sono revisionati nel tempo in modo tale da garantire l'eccellenza delle prestazioni ambientali e non solo; l'Ecolabel europeo prevede, infatti, anche livelli prestazionali del bene o servizio che garantiscono il consumatore della qualità del prodotto, particolarmente rilevante nel caso degli edifici.

In Comitato Ecolabel-Ecoaudit <sup>(1)</sup>, su mandato della Commissione Europea, ha ufficialmente avviato, nell'autunno 2008, le attività finalizzate alla definizione dei criteri Ecolabel europeo per il gruppo di prodotti "Edifici". Il settore Ecolabel di APAT si sta occupando di realizzare l'intero percorso necessario per la definizione dei criteri che prevede fasi di studio seguite da fasi di confronto con le parti interessate a livello europeo. La fase di confronto è fondamentale al fine di pervenire alla definizione di criteri condivisi. Per la fase di studio, l'Agenzia ha trovato la collaborazione di alcuni esperti italiani del mondo della ricerca che forniscono il loro apporto specifico per lo sviluppo e l'approfondimento di particolari temi. Da ciò si evince che la documentazione inerente i criteri ecologici, le modalità di apposizione del marchio è attualmente in fase di messa in opera e discussione. A tal proposito è stata emanata, a seguito di una fase di discussione da parte dei gruppi di lavoro della Commissione, la terza bozza del documento; questa presenta numerose differenze rispetto la bozza precedente.

---

(1) Il Regolamento CE 66/10 ECOLABEL prevede che ogni Stato Membro istituisca gli Organismi Competenti nazionali cui demandare il compito di applicare gli schemi comunitari; a tal proposito il DM 413/95 ha istituito il Comitato Ecolabel-Ecoaudit per svolgere le funzioni attribuite ai predetti Organismi Competenti; a tal fine, ha inoltre stabilito che esso si avvalga del supporto tecnico dell'ISPRA.

### CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

I criteri ecologici per l'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica per le costruzioni sono sanciti nella Decisione della Commissione della Comunità Europea, ancora in forma di bozza giunta ormai alla terza versione. Il Documento è suddiviso in due parti, una contenente i criteri concerni i "Nuovi Edifici", l'altra riguardante invece gli "Edifici Esistenti". L'articolo 1 del regolamento prevede che il gruppo di prodotti "edifici", comprende fabbricati considerati nella loro interezza, nuovi o esistenti, pubblici o privati, utilizzati per fini residenziali o ad uso ufficio. Ai fini della presente decisione, i singoli locali e appartamenti in un edificio sono esclusi, così come i garage e le cantine, mentre sono inclusi i lavori di ristrutturazione. Per quanto concerne i termini nuovi edifici ed edifici esistenti; il termine nuovo edificio fa riferimento agli edifici costruiti ed entrati in funzione dopo l'entrata in vigore dei criteri, mentre per edifici esistenti s'intende quelli costruiti e operativi prima della data d'entrata in vigore dei criteri. Sempre nel primo articolo è precisato che, a scopo residenziale è da intendersi come a scopo di abitazione, mentre l'utilizzo come uffici è destinato ad essere l'utilizzo del fabbricato per attività amministrative, burocratiche ed educative di natura pubblica o privata.

Molto importante è anche il secondo articolo, il quale sancisce che per l'assegnazione del marchio Ecolabel UE, un edificio deve soddisfare una serie di requisiti quali:

- Rientrare nel gruppo di prodotti "edifici nuovi/esistenti";
- Essere conforme a ciascuno dei criteri indicati nella parte A dell'allegato 1 o 2;
- Essere conforme con un numero sufficiente di criteri citati nel punto B dell'allegato 1 o sezione D dell'allegato 2, al fine di acquisire un punteggio minimo richiesto.

L'Allegato Quadro del regolamento definisce l'obiettivo dei criteri ecologici i quali mirano a limitare i principali impatti ambientali connessi con le tre fasi del ciclo di vita degli edifici, in particolare la progettazione, la costruzione, l'uso e la manutenzione fino alla ristrutturazione, la dismissione.

In particolare i criteri ecologici mirano a:

1. Limitare i consumi di energia, acqua e materiali;

## CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

2. Limitare la produzione dei rifiuti e migliorare il riciclaggio;
3. Favorire l'utilizzo di materiali con elevate prestazioni ambientali;
4. Favorire l'utilizzo di fonti rinnovabili e di sostanze meno pericolose per l'ambiente;
5. Favorire il benessere indoor;
6. Promuovere l'informazione e l'educazione su una corretta gestione del fabbricato.

Per quanto concerne i requisiti generali per l'applicazione del marchio, il richiedente deve conformarsi alle direttive europee, ai requisiti legali nazionali e locali. In particolare devono essere garantiti tre requisiti essenziali:

1. La struttura fisica deve essere costruita legalmente e nel rispetto di tutte le leggi o regolamenti della zona su cui è costruita, in particolare in materia di paesaggio e conservazione della biodiversità;
2. La struttura fisica deve rispettare le direttive europee, le leggi nazionali e locali in materia di risparmio energetico, fonti idriche, trattamento e smaltimento delle acque, prodotti e materiali da costruzione, raccolta e smaltimento dei rifiuti, della manutenzione e della riparazione delle attrezzature, la sicurezza e le disposizioni sanitarie;
3. L'edificio deve essere completo e operativo.

### **3.3.1 Struttura ed Organizzazione del documento**

Nello specifico della struttura e dell'organizzazione, il Documento può essere suddiviso in due parti principali, l'allegato 1, i cui criteri fanno riferimento ai nuovi edifici, e l'allegato 2, i cui criteri riguardano invece gli edifici esistenti. Questi due a loro volta, sono suddivisi in due sezioni, una contenente requisiti il cui rispetto è obbligatorio (A.1 sezione A, A.2 sezione C) e una che riporta requisiti il cui soddisfacimento è facoltativo e che consentono l'ottenimento di punti per il raggiungimento della soglia minima definita (A.1 sezione B, A.2 sezione D).

**CAPITOLO 3**  
**METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA**

Nelle successive tabelle sono riportati in ordine, i criteri ambientali, suddivisi per allegati e aspetti ambientali (fonte ISPRA).

Nella tabella 3.2 sono riportati i criteri Ecolabel obbligatori definiti per gli edifici di nuova costruzione; sezione A del Documento.

**Tabella 3.2:** Sezione A del Documento: Criteri Ecolabel obbligatori per la categoria "Nuovi Edifici"

<b>Documentazione</b>		<b>Gestione dei Rifiuti</b>	
1	Book building	16	Impianti di riciclaggio
2	Piano di manutenzione	<b>Salute e benessere</b>	
3	Guida per l'utente	17	Polvere
<b>Pianificazione - Progetto - costruzione</b>		18	Radon
4	Design per lo smontaggio, il riutilizzo, il riciclaggio	19	Giornata illuminazione - aree comuni
5	La responsabilità sociale durante la fase di costruzione	20	Illuminamento, sistema di controllo
<b>Impatto sul sito</b>		21	Giornata illuminazione, Glare control
6	Isola di calore	22	Benessere integrato degli interni
<b>Materiali</b>		23	Fattore di illuminazione diurno
7	Elenco dei materiali / prodotti	24	Materiali utilizzati per gli interni
8	Materiali a base di legno	25	Emissioni di COV in ambiente indoor
9	Materiali lignei	<b>Agevolazioni previste</b>	
10	Lunga durata dei materiali	26	Antenna TV comune
11	Materiali plastici	27	Mezzi di trasporto
<b>Energia</b>		28	Strutture per i cicli
12	Efficienza energetica - Riscaldamento	<b>Idoneità all'uso</b>	
13	Fonti energetiche rinnovabili	29	Prova di costruzione ed attrezzature
<b>Consumi idrici e di gestione</b>			
14	Utilizzo acqua piovana		
15	Sistemi per il risparmio idrico		

Tra i criteri elencati, quelli relativi alla documentazione vengono di seguito trattati con un maggior grado di dettaglio al fine di garantire maggior chiarezza e comprensione.

Il Book Building (criterio 1) rappresenta un documento d'informazione e descrizione (che gli edifici devono avere) nel quale sono riportate tutte le informazioni e le caratteristiche tecniche della costruzione. Tra le informazioni contenute nel Book Building si citano: le caratteristiche tecniche del tessuto edilizio, i dati relativi al progetto, alla costruzione, ai proprietari, al progettista/designer, il certificato energetico, i rapporti di ispezione antincendio, la relazione della valutazione ambientale ecc..

**CAPITOLO 3**  
**METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA**

Il Piano di manutenzione (criterio 2) che l'edificio deve presentare, fa riferimento alla manutenzione e all'efficace funzionamento della struttura e dei sistemi tecnici per almeno un periodo di 10 anni. Gli edifici devono inoltre disporre della cosiddetta "Guida per l'utente" (criterio 3), che fornisca informazioni sull'utilizzo della costruzione e delle attrezzature annesse. Importante risulta essere anche il credito 5, che considera un aspetto dell'edilizia molto importante quale quello sociale, ma che sembra essere tuttavia trascurato da altri sistemi di valutazione della sostenibilità. Questo criterio in particolare, si occupa della responsabilità sociale del costruttore, ed è tuttora in fase di discussione.

Nella tabella 3.3 sono riportati i criteri Ecolabel opzionali definiti per gli edifici di nuova costruzione; sezione B del Documento.

**Tabella 3.3:** Sezione B del Documento: Criteri Ecolabel opzionali per la categoria "Nuovi Edifici"

<b>Documentazione</b>		43	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni strutturali
30	Altri sistemi di certificazione ambientale	44	Etichettatura dei prodotti da costruzione
<b>Pianificazione - Progetto - costruzione</b>		45	CO2 inglobata nei materiali e nei prodotti
31	Scelta del sito	46	Pitture e vernici, rivestimenti dei materiali outdoor e indoor
32	Esperienza dei progettisti nell'edilizia ecologica	<b>Energia</b>	
33	Sistema di gestione della qualità	47	Efficienza energetica - Riscaldamento
34	Realizzazione studio LCA	48	Efficienza energetica - Raffreddamento e ventilazione
35	Sistema di Gestione ambientale	49	Efficienza energetica - acqua calda
36	Rifiuti da costruzione e demolizione	<b>Salute e benessere</b>	
<b>Impatto sul sito</b>		50	Sistemi di domotica
37	Aree verdi	51	Ventilazione naturale
38	Isola di calore	<b>Esercizio e manutenzione</b>	
<b>Materiali</b>		52	Partizioni interne e pareti
39	Energia incorporata nei materiali / prodotti	53	Tubazioni e cavi
40	Uso o riutilizzo dei materiali riciclati / prodotti	<b>Agevolazioni previste</b>	
41	Responsabilità dei produttori di materiali	54	Spazi aperti, aree verdi, aree comuni
42	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni non strutturali		

Le tabelle evidenziano la presenza di 29 criteri ambientali obbligatori e 24 criteri ambientali facoltativi per il gruppo di prodotti "nuovi edifici". La tabella 3.4 contiene i 20 criteri ecologici obbligatori per l'Ecolabel UE inerenti la categoria "edifici esistenti" ossia quei fabbricati realizzati prima dell'entrata in vigore della Decisione.

**CAPITOLO 3**  
**METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA**

**Tabella 3.4:** Sezione C del Documento: Criteri Ecolabel obbligatori per la categoria "Edifici Esistenti"

<b>Documentazione</b>		<b>Gestione dei Rifiuti</b>	
1	Book building	10	Impianti di riciclaggio
2	Piano di manutenzione	<b>Salute e benessere</b>	
3	Guida per l'utente	11	Polvere
<b>Impatto sul sito</b>		12	Radon
4	Isola di calore	13	Giornata illuminazione - aree comuni
<b>Materiali</b>		14	Illuminamento, sistema di controllo
5	Elenco dei materiali / prodotti	15	Giornata illuminazione, Glare control
6	Lunga durata dei materiali	16	Benessere integrato degli interni
<b>Energia</b>		17	Giorno di illuminazione - Dayling Factor
7	Efficienza energetica - Riscaldamento	<b>Agevolazioni previste</b>	
8	Fonti energetiche rinnovabili	18	Antenna TV comune
<b>Gestione e consumi idrici</b>		<b>Idoneità all'uso</b>	
9	Sistemi per il risparmio idrico	19	Accessibilità
		20	Prova di costruzione e attrezzature

La tabella 3.5 riporta invece i 28 criteri opzionali per l'Ecolabel UE inerenti il gruppo di prodotti definito "edifici esistenti".

**Tabella 3.5:** Sezione D del Documento: Criteri Ecolabel opzionali per la categoria "Edifici Esistenti"

<b>Documentazione</b>		<b>Energia</b>	
21	Altri sistemi di certificazione ambientale	37	Efficienza energetica - Riscaldamento
<b>Pianificazione - Progetto - costruzione</b>		38	Efficienza energetica - Raffreddamento e ventilazione
22	Design per lo smontaggio, il riutilizzo, il riciclaggio	39	Efficienza energetica - acqua calda
23	Realizzazione studio LCA	<b>Gestione e consumi idrici</b>	
24	Aree verdi	40	Utilizzo acqua piovana
25	Isola di calore	<b>Salute e benessere</b>	
<b>Materiali</b>		41	Sistemi di domotica
26	Materiali a base di legno	42	Ventilazione naturale
27	Materiali lignei	43	Materiali utilizzati per gli interni
28	Uso o riutilizzo dei materiali riciclati / prodotti	44	Emissioni di COV in ambiente indoor
29	Responsabilità dei produttori di materiali	<b>Esercizio e manutenzione</b>	
30	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni non strutturali	45	Partizioni interne e pareti
31	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni strutturali	46	tubazioni e cavi
32	Etichettatura dei prodotti da costruzione	<b>Agevolazioni previste</b>	
33	CO2 inglobata nei materiali e nei prodotti	47	Mezzi di trasporto
34	Pitture e vernici, rivestimenti dei materiali outdoor e indoor	48	Strutture per i cicli
35	Energia incorporata nei materiali / prodotti	49	Spazi aperti, aree verdi, aree comuni
36	Materiali plastici		

### 3.3.2 Sistema di punteggio

Per l'ottenimento del marchio di qualità ecologica Ecolabel risulta indispensabile il rispetto dei criteri obbligatori (ove vi sia la possibilità di applicazione). In aggiunta, risulta necessario il rispetto di una serie di criteri opzionali; ad ogni criterio opzionale è associato un determinato punteggio, il soggetto che indenta perseguire la certificazione dell'edificio può scegliere, a propria discrezione, l'applicazione di una serie di requisiti opzionali fino a raggiungere il punteggio minimo richiesto. Il sistema di punteggio è stato elaborato tenendo conto, per ciascun criterio, sia dell'efficacia ambientale che delle difficoltà tecniche ed economiche per l'attuazione del criterio stesso. Le tabelle 3.6 e 3.7 mostrano il massimo punteggio raggiungibile per ciascun criterio, inoltre, è espressa la valutazione dell'efficacia ambientale e delle difficoltà d'implementazione dello stesso, attraverso una scala qualitativa (basso, medio, alto).

Come si evince dalla tabella, i livelli sono stati valutati attraverso la pesatura di due aspetti, la difficoltà tecnico - economica e l'efficacia ambientale. Per il sistema di punteggio si ha:

- Punteggio fino a 1 punto: basso / basso
- Punteggio fino a 2 punti: basso / medio
- Punteggio massimo 3 punti: medio / alta

Poiché il numero dei criteri opzionali per i nuovi edifici e per gli edifici esistenti è diverso, il punteggio minimo da raggiungere per l'aggiudicazione del marchio di qualità Ecolabel sarà anch'esso differente. Al fine di impostare il punteggio minimo e contemporaneamente equilibrare il sistema di certificazione tra nuovi edifici ed esistenti, è necessario prendere in considerazione il punteggio teoricamente raggiungibile sommando tutti i criteri opzionali.

- Numero totale dei criteri per i nuovi edifici è 54, di cui 25 opzionali, con un punteggio totale disponibile di 56 punti (tabella 3.6);

### CAPITOLO 3

#### METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

- Numero totale dei criteri per gli edifici esistenti è 49, di cui 29 opzionali, con un punteggio totale di 65 punti (tabella 3.7).
- Per i nuovi edifici, la soglia punteggio per i criteri facoltativi è di 24 punti mentre per gli edifici esistenti il livello di soglia punteggio per i criteri facoltativi è di 44 punti.

Per equilibrare il sistema di punteggio inoltre si sono pesati differentemente i criteri nelle diverse aree ambientali; per i nuovi edifici il fabbricato deve ottenere un punteggio minimo di 24 punti, distribuiti tra le diverse aree ambientali, rispettivamente:

- Almeno 6 punti per i criteri tra documentazione, pianificazione - progetto - costruzione, impatti sul sito;
- Almeno 12 punti per i criteri tra materiali e le questioni energetiche;
- Almeno 6 punti per i criteri tra salute e benessere, manutenzione e funzionamento, servizi forniti.

Per gli edifici esistenti il fabbricato deve ottenere un punteggio minimo di 44 punti, distribuiti tra le diverse aree ambientali, rispettivamente:

- Almeno 6 punti per i criteri tra documentazione, pianificazione - progetto - costruzione, impatti sul sito;
- Almeno 26 punti per i criteri inerenti materiali, energia, gestione e consumi idrici;
- Almeno 12 punti per i criteri inerenti salute e benessere, manutenzione e funzionamento.

**CAPITOLO 3**  
**METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILTÁ EDILIZIA**

**Tabella 3.6:** *Criteri Opzionali “Nuovi Edifici”: punteggio ottenibile, difficoltà applicativa, efficacia ambientale*

<b>Criterio n.</b>	<b>Area</b>	<b>Criterio</b>	<b>Punteggio massimo</b>	<b>Difficoltà tecnica ed economica</b>	<b>Effetti ambientali</b>
30	Documentazione	Altri sistemi di certificazione ambientale	3	Medio	Alto
31	Pianificazione - Progettazione - Costruzione	Scelta del sito	2	Basso	Medio
32	Pianificazione - Progettazione - Costruzione	Esperienza dei progettisti nell'edilizia ecologica	2	Basso	Medio
33	Pianificazione - Progettazione - Costruzione	Sistema di gestione della qualità	2	Basso	Medio
34	Pianificazione - Progettazione - Costruzione	Realizzazione studio LCA	3	Medio	Alto
35	Pianificazione - Progettazione - Costruzione	Sistema di Gestione ambientale	2	Basso	Medio
36	Pianificazione - Progettazione - Costruzione	Rifiuti da costruzione e demolizione	3	Medio	Alto
37	Impatti sul sito	Aree verdi	1	Basso	Basso
38	Impatti sul sito	Isola di calore	1	Basso	Basso
39	Materiali	Energia incorporata nei materiali / prodotti	2	Basso	Medio
40	Materiali	Uso o riutilizzo dei materiali riciclati / prodotti	2	Basso	Medio
41	Materiali	Responsabilità dei produttori di materiali	2	Basso	Medio
42	Materiali	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni non strutturali	2	Basso	Medio
43	Materiali	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni strutturali	2	Basso	Medio
44	Materiali	Etichettatura dei prodotti da costruzione	2	Basso	Medio
45	Materiali	CO2 inglobata nei materiali e nei prodotti	2	Basso	Medio
46	Materiali	Pitture e vernici, rivestimenti dei materiali outdoor e indoor	2	Basso	Medio
47	Energia	Efficienza energetica - Riscaldamento	3	Medio	Alto
48	Energia	Efficienza energetica - Raffreddamento e ventilazione	3	Medio	Alto
49	Energia	Efficienza energetica - acqua calda	3	Medio	Alto
50	Salute e benessere	Sistemi di domotica	3	Medio	Alto
51	Salute e benessere	Ventilazione naturale	3	Medio	Alto
52	Agevolazioni previste	Partizioni interne e pareti	2	Basso	Medio
53	Agevolazioni previste	tubazioni e cavi	3	Medio	Alto
54	Idoneità all'uso	Spazi aperti, aree verdi, aree comuni	1	Basso	Basso
Totale punteggio conseguibile criteri opzionali			56		

**CAPITOLO 3**  
**METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA**

**Tabella 3.7:** *Criteri Opzionali “Edifici Esistenti”: punteggio ottenibile, difficoltà applicativa, efficacia ambientale*

<b>Criterio n.</b>	<b>Area</b>	<b>Criterio</b>	<b>Punteggio massimo</b>	<b>Difficoltà tecnica ed economica</b>	<b>Effetti ambientali</b>
20	Documentazione	Altri sistemi di certificazione ambientale	3	Alto	Alto
21	Pianificazione - Progettazione - Costruzione	Design per lo smontaggio, il riutilizzo, il riciclaggio	3	Medio	Alto
22	Pianificazione - Progettazione - Costruzione	Realizzazione studio LCA	3	Medio	Alto
23	Impatti sul sito	Aree verdi	1	Medio	Basso
24	Impatti sul sito	Isola di calore	1	Basso	Basso
25	Materiali	Materiali a base di legno	2	Basso	Medio
26	Materiali	Materiali lignei	2	Basso	Medio
27	Materiali	Uso o riutilizzo dei materiali riciclati / prodotti	2	Basso	Medio
28	Materiali	Responsabilità dei produttori di materiali	2	Basso	Medio
29	Materiali	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni non strutturali	2	Basso	Medio
30	Materiali	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni strutturali	2	Basso	Medio
31	Materiali	Etichettatura dei prodotti da costruzione	2	Basso	Medio
32	Materiali	CO2 inglobata nei materiali e nei prodotti	2	Basso	Medio
33	Materiali	Pitture e vernici, rivestimenti dei materiali outdoor e indoor	2	Basso	Medio
34	Materiali	Energia incorporata nei materiali / prodotti	2	Basso	Medio
35	Materiali	Materiali plastici	2	Basso	Medio
36	Energia	Efficienza energetica - Riscaldamento	3	Medio	Alto
37	Energia	Efficienza energetica - Raffreddamento e ventilazione	3	Medio	Alto
38	Energia	Efficienza energetica - acqua calda	3	Medio	Alto
39	Consumi e gestione idrici	Utilizzo acqua piovana	2	Basso	Medio
40	Salute e benessere	Sistemi di domotica	3	Medio	Alto
41	Salute e benessere	Ventilazione naturale	3	Medio	Alto
42	Salute e benessere	Materiali utilizzati per gli interni	3	Medio	Alto
43	Salute e benessere	Emissioni di COV in ambiente indoor	3	Medio	Alto
44	Esercizio e manutenzione	Partizioni interne e pareti	2	Basso	Medio
45	Esercizio e manutenzione	tubazioni e cavi	3	Medio	Alto
46	Agevolazioni previste	Mezzi di trasporto	2	Basso	Medio
47	Agevolazioni previste	Strutture per i cicli	1	Basso	Basso
48	Agevolazioni previste	Spazi aperti, aree verdi, aree comuni	1	Basso	Basso
Totale punteggio conseguibile criteri opzionali			65		

### 3.3.3 Ottenimento del marchio

Nel presente paragrafo riporta la procedura per l'assegnazione del marchio Ecolabel a livello europeo definita nell'articolo 9 del Regolamento 66/2010 “*Assegnazione del marchio Ecolabel UE e termini e condizioni d'uso*”.

1. Ogni operatore che desidera ottenere ed utilizzare il marchio Ecolabel UE ne fa richiesta presso gli organismi competenti assicurandosi di rispettare le seguenti norme:

- se il prodotto ha origine in un singolo Stato membro, la richiesta è presentata presso l'organismo competente di quello Stato membro;
- se il prodotto ha origine nella stessa forma in diversi Stati membri, la richiesta può essere presentata presso l'organismo competente di uno di tali Stati membri;
- se il prodotto ha origine al di fuori della Comunità, la richiesta deve essere presentata presso l'organismo competente di uno degli Stati membri nei quali il prodotto sarà, o è stato, immesso sul mercato.

2. Il marchio Ecolabel UE ha la forma illustrata nell'allegato II del regolamento 66/2010, visibile in figura 3.1, e può essere applicato solo a quei prodotti per i quali sono stati definiti i criteri ecologici.

3. La richiesta deve specificare i dati completi di contatto dell'operatore, e deve riportare una descrizione dettagliata del prodotto, nonché qualsiasi altra informazione richiesta dall'organismo competente.

4. L'organismo competente al quale è inviata una richiesta esige il pagamento di diritti; l'importo da versare varia in base alle spese amministrative reali di esame della domanda e non è mai inferiore a 200 EUR, né superiore a 1200 EUR.

### CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

5. Entro due mesi dal ricevimento della richiesta, l'organismo competente interessato verifica se la documentazione è completa e lo notifica al richiedente. Se quest'ultimo non completa la documentazione entro sei mesi da tale notifica, l'organismo competente può respingere la richiesta.

Se invece la documentazione è completa e l'organismo competente ha verificato che il prodotto rispetta i criteri per l'assegnazione del marchio Ecolabel UE nonché i requisiti di valutazione, l'organismo competente assegna un numero di registrazione al prodotto.

6. L'organismo competente conclude infine con ciascun operatore un contratto relativo alle condizioni d'uso del marchio Ecolabel UE (comprese le disposizioni per l'autorizzazione e la revoca del medesimo, specie a seguito di una revisione dei criteri).

7. L'operatore può apporre il marchio Ecolabel UE sul prodotto solo dopo la stipula del contratto. L'operatore appone sul prodotto che reca il marchio Ecolabel UE anche il numero di registrazione.

8. L'organismo competente che ha assegnato il marchio Ecolabel UE ad un prodotto lo comunica alla Commissione. La Commissione istituisce un registro comune che aggiorna regolarmente. Tale registro è messo a disposizione del pubblico su un sito Internet dedicato al marchio Ecolabel UE.

### **3.4 LEED Italia Nuove Costruzioni**

Il sistema di certificazione LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) è uno standard ad applicazione volontaria per la progettazione, la costruzione e la gestione di edifici sostenibili ad alte prestazioni sviluppato dallo United States Green Building Council USGBC. Questo sistema nasce per stabilire uno standard comune di misurazione dei "green buildings", definiti come edifici a basso impatto ambientale, per fornire e promuovere un sistema integrato di progettazione che riguarda l'intero edificio, per dare riconoscimento a chi realizza prestazioni virtuose nel campo delle costruzioni, per stimolare la competizione sul tema della prestazione ambientale, stabilire un valore di mercato con la creazione di un marchio riconosciuto a livello

## CAPITOLO 3

### METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

mondiale ed infine per aiutare i committenti e accrescere in loro la consapevolezza dell'importanza di costruire "green" ([www.gbcitalia.org](http://www.gbcitalia.org)).

Quindi, attraverso l'utilizzo del sistema LEED, è possibile valutare le prestazioni ambientali in un'ottica di ciclo di vita dell'edificio ossia durante le fasi di progettazione, costruzione, esercizio, dismissione.

Questo sistema è costituito da diversi standard che fanno riferimento, e sono quindi applicabili, a diverse tipologie di edificio; i criteri in esso contenuti difatti variano a seconda della tipologia di fabbricato considerato e permettono quindi una certa flessibilità di applicazione. LEED parte difatti dal presupposto che ogni costruzione ha le sue diverse esigenze, ospedali, residenze, edifici per uffici. Esistono quindi certificazioni per le nuove costruzioni (Building Design & Construction – Schools – Core & Shell), edifici esistenti (EBOM, Existing Buildings), piccole abitazioni (LEED for Homes), pur mantenendo una impostazione di fondo coerente tra i vari ambiti.

In Italia, il testo di riferimento per l'applicazione della metodologia, è rappresentato da LEED Italia Nuove Costruzioni Versione 9.0 del 18/06/2009, curata dal comitato GBC Italia. Il GBC (Green Building Council Italia) è parte integrante di un movimento più ampio, che prende l'avvio negli Stati Uniti nel 1993, con la nascita dello USGBC (U.S. Green Building Council). L'associazione GBC Italia è un'associazione no profit nata nel 2008 grazie alla collaborazione tra aziende, enti e associazioni e allo stimolo della Provincia autonoma di Trento e di Habitech Distretto Tecnologico Trentino (Manuale LEED Italia NC.).

#### **3.4.1 Struttura ed organizzazione**

Per quanto riguarda la struttura, i requisiti sono organizzati in cinque categorie ambientali: Sostenibilità del Sito, Gestione delle Acque, Energia e Ambiente, Materiali e Risorse, Qualità ambientale Interna. Una ulteriore categoria, Innovazione nel Processo di Progettazione, si interessa delle pratiche innovative indirizzate alla sostenibilità e delle questioni non trattate nelle categorie precedenti; l'obiettivo di questa categoria consiste nell'identificare i progetti che si distinguono per le caratteristiche di innovazione e di applicazione delle pratiche di sostenibilità nella realizzazione degli edifici. Infine esistono altri requisiti applicabili a livello di area (facenti parte la

### CAPITOLO 3

#### METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

categoria Priorità Regionale) che permettono di evidenziare l'importanza delle situazioni locali nella determinazione delle migliori pratiche di sostenibilità progettuali e costruttive. Ogni categoria ambientale è costituita da una serie di requisiti e prerequisiti. Il soddisfacimento dei requisiti porta all'acquisizione di una serie di punti validi per il conseguimento della certificazione (§3.4.2) mentre i prerequisiti sono crediti il cui soddisfacimento è obbligatorio e non porta all'acquisizione di punti.

Più in dettaglio, la categoria ambientale Sostenibilità del Sito (SS), si occupa degli aspetti ambientali legati al sito di costruzione con particolare riferimento alla gestione delle aree e al rapporto tra l'edificio e l'ambiente circostante. Tale categoria comprende 14 crediti e un prerequisito, SSP.1, (tabella 3.8). La categoria ambientale Gestione delle Acque (GA), approccia le tematiche ambientali legate all'uso, alla gestione, allo smaltimento delle acque stesse negli edifici. Tal categoria comprende 3 crediti e un prerequisito, GAP.1, (tabella 3.8). La categoria ambientale Energia e Ambiente (EA), affronta le problematiche relative ai consumi energetici in due modi. In primo luogo, riducendo il fabbisogno energetico dell'edificio, in secondo luogo, utilizzando forme energetiche con un minor impatto ambientale, come ad esempio fonti diverse dai combustibili fossili. Tal categoria comprende 6 crediti e 3 prerequisiti, EAP.1-2-3, (tabella 3.8). La categoria ambientale Materiali e Risorse (MR), considera invece le tematiche ambientali correlate alla selezione dei materiali, allo smaltimento dei rifiuti, e alla riduzione degli stessi. Tal categoria comprende 8 crediti e 1 prerequisito, MRP.1, (tabella 3.8). La categoria ambientale Qualità Ambientale Interna (QI), affronta le preoccupazioni ambientali relazionate alla qualità dell'ambiente interno, la salute degli occupanti, la sicurezza e il comfort, il consumo di energia, l'efficacia del cambio d'aria e il controllo della contaminazione dell'aria. Tal categoria comprende 15 crediti e 2 prerequisiti, QIP.1-2, (tabella 3.8). La categoria Innovazione nella Progettazione (IP), ha come obiettivo l'identificazione di quei progetti che si distinguono per le caratteristiche di innovazione e di applicazione delle pratiche di sostenibilità nella realizzazione degli edifici. Tal categoria comprende 2 crediti, (tabella 3.8). Infine, la categoria Priorità Regionale serve per incentivare i gruppi di progettazione a focalizzare l'attenzione su quelle caratteristiche ambientali peculiari della località in cui è situato il progetto (tabella 3.8). Per accedere alla certificazione LEED i progetti devono inoltre

### CAPITOLO 3

#### METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

rispettare ciascuno dei termini indicati dai Requisiti Minimi di Programma (Minimum Program Requirements o MPR) associati al sistema di valutazione cui si riferiscono o comunque possedere le caratteristiche minime indicate (Cottrell, 2010). I requisiti identificano le categorie degli edifici che i sistemi LEED devono valutare, definendo tre obiettivi: (1) fornire una guida chiara all'utente, (2) proteggere il rigore della certificazione, (3) ridurre le eventuali problematiche che si potrebbero verificare durante il processo di certificazione. Devono inoltre essere rispettati i requisiti PI2 (principali dati di progetto), PI3 (occupazione ed utilizzo), infine la documentazione generale PI4 (tabella 3.8). Queste informazioni richieste fanno parte dei cosiddetti "requisiti generali"; la candidatura di un progetto alla certificazione LEED richiede difatti l'invio di una descrizione generale del progetto, che deve comprendere dettagli specifici riguardanti il soggetto che richiede la certificazione, la committenza, l'edificio, il sito di costruzione e il gruppo di progettazione. Queste informazioni permettono ai revisori LEED di comprendere le principali caratteristiche del progetto e sono altresì utili per evidenziare le qualità del progetto in future campagne informative sulla certificazione LEED. La documentazione generale richiede anche dettagli fondamentali attinenti le condizioni del sito di progetto, gli obiettivi della committenza, il programma dei lavori nonché l'occupazione prevista dell'edificio al suo completamento. Infine, la documentazione redatta dal gruppo di progettazione, oltre a trattare di tutti questi argomenti con tutti i dettagli del caso, può anche aggiungere, se ritiene opportuno, la descrizione di specifici elementi addizionali utili per la comprensione del progetto.

**Tabella 3.8:** *Organizzazione e struttura del sistema di certificazione LEED*

Credito o Prerequisito	Titolo	Punteggio
PI 1	Requisiti minimi di programma	Obb.
PI 2	Principali dati di progetto	Obb.
PI 3	Occupazione ed utilizzo	Obb.
PI 4	Documentazione generale	Obb.
<b>SOSTENIBILITÀ DEL SITO (SS)</b>		
SS P.1	Prevenzione Dell'inquinamento Legato Alle Attività Di Costruzione	Obb.
SS credito 1	Selezione Del Sito	1 punto
SS credito 2	Densità Edilizia e Vicinanza Ai Servizi	5 punti
SS credito 3	Recupero E Riqualificazione Dei Siti Contaminati	1 punto
SS credito 4.1	Trasporti Alternativi: Accesso Ai Trasporti Pubblici	6 punti
SS credito 4.2	Trasporti Alternativi: Portabiciclette E Spogliatoi	1 punto
SS credito 4.3	Trasporti Alternativi: Veicoli A Bassa Emissione e a Carburante Alternativo	3 punti
SS credito 4.4	Trasporti Alternativi: Capacità Dell'area Parcheggio	2 punti
SS credito 5.1	Sviluppo Del Sito: Proteggere E Ripristinare L'habitat	1 punto

**CAPITOLO 3**  
**METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA**

<b>Credito o Prerequisito</b>	<b>Titolo</b>	<b>Punteggio</b>
SS credito 5.2	Sviluppo Del Sito: Massimizzare Lo Spazio Verde	1 punto
SS credito 6.1	Acque Meteoriche: Controllo Della Qualità	1 punto
SS credito 6.2	Acque Meteoriche: Controllo Della Qualità	1 punto
SS credito 7.1	Effetto Isola Di Calore: Superfici Esterne Non Coperte	1 punto
SS credito 7.2	Effetto Isola Di Calore: Coperture	1 punto
SS credito 8	Riduzione Inquinamento Luminoso	1 punto
<b>GESTIONE EFFICIENTE DELLE ACQUE (GA)</b>		
GA P.1	Riduzione dell'uso dell'acqua	Obb.
GA credito 1	Gestione Efficiente Delle Acque A Scopo Irriguo	2-4 punti
GA credito 2	Tecnologie Innovative Per Le Acque Reflue	2 punti
GA credito 3	Riduzione dell'uso dell'acqua	2-4 punti
<b>ENERGIA E AMBIENTE (EA)</b>		
EA P.1	Commissioning Di Base Dei Sistemi Energetici Dell'edificio	Obb.
EA P.2	Prestazioni Energetiche Minime	Obb.
EA P.3	Gestione Di Base Dei Fluidi Refrigeranti	Obb.
EA credito 1	Ottimizzazione Delle Prestazioni Energetiche	1-19 punti
EA credito 2	Energie Rinnovabili In Sito	1-7 punti
EA credito 3	Commissioning Avanzato Dei Sistemi Energetici	2 punti
EA credito 4	Gestione Avanzata Dei Fluidi Refrigeranti	2 punti
EA credito 5	Misure E Collaudi	3 punti
EA credito 6	Energia Verde	2 punti
<b>MATERIALI E RISORSE (MR)</b>		
MR P.1	Raccolta E Stoccaggio Dei Materiali Riciclabili	Obb.
MR credito 1.1	Riutilizzo Degli Edifici: Mantenimento delle murature, solai e coperture esistenti	1-3 punti
MR credito 1.2	Riutilizzo Degli Edifici: Mantenimento Del 50% degli elementi non strutturali interni	2 punti
MR credito 2	Gestione Dei Rifiuti Da Costruzione	1-2 punti
MR credito 3	Riutilizzo Dei Materiali	1-2 punti
MR credito 4	Contenuto Riciclato	1-2 punti
MR credito 5	Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata (materiali regionali)	1-2 punti
MR credito 6	Materiali Rapidamente Rinnovabili	1 punto
MR credito 7	Legno Certificato	1 punto
<b>QUALITÀ AMBIENTALE INTERNA (QI)</b>		
QI P.1	Prestazioni Minime Per La Qualità Dell'aria (IAQ)	Obb.
QI P.2	Controllo Ambientale Del Fumo di Tabacco	Obb.
QI credito 1	Monitoraggio Della Portata D'aria Di Rinnovo	1 punto
QI credito 2	Incremento Della Ventilazione	1 punto
QI credito 3.1	Piano Di Gestione Della Qualità Dell'aria Indoor: Fase Costruttiva	1 punto
QI credito 3.2	Piano Di Gestione Della Qualità Dell'aria Indoor: Prima Dell'occupazione	1 punto
QI credito 4.1	Materiali Basso Emissivi: Adesivi E Sigillanti	1 punto
QI credito 4.2	Materiali Basso Emissivi: Vernici e Rivestimenti	1 punto
QI credito 4.3	Materiali Basso Emissivi: Sistemi Con Pavimentazioni Resilienti	1 punto
QI credito 4.4	Materiali Basso Emissivi: Prodotti in Legno Composito e Fibre Vegetali	1 punto
QI credito 5	Controllo Delle Fonti Chimiche E Degli Inquinanti Indoor	1 punto
QI credito 6.1	Controllo E Gestione Degli Impianti: Illuminazione	1 punto
QI credito 6.2	Controllo E Gestione Degli Impianti: Comfort Termico	1 punto
QI credito 7.1	Progettazione Del Comfort Termico	1 punto
QI credito 7.2	Verifica Del Comfort Termico	1 punto
QI credito 8.1	Luce Naturale E Visuale Verso L'esterno: Luce Naturale per il 75%	1 punto
QI credito 8.2	Luce Naturale E Visuale Verso L'esterno: Luce Naturale per il 90% d	1 punto
<b>INNOVAZIONE NELLA PROGETTAZIONE (IP)</b>		
IP credito 1.1-1.4	Innovazione Nella Progettazione	1-5 punti
IP credito 2	Professionista Accreditato LEED	1 punto
<b>PRIORITÀ REGIONALE (PR)</b>		
PR Credito 1	Priorità regionale	1-4 punti

### **3.4.2 Sistema di attribuzione del punteggio**

In LEED Italia 2009 NC la distribuzione dei punti tra i crediti è imperniata sugli effetti che ogni credito ha sull'ambiente e sulla salute umana rispetto a un insieme di categorie di impatto (Manuale LEED Italia NC, 2009). Per quantificare l'importanza delle diverse categorie d'impatto su ciascun credito è stata utilizzata una combinazione di approcci, inclusi la modellazione energetica, la valutazione del ciclo di vita, l'analisi dei trasporti. La conseguente distribuzione dei punti tra i crediti definisce il peso di ciascun credito. LEED Italia utilizza come base per la pesatura di ogni credito le categorie di impatto ambientale definite dall'agenzia governativa ambientale EPA (U.S. Environmental Protection Agency) all'interno del software TARCHI (Tools for Reductions and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts), sviluppato per stimare gli impatti ambientali nelle analisi LCA, nella valutazione della sostenibilità dei processi industriali e progettuali e nella prevenzione dell'inquinamento. LEED Italia prende in considerazione anche il sistema di pesatura implementato dal NIST (National Institute of Standards and Technology) che consente di comparare reciprocamente le diverse categorie d'impatto e di assegnare conseguentemente il relativo peso a ciascuna di esse. L'utilizzo contemporaneo dei due approcci ha permesso di determinare in modo chiaro ed univoco il corrispondente punteggio per ciascuno dei crediti affrontati nel sistema di valutazione (Manuale LEED Italia NC, 2009). Il sistema di pesatura dei crediti è basato sui seguenti parametri, validi in tutti i sistemi di certificazione LEED previsti da USGBC e GBC Italia:

- Tutti i crediti valgono almeno 1 punto;
- Tutti i crediti hanno un valore intero positivo; non esistono valori frazionari o negativi;
- Tutti i crediti ricevono un peso unico e fisso in ogni sistema di valutazione; senza variazioni geografiche;

### CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

- Tutti i sistemi di valutazione LEED hanno 100 punti di base; le categorie IP (Innovazione nella Progettazione) e PR (Priorità Regionali) permettono di conseguire 10 ulteriori punti bonus.

In funzione dei diversi criteri appena visti, il processo di pesatura dei crediti LEED si sviluppa in tre passaggi (Manuale LEED Italia NC, 2009):

1. In base a un edificio di riferimento per la certificazione LEED si stima l'impatto ambientale nelle diverse categorie di impatto ambientale derivante dal software TARCI.
2. Si individua il peso relativo dei diversi impatti dell'edificio per ogni categoria in accordo ai valori indicati dal sistema NIST.
3. Si assegna il punteggio di ciascun credito in base ai dati che quantificano l'impatto dell'edificio sull'ambiente e sulla salute umana.

Una volta assegnato ad ogni criterio un punteggio correlato all'importanza relativa degli impatti degli edifici e delle corrispondenti conseguenze ambientali, è possibile determinare l'influenza ambientale complessiva di ciascun credito attraverso una media pesata che combina le considerazioni relative agli impatti dell'edificio e il valore relativo delle diverse categorie d'impatto. Chiaramente, è attribuito un peso maggiore ai crediti che influiscono maggiormente nelle principali categorie d'impatto. Inoltre i pesi relativi dei crediti riflettono anche gli orientamenti di LEED nel riconoscere le implicazioni del mercato edilizio dell'assegnazione dei punti, enfatizzando in tal modo l'importanza della riduzione dei consumi energetici e di emissioni di gas serra dovuti agli impianti degli edifici, dei trasporti, dell'energia incorporata nell'acqua e nei materiali e della produzione di rifiuti solidi (Manuale LEED Italia 2009). Il processo di pesatura sarà rivisto nel tempo per integrare i cambiamenti dei valori associati ai differenti impatti dell'edificio e alle tipologie di edificio, sulla base delle evoluzioni del mercato e delle conoscenze scientifiche connesse con l'edilizia (Manuale LEED Italia 2009).

### **3.4.3 Iter di certificazione**

I gruppi di progettazione interessati a conseguire la certificazione LEED per il loro edificio devono innanzitutto manifestare il proprio interesse sul sito web di Green Building Council Italia (<http://www.gbccitalia.org>). Il sito contiene anche le informazioni sui costi di registrazione per i soci GBC Italia, così come per i non soci.

Non appena effettuata la registrazione, il gruppo di progettazione deve iniziare a preparare tutte le informazioni e ad effettuare i calcoli necessari a dimostrare il soddisfacimento dei criteri richiesti dai prerequisiti e dai crediti. Dal momento che la dati deve essere fatta in modo continuativo durante le fasi di progettazione e costruzione, è utile individuare un responsabile LEED nel team di progetto con il compito di gestire la raccolta dati e l'elaborazione della documentazione stessa. LEED offre inoltre la possibilità di suddividere la certificazione del progetto in due fasi: progettazione e costruzione.

La documentazione necessaria per dimostrare il conseguimento di prerequisiti e crediti nella Fase di Progettazione (identificata in LEED Online), può essere inviata per la revisione alla conclusione delle attività di progettazione. Infatti tutta la documentazione richiesta è di fatto disponibile in questa fase: questo consente di valutare la probabilità di conseguimento del credito (o del prerequisito) anche prima del completamento della costruzione (Manuale LEED Italia 2009). È importante sottolineare che i crediti LEED non vengono aggiudicati in via definitiva a seguito della fase di revisione della Fase di Progettazione ma possono solamente essere anticipati.

Per ogni progetto è consentita una sola validazione (revisione) nella fase di Progettazione (Design Phase Review), articolata in una fase preliminare (Preliminary Design Review) e una fase finale (Final Design Review). Al termine si ottiene una valutazione formale per ciascun credito, che può essere positiva (Credit Anticipated) o negativa (Credit Denied). Il superamento con successo della revisione per la Fase di Progettazione non garantisce l'ottenimento finale di alcun credito e non dà il diritto al conseguimento finale della certificazione LEED, ma rappresenta un processo utile al gruppo di progettazione per valutare le potenzialità di ottenimento dei crediti e per mantenere un costante coinvolgimento di tutti gli interessati al fine di assicurare che l'edificio sia costruito secondo le specifiche di progetto (Manuale LEED Italia 2009).

### CAPITOLO 3

#### METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

Al termine della realizzazione del progetto, il gruppo di progettazione può sottoporre alla validazione dei certificatori tutti i crediti che si intendono ottenere per la Fase di Costruzione e ogni eventuale credito che, pur se normalmente sottoposto a validazione nella Fase di Progettazione, è stato posticipato e quindi non è stato inviato in precedenza. Se il gruppo di progettazione si è già avvalso della verifica prevista per la Fase di Progettazione e alcuni crediti già precedentemente accettati, anche se non in via definitiva, (Anticipated) hanno subito variazioni, è necessario aggiornare anche la corrispondente documentazione di supporto.

Una volta implementata tutta la documentazione richiesta per la certificazione e il relativo pagamento, GBC Italia provvede alla verifica finale di conseguimento della certificazione, credito per credito (final review), fermo restando che tutti i crediti anticipati nella verifica della Fase di Progetto che non hanno subito modifiche durante la costruzione saranno automaticamente aggiudicati. Tutti gli altri crediti saranno valutati con successo (Awarded) o meno (Denied). La tabella 3.8 riporta l'elenco riassuntivo dei crediti per il sistema di valutazione specifico (Lista di verifica o Checklist) a cui il gruppo di progettazione deve far riferimento per individuare i crediti che possono essere presentati per la revisione della fase di progetto e i crediti che devono essere presentati solo per la revisione della fase di costruzione.

La certificazione LEED 2009 Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni è aggiudicata in accordo con la seguente scala di valutazione:

- Base: 40 - 49 punti conseguiti
- Argento: 50 - 59 punti conseguiti
- Oro: 60 - 79 punti conseguiti
- Platino: 80 o più punti conseguiti

Gli edifici che raggiungono uno di questi livelli di valutazione riceveranno una lettera formale non appena concluso il processo di certificazione.

Di seguito, in figura 3.2, è visibile un esempio dei possibili marchi ottenibili attraverso la certificazione LEED; la tipologia di marchio varia a seconda del livello di certificazione raggiunto.

**CAPITOLO 3**  
**METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA**



**Figura 3.2:** Marchiatura LEED, Certified, Silver, Gold, Platinum

**Tabella 3.8:** Lista di verifica o Checklist (fonte GBCI)

<b>Credito o Prerequisito</b>	<b>P/C</b>	<b>Credito o Prerequisito</b>	<b>P/C</b>	<b>Credito o Prerequisito</b>	<b>P/C</b>
PI 1	P	GA credito 1	P	MR credito 7	C
PI 2	P	GA credito 2	P	QI P.1	P
PI 3	P	GA credito 3	P	QI P.2	P
PI 4	P	EA P.1	C	QI credito 1	P
SS P.1	C	EA P.2	P	QI credito 2	P
SS credito 1	P	EA P.3	P	QI credito 3.1	C
SS credito 2	P	EA credito 1	P	QI credito 3.2	C
SS credito 3	P	EA credito 2	P	QI credito 4.1	C
SS credito 4.1	P	EA credito 3	C	QI credito 4.2	C
SS credito 4.2	P	EA credito 4	P	QI credito 4.3	C
SS credito 4.3	P	EA credito 5	C	QI credito 4.4	C
SS credito 4.4	P	EA credito 6	C	QI credito 5	P
SS credito 5.1	C	MR P.1	P	QI credito 6.1	P
SS credito 5.2	P	MR credito 1.1	C	QI credito 6.2	P
SS credito 6.1	P	MR credito 1.2	C	QI credito 7.1	P
SS credito 6.2	P	MR credito 2	C	QI credito 7.2	P
SS credito 7.1	C	MR credito 3	C	QI credito 8.1	P
SS credito 7.2	P	MR credito 4	C	QI credito 8.2	P
SS credito 8	P	MR credito 5	C	IP credito 1	P/C
GA P.1	P	MR credito 6	C	IP credito 2	C

### **3.5 Protocollo ITACA**

Prima di addentrarsi nella descrizione della metodologia, risulta interessante definire il significato di “ITACA” e del relativo protocollo. Itaca è un istituto nato nel 1996 come associazione di tipo federale per impulso delle Regioni italiane, con la denominazione di “Istituto per la trasparenza, l’aggiornamento e la certificazione degli appalti”. L’obiettivo era quello di attivare azioni ed iniziative condivise dal sistema regionale al fine di promuovere e garantire un efficace coordinamento tecnico tra le stesse Regioni e province autonome, così da assicurare anche il miglior raccordo con le istituzioni statali, enti locali e operatori del settore. Dal 2005, a seguito del ruolo assunto da Itaca e riconosciuto dalle stesse Regioni e da organismi nazionali di riferimento, con il quale si rapporta, ha adottato la sua nuova denominazione, “Istituto per l’innovazione e trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale”, la quale, pur confermando l’identità statutaria, ne sottolinea l’impegno anche sul versante delle tematiche inerenti alla sostenibilità ambientale ([www.itaca.org](http://www.itaca.org)). Gli scopi statutari sono:

- sviluppo e promozione della trasparenza nelle diverse fasi del ciclo degli appalti e delle concessioni pubbliche, anche attraverso la realizzazione di sistemi informativi per la raccolta e diffusione in tempo reale di tutte le informazioni attinenti agli appalti;
- definizione e sviluppo di procedure qualificate per la gestione e/o l’affidamento di appalti, tramite l’introduzione di sistemi qualità nelle procedure amministrative ispirati ai principi della normativa UNI EN ISO;
- promozione e diffusione delle buone pratiche nei servizi, forniture e lavori pubblici per la qualità urbana e sostenibilità ambientale.

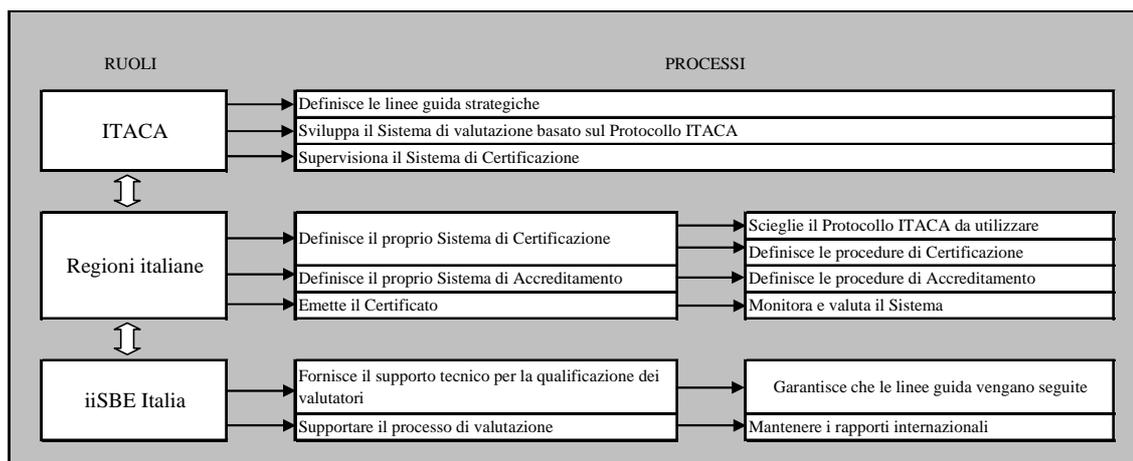
L’attività è esercitata attraverso comitati e gruppi di lavoro costituiti, oltre che dai tecnici regionali, anche da rappresentanti delle amministrazioni statali, locali e organismi rappresentativi delle categorie di settore. Ciò ha permesso, da un lato, un ampio e concreto confronto su questioni di volta in volta individuate, e dall’altro, lo scambio di conoscenze e condivisione di progetti che possono costituire ipotesi di sviluppo socio-economico e ambientale nel mercato di settore ([www.itaca.org](http://www.itaca.org)). Nel 2004, la conferenza dei presidenti delle Regioni e delle Province Autonome italiane, ha

### CAPITOLO 3

#### METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

approvato uno strumento di valutazione, denominato “Protocollo ITACA. Questo strumento di valutazione consente di effettuare la valutazione della sostenibilità degli edifici per destinazioni d’uso, prevalentemente residenziali. Il suddetto sistema, è basato sul sistema di certificazione SBTool ([www.iisbeitalia.org](http://www.iisbeitalia.org)). Il sistema di valutazione SBTool nasce dal processo Green Building Challenge GBC (poi evoluto in Sustainable Building Challenge SBC), un network internazionale definito per sviluppare uno strumento di verifica della sostenibilità ambientale delle costruzioni. Lo strumento nasce sia per valutare le prestazioni generali di edifici con qualsiasi destinazione d’uso, collocati anche in aree geografiche differenti definendo degli specifici indicatori di sostenibilità ambientale (ESI), sia per determinare le peculiari prestazioni degli edifici in correlazione al contesto nel quale sorgono, valutate per confronto rispetto a quelle degli edifici benchmark (di riferimento) ([www.iisbeitalia.org](http://www.iisbeitalia.org)). Rispetto ad analoghi strumenti maggiormente diffusi (LEED negli Stati Uniti e BREEAM in Gran Bretagna) la metodologia del network SBC consente di specializzare lo strumento di valutazione in funzione del contesto regionale e quindi della diversa importanza da attribuire alle varie prestazioni analizzate, potendo fissare opportuni livelli di benchmark dipendenti dal quadro legislativo e normativo e dalla pratica costruttiva locale ([www.iisbeitalia.org](http://www.iisbeitalia.org)). Premesso ciò, è possibile definire le principali caratteristiche del sistema ITACA; il Protocollo, rende possibile la contestualizzazione dello strumento di valutazione della sostenibilità edilizia al territorio in cui viene applicato, può essere adattato a qualsiasi esigenza di applicazione e di destinazione d’uso dell’edificio, è aggiornabile all’evoluzione del quadro di riferimento normativo e legislativo, infine è conforme alla specifica tecnica internazionale ISO/TS 21931-1 (Questa norma riguarda la sostenibilità nel settore edilizio, più in particolare affronta tematiche inerenti le metodologie di valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici, §2.4). ITACA, attraverso un accordo di collaborazione, ha identificato l’associazione no-profit iiSBE Italia (international initiative for the Sustainable Built Environment), quale partner tecnicoscintifico per supportare, sviluppare e mantenere il sistema di certificazione delle Regioni italiane. In figura 3.3 sono riportati i ruoli nonché le relazioni che intercorrono tra l’istituto ITACA, le regioni italiane e l’organismo iiSBE.

## CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA



**Figura 3.3:** *Il sistema di certificazione ITACA, ruoli e processi*

### 3.5.1 Lo Schema di certificazione del Protocollo ITACA

Per la Costituzione italiana le competenze in materia di energia ed ambiente sono in capo alle Regioni e delle Province Autonome e la legislazione regionale è prioritaria su quella nazionale (Protocollo ITACA, 2004). Questo fa sì che il Protocollo ITACA, approvato dalle Regioni, sia uno strumento di valutazione a carattere nazionale, riconosciuto da tutte le Regioni italiane ed utilizzato sia nel contesto pubblico che in quello privato. Il Ministero dello Sviluppo Economico ha identificato il Protocollo ITACA come un possibile riferimento nell'ambito delle Linee Guida nazionali per la certificazione energetica. Il Protocollo ITACA è utilizzato nei processi di valutazione e certificazione da molte regioni italiane per definire il livello di performance ambientale degli edifici e per promuovere e incentivare i programmi di edilizia sostenibile, inoltre, nel contesto pubblico, per definire le politiche e promuovere la sostenibilità attraverso gli incentivi finanziari, i regolamenti edilizi, i programmi di pianificazione del territorio. Il Protocollo ITACA è stato utilizzato, a diversi livelli di applicazione, in particolare da:

- Piemonte: Programma casa, edilizia sociale, contratti di quartiere;
- Lombardia: sistema di riferimento per incentivi comunali;
- Toscana, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lazio, Basilicata, Calabria: linee guida e sistema di valutazione di riferimento;
- Marche: sistema di certificazione e programmi di edilizia sociale;

## CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

- Puglia: norma per l'edilizia sostenibile, sistema di certificazione.

Anche nel contesto privato, il Protocollo ITACA è utilizzato per promuovere e finanziare interventi caratterizzati da elevate performance energetiche e ambientali (Balasso, Zen, 2009).

Attualmente, in Italia sono disponibili alcuni prodotti finanziari che consentono di ottenere agevolazioni per le costruzioni ad elevate prestazioni realizzate in accordo con il Protocollo ITACA. Ad esempio, l'Organismo Tecnico Nazionale iiSBE Italia ha definito una serie di condizioni agevolate per l'edilizia sostenibile in applicazione del Protocollo ITACA. Tali agevolazioni riguardano essenzialmente condizioni migliorative sui costi delle Polizze Assicurative per fabbricati realizzati seguendo le procedure di valutazione contenute nel Protocollo stesso. La possibilità di beneficiare di tali condizioni è legata al valore globale di sostenibilità raggiunta nell'applicazione della procedura. La soglia minima da raggiungere è +2 per interventi di nuova costruzione, +1 per interventi di recupero, cioè quando si sia determinato un miglioramento della prestazione dell'edificio rispetto ai regolamenti ed alla pratica corrente (valore 0); paragrafo 3.5.3. I benefici economici conseguenti alla riduzione dei costi delle polizze assicurative vanno a favore sia del consumatore che dell'acquirente dell'unità abitativa, o del committente; il potenziale risparmio oscilla dal 10% al 15% ([www.itaca.org](http://www.itaca.org)).

### **3.5.2 Struttura ed organizzazione del protocollo**

Il Protocollo ITACA presenta, in linea di massima, una struttura simile a Ecolabel e Leed; le macro esigenze sono state codificate e strutturate prioritariamente tramite le cosiddette "Aree di Valutazione", le quali abbracciano gli obiettivi e le strategie in materia per mezzo di singoli temi. Le aree di valutazione sono 7, e ognuna contiene una serie di categorie di requisiti. All'interno delle stesse categorie vengono individuati a loro volta dei singoli requisiti caratterizzati dalla presenza di indicatori di controllo o parametri necessari per la verifica del soddisfacimento qualitativo o quantitativo. In alcuni casi si riscontra una suddivisione dei requisiti in sottorequisiti in quanto legati, ad esempio, al rispetto di norme che ne imponevano la differenziazione. Tutti i requisiti

## CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

sono visionabili nelle tabelle A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, 1.5, A1.6, A1.7 in Appendice A1. Le 7 aree di valutazione definiscono, nella totalità, 70 criteri di valutazione, corrispondenti ad altrettante schede di valutazione.

Molto importante è inoltre osservare che i requisiti proposti sono caratterizzati da una serie di elementi fondanti, quali:

- hanno valenza economica, sociale e ambientale di un certo rilievo;
- sono quantificabili o definibili anche solo a livello qualitativo ma comunque secondo criteri quanto più precisi possibile;
- perseguono obiettivi di ampio respiro;
- hanno comprovata valenza scientifica;
- sono dotati di prerogative di interesse pubblico.

Nella stesura delle schede di ogni requisito e sottorequisito si è ritenuto importante inoltre seguire un principio ispiratore che tenesse conto del fatto che non sempre è possibile eseguire una misurazione accurata del parametro o dell'indicatore di controllo individuato. In tal caso si è cercato, ove possibile, di inserire anche una serie di parametri speditivi che potessero consentire di arrivare al medesimo risultato analitico seguendo metodi o valutazioni di ordine più empirico.

### **3.5.3 Scala di valutazione e punteggio**

I punteggi, in analogia con il sistema GBC, oscillano all'interno di una scala di valori che va da -2 a +5, dove lo zero rappresenta il valore del punteggio o lo standard di paragone (benchmark) riferibile a quella che deve considerarsi come la pratica costruttiva corrente, nel rispetto delle leggi o dei regolamenti vigenti (tabella 3.9). Da un'analisi della tabella si possono fare alcune considerazioni di base: innanzitutto gli edifici nuovi dovranno presentare sempre punteggi non negativi. Punteggi negativi potranno invece essere considerati accettabili solo in occasione di interventi su edifici oggetto di ristrutturazione. Per quanto riguarda l'attribuzione del punteggio, esso verrà attribuito ad ogni singolo criterio del protocollo. Tal punteggio costituisce il parametro

### CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

che viene inserito quale elemento di valutazione nella categoria di requisito; sommando a loro volta i voti delle categorie di requisiti si andrà a costituire il voto dell'area di valutazione, secondo lo schema proposto nelle tabelle in appendice A1.

**Tabella 3.9:** *Scala di valutazione Protocollo ITACA*

-2	Rappresenta una <b><u>prestazione fortemente inferiore allo standard</u></b> industriale e alla pratica accettata. Corrisponde anche al punteggio attribuito ad un requisito nel caso in cui non sia stato verificato
-1	Rappresenta una <b><u>prestazione inferiore allo standard</u></b> industriale e/o alla pratica accettata
0	Rappresenta la <b><u>prestazione minima</u></b> accettabile definita da leggi o regolamenti vigenti nella regione, o, nel caso in cui non vi siano specifici regolamenti di riferimento, <b><u>rappresenta la pratica comune</u></b> utilizzata nel territorio
1	Rappresenta un lieve miglioramento della prestazione rispetto ai regolamenti vigenti ed alla pratica comune
2	Rappresenta un moderato miglioramento della prestazione rispetto ai regolamenti vigenti ed alla pratica comune
3	Rappresenta un significativo miglioramento della prestazione rispetto ai regolamenti vigenti ed alla pratica comune. Da considerarsi come la <b><u>pratica corrente migliore</u></b>
4	Rappresenta un moderato incremento della pratica corrente migliore
5	Rappresenta una prestazione considerevolmente avanzata rispetto alla pratica corrente, di carattere sperimentale e <b><u>dotata di prerogative di carattere scientifico</u></b>

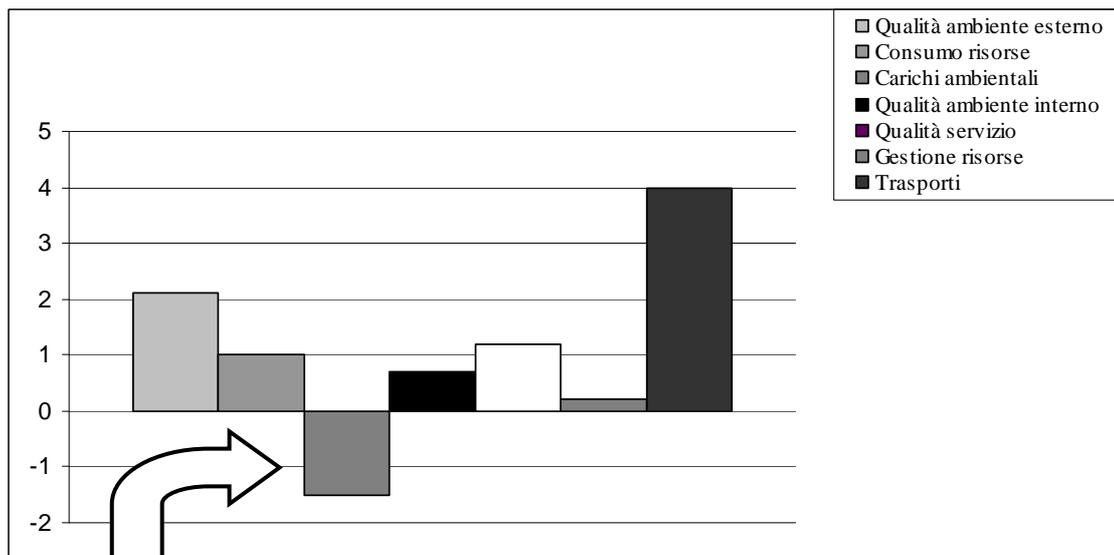
Chiunque voglia applicare la metodologia deve tener ben presente il peso di ogni requisito, che dovrebbe riflettere la realtà locale e l'importanza che ad esso viene attribuita. Nelle tabelle in appendice, le percentuali fanno riferimento ad un sistema di pesatura nazionale.

A maggior chiarimento delle tabelle si ha che:

- il voto del requisito X peso in percentuale è pari al voto pesato del requisito;
- la somma dei voti pesati del requisito configura il voto della categoria di requisito;
- il voto della categoria di requisito X peso percentuale della categoria è pari al voto pesato della categoria di requisito;
- la somma dei voti pesati delle categorie di requisito danno il voto dell'area di valutazione.

### CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

I voti delle singole aree di valutazione costituiscono l'elemento più importante, in quanto definiscono il livello di compatibilità ambientale dell'opera esaminata. Il passo successivo è rappresentato dall'attribuzione, per ogni singola area oggetto di valutazione, di una soglia minima necessaria per poter definire le caratteristiche ideali di un progetto con le caratteristiche di sostenibilità. Come accennato, ogni amministrazione avrà la possibilità di correggere il peso di ogni singolo requisito per adattarlo alla propria realtà locale, avendo a disposizione in ogni caso una serie di parametri standard comuni. Dall'analisi dei voti attribuiti ad ogni singola area di valutazione si possono ricavare una serie di considerazioni che risultano più facilmente deducibili dai grafici riportati nelle figure seguenti: dal grafico in figura 3.4 appare evidente come il punteggio di ogni singola area non dovrebbe essere mai corrispondente ad un valore negativo, in quanto rappresenterebbe una situazione al di sotto della norma o della pratica comune e come tale sarebbe considerata di qualità complessiva scadente.

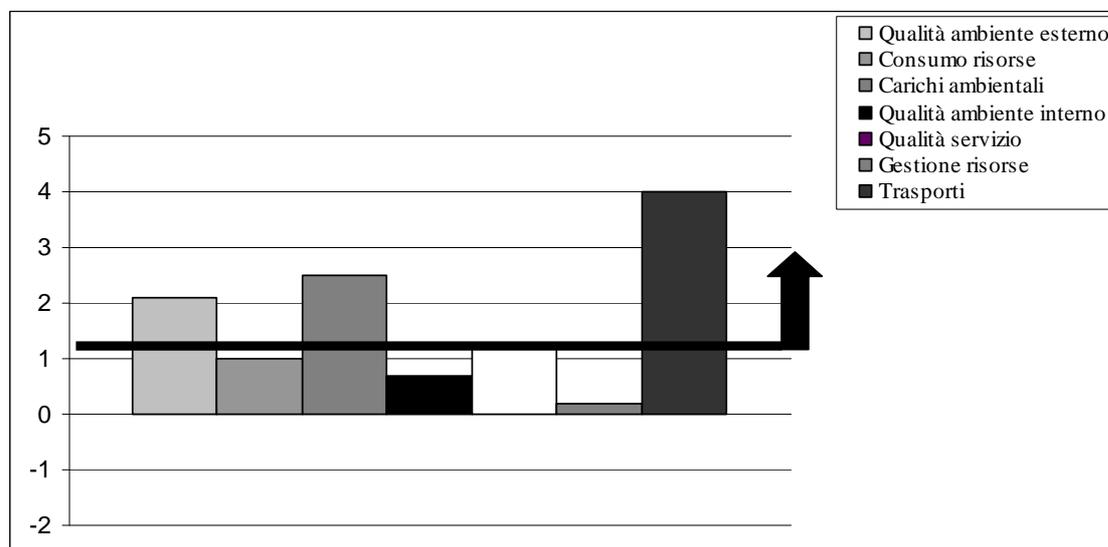


**Figura 3.4:** *Il punteggio di ogni singola area non può essere negativo*

Risulta altrettanto evidente in figura 3.5 che per l'ammissibilità delle opere ad una generica forma di contribuzione potrà essere richiesto che i rispettivi punteggi delle singole aree di valutazione risultino sempre al di sopra di una soglia predefinita; nel caso in esame la soglia ha valore uno.

### CAPITOLO 3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

Per la valutazione globale vera e propria di un edificio o di un complesso di edifici appare necessario che le singole aree di valutazione vengano a loro volta “pesate” in modo tale da consentire che l’espressione della valutazione avvenga attraverso un unico



**Figura 3.5:** Soglia minima da raggiungere per ogni singola area ambientale

valore. Per fare ciò è necessario riportare di seguito, in tabella 3.10, le aree di valutazione ed i pesi che ad esse sono state attribuite in funzione della loro importanza:

**Tabella 3.10:** Pesi relativi alle diverse aree di valutazione

AREE DI VALUTAZIONE	PESO
1 QUALITÀ AMBIENTALE ESTERNA	15
2 CONSUMO DI RISORSE	20
3 CARICHI AMBIENTALI	20
4 QUALITÀ AMBIENTALE INTERNA	25
5 QUALITÀ DEL SERVIZIO	5
6 QUALITÀ DELLA GESTIONE	10
7 TRASPORTI	5

Il voto “pesato” di un edificio diviene pertanto l’espressione delle valutazioni sin qui formulate che, come detto, partono dai presupposti della scala di valutazione riportata in tabella 3.10.

CAPITOLO 3  
METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA

### 3.5.4 Il Protocollo semplificato

Come già citato nel paragrafo 3.5.2, il documento finale si compone di una serie di linee guida raccolte in 70 schede di valutazione che corrispondono ad altrettanti requisiti di compatibilità ambientale. Tuttavia, in relazione alle verifiche condotte in alcuni progetti edilizi, ed effettuate per la convalida dell'applicabilità del sistema completo delle 70 schede, è stato accertato che per alcuni aspetti il metodo risulta piuttosto articolato e più adeguatamente applicabile a contesti edilizi di consistente dimensione. Considerata l'effettiva complessità di alcune parti del metodo è stata valutata la possibilità di affiancare ad esso un sistema di valutazione ridotto, composto da 28 schede: il "Protocollo semplificato" ha fatto propri quei requisiti che sono stati ritenuti fondamentali ed indispensabili per la realizzazione di interventi aventi caratteristiche minime di sostenibilità. L'attuazione di un protocollo ridotto ha preso corpo anche in relazione al fatto che è stato ritenuto potesse agevolare l'applicazione di criteri di edilizia biocompatibile in quegli interventi singoli o più piccoli per volume e dimensione, che in genere rappresentano la parte più consistente dell'attività edilizia attuata dai soggetti privati (Protocollo ITACA, 2004). Nella tabella 3.11 è riportato l'elenco dei criteri minimi ritenuti inderogabili facenti parte il protocollo semplificato.

**Tabella 3.11:** *Elenco criteri minimi "Protocollo Semplificato"*

Criteri Protocollo ITACA "semplificato"			
<b>1- QUALITÀ AMBIENTALE ESTERNA</b>		<b>4- QUALITÀ AMBIENTALE INTERNA</b>	
1.2.2	Inquinamento atmosferico	4.1.1	Illuminazione naturale
1.2.5	Inquinamento delle acque	4.2.1	Isolamento acustico di facciata
1.2.6	Inquinamento luminoso	4.2.4	Isolamento acustico dei sistemi tecnici
1.3.1	Integrazione con l'ambiente circostante	4.3.1	Temperatura dell'aria nel periodo invernale
<b>2- CONSUMO DI RISORSE</b>		4.3.3	Inerzia termica
2.1.1	Isolamento termico	4.4.2.1	Controllo degli agenti inquinanti (fibre minerali)
2.1.2	Sistemi solari passivi	4.4.4.1	Inquinamento elettromagnetico (campi 50Hz)
2.1.3	Produzione acqua sanitaria	4.4.4.2	Inquinamento elettromagnetico
2.1.4	Energia elettrica (fonti non rinnovabili)	<b>5- QUALITÀ DEL SERVIZIO</b>	
2.3.1	consumo netto acqua potabile	5.1.1	Regolazione locale della temperatura dell'aria
2.4.1	Riutilizzo strutture esistenti	5.2.3	Accessibilità ai sistemi tecnici
2.4.3	Utilizzo materiali locali e regionali	5.3.1	Monitoraggio dei consumi
2.4.5	Riciclabilità dei materiali	<b>6- QUALITÀ DELLA GESTIONE</b>	
<b>3- CARICHI AMBIENTALI</b>		6.1.1	Disponibilità di documentazione tecnica dell'edificio
3.1.1.	Emissione di CO2	<b>7- TRASPORTI</b>	
3.2.1	Gestione acque piovane	7.3.1	Prossimità dei servizi locali

**CAPITOLO 3**  
**METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA**

# Capitolo 4

## LEED, ITACA, Ecolabel a confronto

In questo capitolo sono messe a confronto, a livello teorico, le tre metodologie di valutazione trattate nel capitolo precedente. Tuttavia risulta cogente precisare che il confronto presentato riguarda solo un piccolo aspetto dei sistemi di valutazione qual'è quello inerente i criteri ambientali, mentre non si è comparata, ad esempio, la difficoltà di applicazione. La possibilità di una comparazione efficace di questo aspetto sarebbe difatti possibile solo implementando nel concreto, su un medesima opera edilizia, tutte e tre le metodologie.

Premesso ciò, il lavoro svolto si è articolato in varie fasi; una prima fase nella quale si sono elencati tutti i criteri delle tre metodologie seguita da una seconda fase nella quale si sono identificati quei criteri che nonostante appartenessero a metodologie differenti, apparivano simili. Per simili si intendono quei criteri aventi anche una diversa nomenclatura ma tuttavia facenti riferimento al medesimo aspetto dell'edificio. Attraverso questo sistema di comparazione si è potuto comprendere se tutte e tre le metodologie sono equiparabili in termini di aspetti ambientali considerati o se alcune presentano carenze o peculiarità in una o più aree ambientali.

### 4.1 Sistema LEED e Protocollo ITACA a confronto

In questo paragrafo viene proposto una breve valutazione delle differenze e delle analogie tra i sistemi di valutazione della sostenibilità edilizia LEED e ITACA. In generale si può affermare che il Protocollo ITACA, derivato dall'SB Method, è un sistema di punteggio di seconda generazione e consente una valutazione/certificazione prestazionale degli edifici in funzione del contesto territoriale in cui si inserisce. Riguardo al contesto territoriale difatti, la metodologia consente di specializzare lo strumento di valutazione in funzione del contesto regionale e quindi della diversa

## CAPITOLO 4 LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.

importanza da attribuire alle varie prestazioni analizzate, potendo fissare opportuni livelli di benchmark dipendenti dal quadro legislativo e normativo e dalla pratica costruttiva locale. Seppur con un approccio diverso, anche LEED, la metodologia del network SBC (Sustainable Building Challenge), presenta una certa adattabilità ai contesti regionali. Per far questo, anziché pesare i crediti in funzione della locazione geografica del progetto oggetto studio, in LEED si sono identificati sei tra i crediti contenuti nelle cinque categorie di base (SS, GA, EA, MR, QI), aventi rilevanza territoriale. Il conseguimento di uno di questi sei crediti identificati permette difatti di ottenere un punto addizionale nella categoria “Priorità Regionale”, fino ad un massimo di quattro.

Per quanto concerne il campo di applicazione, entrambe le metodologie si prestano all'applicazione su edifici esistenti o nuovi edifici; ad esempio esistono programmi Leed differenti a seconda che si tratti di nuove costruzioni (Leed for New Construction) o di ristrutturazioni (Leed for Existing Building: Operations & Maintenance). Leed è anche differenziato a seconda delle specifiche tipologie edilizie considerate, come possono essere le scuole (Leed for schools) o per specifici campi o settori come quello commerciale (Leed for Commercial interiors). anche il sistema SBTool (dal quale deriva il protocollo ITACA) ha la capacità di gestire progetti di grandi dimensioni o di singoli edifici, residenziali o commerciali, nuovi ed esistenti, o una combinazione dei due. Nel caso specifico si sono valutati i sistemi di certificazione USGBC Leed Italia V9.0 per le nuove costruzioni e il protocollo ITACA realizzato dall'Organismo Tecnico Nazionale iiSBE (International Initiative for a Sustainable Building Environmental). Per poter confrontare le due metodologie di calcolo è essenziale comprendere, come già citato nel capitolo 4, la struttura delle metodologie stesse. Entrambe le metodologie sono accumulate dalla medesima logica di ripartizione dei criteri in macroaree di valutazione. Le macroaree prevedono prerequisiti prescrittivi obbligatori e un numero di prestazioni ambientali che assieme definiscono il punteggio finale dell'edificio. Più nel dettaglio, per Leed si riscontrano 6 macroaree: Sostenibilità del Sito (SS), Gestione efficiente delle Acque (GA), Energia e Ambiente (EA), Materiali e Risorse (MR), Qualità ambientale Interna (QI), infine, Innovazione di processo e Design (ID). Per il sistema ITACA si individuano invece 7 macroaree: Qualità ambientale Interna (1), Consumo di Risorse (2), Carichi Ambientali (3), Qualità ambiente Interno (4), Qualità

## CAPITOLO 4 LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.

del Servizio (5), Qualità della Gestione (6), Trasporti (7). Già considerando le macroaree ci si rende conto della differente organizzazione dei criteri ambientali nelle due metodologie; ciò rende articolato il processo di comparazione delle stesse. Il processo è reso ancora più difficoltoso se si vuol realizzare una comparazione biunivoca dei singoli criteri e sottocriteri, a causa del differente numero e nomenclatura degli stessi. La denominazione dei sottocriteri si è rivelata la fase più complessa in quanto non ha permesso una comparazione diretta dei singoli criteri, basti pensare ad esempio che nomi diversi nei due protocolli possono nascondere in realtà medesimi contenuti. Viceversa, nomi apparentemente simili possono celare riferimenti e contenuti totalmente o parzialmente differenti.

Il primo passo per poter effettuare l'analisi è stato elencare tutti i criteri di Leed e ITACA in modo sinottico ed affiancato. Successivamente si è proceduto con l'individuazione dei criteri ambientali che facenti riferimento ai medesimi aspetti ambientali dell'edificio. Come già accennato, questa operazione ha richiesto non solo la presa visione della nomenclatura dei criteri, bensì anche un attento controllo del contenuto degli stessi sulle rispettive documentazioni. Successivamente si è proceduto con il raggruppamento dei criteri contrassegnati dalla medesima lettera (tabella 4.1). Successivamente a questi gruppi di criteri è stato assegnato un nome comune in quanto fanno essenzialmente riferimento ai medesimi aspetti dell'edificio; in tal modo si sono ottenuti dei nuovi criteri ambientali, contenenti una serie di criteri ITACA ed una serie di criteri LEED. Questa fase ha reso possibile il confronto vero e proprio che verrà descritto successivamente. I criteri precedentemente identificati sono stati quindi raggruppati attraverso due aggregazioni in serie (come mostrato in tabella 4.1); attraverso la prima aggregazione si sono realizzate delle nuove aree ambientali le quali, a loro volta attraverso la seconda aggregazione sono state raggruppate in macroaree ambientali. Le nuove aree ambientali, visibili in tabella 4.1, sono tredici e raggruppano tutti i criteri presenti in LEED e ITACA.

Le nuove macroaree ambientali trovate sono invece sei (tabella 4.1), raggruppano tutte e tredici le aree ambientali e sono state nominate come segue: Sito (1), Qualità Ambiente esterno/interno e dell'abitare (2), Acqua (3), Energia (4) Materiali e risorse (5), Rifiuti ed emissioni (6).

**CAPITOLO 4**  
**LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.**

**Tabella 4.1:** *Processo di definizione delle nuove macroaree ambientali contenenti i criteri ambientali delle metodologie LEED e ITACA*

ITACA				LEED		PRIMA AGGREGAZIONE	SECONDA AGGREGAZIONE/DEFINIZIONE NUOVA MACROAREA AMBIENTALE		
QUALITÀ AMBIENTALE ESTERNA	1.1	1.1.1	A	SOSTENIBILITÀ DEL SITO (SS)	SS P.1			B	SITO
		1.1.2	A		SS credito 1	B	Z	7	
		1.1.3	A		SS credito 2	B	J		
	1.2	1.2.1	B		SS credito 3	B			
		1.2.2	B		SS credito 4.1	M			
		1.2.3	1.2.3.1		W	SS credito 4.2	M		
			1.2.3.2		W	SS credito 4.3	M		
		1.2.4	B		SS credito 4.4	M			
		1.2.5	B		SS credito 5.1	Z			
		1.2.6	B		SS credito 5.2	Z			
	1.3	1.3.1	B		SS credito 6.1	G			
		1.3.2	B		SS credito 6.2	G			
		1.3.3	B		SS credito 7.1	A			
CONSUMO DI RISORSE	2.1	2.1.1	C	(GA)	SS credito 7.2	A	ZONA ESTERNA	A	2
		2.1.2	C		SS credito 8	A			8
		2.1.3	C		GA P.1	D			9
		2.1.4	C		GA credito 1	D			10
		2.1.5	C		GA credito 2	D			11
	2.2	2.2.1	B		GA credito 3	D			13
	2.3	2.3.1	D		EA P.1	C			
	2.4	2.4.1	E		EA P.2	C			
		2.4.2	E		EA P.3	C			
		2.4.3	E		EA credito 1	C			
		2.4.4	E		EA credito 2	C			
		2.4.5	E		EA credito 3	C			
		2.4.6	E		EA credito 4	C			
CARICHI AMBIENTALI	3.1	3.1.1	C	ENERGIA E AMBIENTE (EA)	EA credito 5	C	RIFIUTI	F	4
		3.1.2	C		EA credito 6	C			
	3.2	3.2.1	G		MR P.1	E			
		3.2.2	G		MR credito 1.1	E			
		3.2.3	G		MR credito 1.2	E			
	3.3	3.3.1	F		MR credito 1.3	E			
		3.3.2	F		MR credito 2	F			
	3.4	3.4.1	F		MR credito 3	V			
		3.4.2	F		MR credito 4	V			
	3.5	3.5.1	B		MR credito 5	V			
		3.5.2	B		MR credito 6	V			
			B		MR credito 7	V			
	QUALITÀ AMBIENTE INTERNO	4.1	4.1.1		H	MATERIALI E RISORSE (MR)		QA P.1	L
		4.1.2	H	QA P.2	L		G	12	
		4.1.3	H	QA credito 1	L				
		4.1.4	H	QA credito 2	L				
4.2		4.2.1	Y	QA credito 3.1	L				
		4.2.2	Y	QA credito 3.2	L				
		4.2.3	Y	QA credito 4.1	L				
		4.2.4	Y	QA credito 4.2	L				
4.3		4.3.1	I	QA credito 4.3	L				
		4.3.2	I	QA credito 4.4	L				
		4.3.3	L	QA credito 5	L				
4.4		4.4.1	L	QA credito 6.1	H				
		4.4.2	4.4.2.1	L	QA credito 6.2		I		
		4.4.2.2	L	QA credito 7.1	I				
		4.4.2.3	L	QA credito 7.2	I				
	4.4.3	4.4.3.1	L	QA credito 8.1	H				
		4.4.3.2	L	QA credito 8.2	H				
	4.4.4	4.4.4.1	J	IP credito 1-4	/				
		4.4.4.2	J	IP credito 2	/				
QUALITÀ DEL SERVIZIO	5.1	5.1.1	X	(IP)			MATERIALI	E	6
		5.1.2	X					V	
		5.1.3	I					M	
	5.2	5.2.1	C						
	5.3	5.3.1	K						
QUALITÀ GESTIONE	6.1	6.1.1	C	QUALITÀ AMBIENTE INTERNO	COMFORT TERMICO INTERNO	I	TRASPORTI SERVIZI		3
	6.2	6.2.1	C		COMFORT VISIVO E ILLUMINAZIE INTERNO	H			
	6.3	6.3.1	C		COMFORT ACUSTICO	Y			
	6.4	6.4.1	C		QUALITÀ ARIA INTERNA	L			
TRASPORTI RTI	7.1	7.1.1	M	QUALITÀ GESTIONE DELL'ARBITRARE	QUALITÀ AMBIENTE INTERNO	X	ACQUA		4
	7.2	7.2.1	M		GESTIONE MANUTENZIONE	K			
	7.3	7.3.1	M		QUALITÀ DELL'ARBITRARE				

## CAPITOLO 4 LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.

Per poter realizzare il confronto vero e proprio si sono definiti, per ogni macroarea individuata, dei nuovi criteri ambientali; questi nuovi criteri sono stati formulati assicurandosi di non trascurare nessun aspetto ambientale connesso alle fasi di costruzione, utilizzo e dismissione delle opere edili.

Nelle tabelle proposte di seguito sono riportati i nuovi criteri formulati associati alle macroaree precedentemente individuate. Sempre nelle tabelle riportate di seguito è possibile visionare che ad ognuno dei criteri sono stati associati quelli corrispondenti di LEED ed ITACA; nel caso in cui alcuni criteri non trovino una corrispondenza significa che si è in presenza di una carenza (riguardante il campo di applicazione) di una o entrambe le metodologie.

La prima macroarea presa in considerazione è quella definita “Sito”; questa rappresenta una parte consistente del sistema di punteggio in quanto ad essa sono associati numerosi e molteplici criteri. Ciò deriva dal fatto che, nella fase di aggregazione, si sono tenuti in considerazione non solo la sostenibilità del sito e la scelta del sito, ma anche i trasporti ed i servizi connessi in quanto si è ritenuta ragionevole l’idea che la scelta del sito sia strettamente correlata alla presenza o meno nelle vicinanze non solo di trasporti ma anche di servizi. In tabella 4.2 si può notare come non tutti i criteri relativi alla macroarea “Sito” siano stati soddisfatti sia da ITACA e LEED. In primis si è riscontrata una leggera carenza del protocollo ITACA inerente la fase di costruzione dell’edificio, in quanto o non si sono trovati i criteri necessari, oppure si sono trovati criteri che trattano solo in modo implicito l’aspetto questa fase. Una carenza del sistema LEED riguarda invece la prevenzione dell’inquinamento acustico. Questo aspetto, come si può vedere in tabella 4.8, non è contemplato da LEED nemmeno nella fase di analisi riguardante il livello di comfort e benessere degli occupanti all’interno dell’edificio.

**Tabella 4.2:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti la macroarea “Sito”, dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "SITO"			
	Criterio	ITACA	LEED
1.1	Salvaguardia valore ecologico del sito e degli elementi naturali	2.2.1, 1.3.1-1.3.3	SS1
1.2	Prevenzione erosione del suolo e degli elementi naturali	3.5.2	SSP.1
1.3	Locazione del sito in prossimità di servizi, in zone ad alta densità edilizia, in prossimità di reti infrastrutturali	1.3.3, 7.3.1	SS2

**CAPITOLO 4**  
**LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.**

	Critero	ITACA	LEED
1.4	Bonifica suolo, riqualificazione siti contaminati	1.2.4 (Implicito)	SS3
1.5	Valutare la locazione del sito e prevenire l'inquinamento acustico, atmosferico, elettromagnetico, del suolo, luminoso, delle acque	1.2.1-1.2.6	SS8.8 (Marginale)
1.6	Conservare le aree naturali e riqualificare anche in fase di costruzione	X	SS5.1
1.7	Massimizzare gli spazi verdi	1.3.1-1.3.3 (Implicito)	SS5.2
1.8	Vicinanza del sito al trasporto pubblico	7.1.1	SS4.1
1.9	Prevedere parcheggi per trasporti alternativi, ad esempio biciclette	7.2.1	SS4.2, SS4.3, SS4.4
1.10	Impatto visivo nei confronti di proprietà adiacenti	3.5.1	X

La seconda macroarea individuata è stata denominata “Qualità ambiente esterno/interno e dell’abitare”. A sua volta questa macroarea, dato il numero consistente di criteri in essa contenuti, è stata suddivisa in aree e sottoaree visionabili in tabella 4.3.

**Tabella 4.3:** *Suddivisione in aree e sottoaree della macroarea 2 “Qualità ambiente esterno/interno e dell’abitare”*

MACROAREA 2		"QUALITÁ AMBIENTE ESTERNO/INTERNO E DELL'ABITARE"	
AREA 2a	"QUALITÁ AMBIENTE ESTERNO"		tabella 4.4
AREA 2b	"QUALITÁ AMBIENTE INTERNO"		
	SOTTOAREA 2b.1	"COMFORT TERMICO"	tabella 4.5
	SOTTOAREA 2b.2	"QUALITÁ ARIA INTERNA"	tabella 4.6
	SOTTOAREA 2b.3	"COMFORT VISIVO/ILLUMINAZIONE"	tabella 4.7
	SOTTOAREA 2b.4	"COMFORT ACUSTICO"	tabella 4.8
AREA 2c	"QUALITÁ DELL'ABITARE"		tabella 4.9

Nella tabella sottostante è visibile il confronto ITACA-LEED riguardante la qualità dell’ambiente esterno; per il suddetto criterio il Protocollo ITACA sembra più accurato soprattutto per quanto riguarda i livelli di rumore ed i campi elettromagnetici. Ciò è avallato dal fatto che in Leed manca totalmente l’aspetto del controllo delle emissioni e dei campi elettromagnetici, cosa che invece è presente in ITACA, sia per l’alta che la bassa frequenza, sia in termini di prestazione qualitativa che quantitativa.

CAPITOLO 4  
LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.

**Tabella 4.4:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti l'area "Qualità ambiente esterno", dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "QUALITÁ AMBIENTE ESTERNO/INTERNO E DELL'ABITARE"			
AREA 2a "QUALITÁ AMBIENTE ESTERNO"			
	Criterio	ITACA	LEED
2a.1	Comfort termico ambiente esterno	1.1.1	SS7.1, SS7.2
2a.2	Livelli di rumore, ventilazione, campi elettromagnetici, condizioni dell'aria	1.2.1-1.2.4	X
2a.3	limitare, evitare, l'inquinamento ottico e luminoso	1.2.6	SS8
2a.4	Garantire un livello di verde adeguato	1.1.3	SS5.2

Nella tabella sottostante è visibile la sotto area specifica del comfort termico (2b.1), appartenente all'area 2b, ossia della qualità dell'ambiente interno. La nota più importante riguardante questo aspetto è che in ITACA è assente, rispetto a Leed, un controllo e un sondaggio post utilizzo, necessari alla valutazione dell'effettivo comfort termico posteriormente alla messa in opera dell'edificio.

**Tabella 4.5:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti la sottoarea "Comfort termico", dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "QUALITÁ AMBIENTE ESTERNO/INTERNO E DELL'ABITARE"			
AREA 2b "QUALITÁ AMBIENTE INTERNO" - SOTTOAREA 2b.1 "COMFORT TERMICO"			
	Criterio	ITACA	LEED
2b.1.1	Comfort termico spazio interno	4.3.1, 4.3.2, 4.3.3	QI 6.2, QI7.1, QI7.2

La tabella sottostante si riferisce invece alla qualità dell'aria interna, sottoarea 2b.2. Sono presenti numerose differenze relative a tal aspetto, non nella globalità, bensì specifiche; in primis in ITACA è assente il criterio che controlla il fumo di tabacco per ambienti ad uso non abitativo, inoltre viene ribadita la mancanza in Leed del controllo delle fonti elettromagnetiche, infine, si riscontra nuovamente la mancanza in Itaca di un criterio di controllo della qualità dell'aria durante le fasi di costruzione dell'edificio.

**Tabella 4.6:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti la sottoarea "Qualità aria interna", dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "QUALITÁ AMBIENTE ESTERNO/INTERNO E DELL'ABITARE"			
AREA 2b "QUALITÁ AMBIENTE INTERNO" - SOTTOAREA 2b.2 "QUALITÁ ARIA INTERNA"			

**CAPITOLO 4**  
**LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.**

	Criterio	ITACA	LEED
2b.2.1	Ventilazione naturale/meccanica	4.4.3.1, 4.4.3.2	QIP.1, QI1, QI2
2b.2.2	Limitare l'inquinamento indoor: VOC, fibre, ecc.	4.4.2.1, 4.4.2.2	QI4.1, QI4.2, QI4.3, QI4.4 QI5
2b.2.3	Controllo fumo di tabacco	X	QIP.2
2b.2.4	Controllo inquinamento elettromagnetico ad alta e bassa frequenza	4.4.41, 4.4.4.2	X
2b.2.5	Controllo umidità	4.04.01	(Implicito ventilazione)
2b.2.6	Garantire la qualità dell'aria durante la costruzione e prima dell'occupazione	X	QI4.1, QI4.2

La tabella riportata di seguito, inerente il comfort visivo e l'illuminazione degli spazi interni mostra un discreto numero di criteri specifici per entrambe le metodologie.

**Tabella 4.7:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti la sottoarea "Comfort visivo/Illuminazione", dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "QUALITÀ AMBIENTE ESTERNO/INTERNO E DELL'ABITARE"			
AREA 2b "QUALITÀ AMBIENTE INTERNO"- SOTTOAREA 2b.3 "COMFORT VISIVO/ILLUMINAZIONE"			
	Criterio	ITACA	LEED
2b.3.1	Illuminazione ambienti interni, naturale ed artificiale	4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4	QI6.1, QI8.1, QI8.2

L'ultima sottoarea, appartenente all'area "Qualità ambiente interno", è rappresentata dal comfort acustico. A seguito dell'analisi delle metodologie, è scaturito che LEED, a differenza di ITACA non presenta specifici criteri inerenti tal aspetto; Il controllo e la riduzione dell'inquinamento acustico è solamente presente in maniera implicita in alcune normative tecniche presenti nel testo del documento, riscontrate nel prerequisito 1, QI1 (Condizioni minime di comfort acustico).

**Tabella 4.8:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti la sottoarea "Comfort acustico", dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "QUALITÀ AMBIENTE ESTERNO/INTERNO E DELL'ABITARE"			
AREA 2b "QUALITÀ AMBIENTE INTERNO"- SOTTOAREA 2b.4 "COMFORT ACUSTICO"			
	Criterio	ITACA	LEED
2b.4.1	Comfort acustico	4.2.1, 4.2.2, 4.2.1, 4.2.4	X

CAPITOLO 4  
LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.

L'ultima area appartenente all'aspetto "Qualità ambiente esterno/interno e dell'abitare" è definita appunto "Qualità dell'abitare". ITACA presenta una serie di criteri inerenti tal aspetto, ad esempio il criterio 5.3.1 (Garantire la fruibilità da parte dell'utenza di idonee aree di svago e gioco), mentre il sistema Leed tende un po' a trascurare questi aspetti, privilegiando, sembra, aspetti più tecnici di carattere costruttivo ed energetico.

**Tabella 4.9:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti l'area "Qualità dell'abitare", dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "QUALITÀ AMBIENTE ESTERNO/INTERNO E DELL'ABITARE"			
AREA 2c "QUALITÀ DELL'ABITARE"			
	Criterio	ITACA	LEED
2c.1	Qualità dell'abitare	5.3.1, 5.4.1, 5.4.2	X, (Implicito)

La terza macroarea individuata è stata denominata "Acqua", e racchiude in se tutti gli aspetti riguardanti la gestione, l'utilizzo, la contabilizzazione della risorsa. Dalla presa visione dei criteri, riportati in tabella 4.10 si evince come entrambi i metodi si muovano verso la riduzione del consumo e dell'inquinamento idrico.

**Tabella 4.10:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti la macroarea "Acqua", dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "ACQUA"			
	Criterio	ITACA	LEED
3.1	Riduzione consumi acqua	2.3.1, 3.2.1, 3.2.3, 5.2.1	SS6.1, SS6.2, GA1.1, GA3.1, GA3.2
3.2	Riduzione dell'inquinamento dell'acqua e dei flussi di acqua inquinata	3.2.2	GA2

La quarta macroarea è stata denominata "Energia" e comprende i consumi energetici, gli impianti, la gestione degli stessi tabella 4.11. Non sono state riscontrate significative differenze tra i due sistemi di valutazione in quanto, chiaramente, essendo un aspetto ambientale di grande importanza, le due metodologie presentano un elevato numero di criteri concerni tale ambito. Una piccola mancanza di ITACA riguarda la gestione dei fluidi refrigeranti (4.3); per tal aspetto LEED spende addirittura un prerequisito e un criterio. Grande importanza in entrambe le metodologie è stata attribuita all'ottimizzazione delle prestazioni energetiche e alla produzione in sito di energia rinnovabile.

**CAPITOLO 4**  
**LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.**

**Tabella 4.11:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti la macroarea “Energia”, dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "ENERGIA"			
	Criterio	ITACA	LEED
4.1	Energia rinnovabile	2.1.3, 2.1.4	EA.1, EA6
4.2	Riduzione consumi energetici	2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5	EAP.1, EAP.2, EA1
4.3	Gestione fluidi refrigeranti	X	EAP.3, EA4
4.4	Manutenzione e verifica impianti, monitoraggio consumi	5.1.3, 5.2.1, 6.1.1, 6.2.1, 6.3.1	EA3, EA5

La quinta area definita “Materiali e Risorse”, comprende tutti gli aspetti relativi all’eco compatibilità, la provenienza, il riutilizzo degli stessi nel caso di demolizioni e ristrutturazioni. La tabella 4.12 mostra come entrambi gli strumenti di valutazione siano dotati di un discreto numero di punti che soddisfano i relativi criteri ambientali, senza carenze evidenti o differenze sostanziali tra i due.

**Tabella 4.12:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti la macroarea “Materiali e risorse”, dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "MATERIALI E RISORSE"			
	Criterio	ITACA	LEED
5.1	Riutilizzo elementi strutturali	2.4.1	MR1.1, MR1.2
5.2	Materiali di recupero	2.4.2	MR1.3, MR2.1, MR2.2, MR3.1, MR3.2
5.3	Incentivare materiali riciclabili	2.4.5	MR4.1, MR4.2, MR6
5.4	Incentivare materiali locali	2.4.3	MR5.1, MR5.2
5.5	Ecolabelling materiali	2.4.6	MR7

Per concludere, l’ultima macroarea di valutazione individuata è stata quella inerente i rifiuti e le emissioni, comprendente non solo il controllo e la riduzione delle emissioni gassose quali anidride carbonica, ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ma anche la riduzione, la gestione dei rifiuti solidi. Anche per tali aspetti ambientali le due metodologie valutate non presentano evidenti differenze, come mostra la tabella comparativa 4.13.

CAPITOLO 4  
LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.

**Tabella 4.12:** *Studio della capacità di valutazione delle prestazioni ambientali, inerenti la macroarea "Rifiuti ed emissioni", dei sistemi ITACA e LEED*

MACROAREA "RIFIUTI ED EMISSIONI"			
	Criterio	ITACA	LEED
6.1	Riduzione di gas ad effetto serra quali CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	3.1.1, 3.1.2	Presente nel punto 4 "Aspetto energetico"
6.2	Ridurre il conferimento in discarica di materiali da costruzione e demolizione	3.3.1, 3.3.2	Presente nel punto 5 "Materiali e risorse", + MR2.1, MR2.2
6.3	Strategie per la raccolta differenziata	3.4.1, 3.4.2	MRP.1

## 4.2 LEED, ITACA, Ecolabel a confronto

I criteri ecologici riguardanti il marchio di qualità ecologica Ecolabel sono sanciti nella Decisione della Commissione della Comunità Europea. Come già descritto nel capitolo quarto, questi criteri sono tutt'ora in fase di definizione e sviluppo, e sono suddivisi in due categorie differenti; la prima categoria comprende i criteri per i nuovi edifici, mentre la seconda categoria comprende i criteri necessari alla valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici esistenti. Poiché la metodologia LEED ed il Protocollo ITACA fanno riferimento alle nuove costruzioni, si è ritenuto opportuno effettuare un confronto solo tra criteri appartenenti a questa categoria per ragioni di validità e correttezza di analisi. Prima di procedere con la comparazione allo scopo di individuare le principali differenze, è opportuno sottolineare che questa analisi è stata fatta in un secondo momento in quanto l'Ecolabel UE è tuttora in fase di elaborazione (si è giunti alla terza bozza), ciò comporta una possibile, anzi quasi certa modificazione, revisione, in corso d'opera dei criteri. Basti pensare che nel passaggio dalla seconda alla terza revisione sono stati soppressi 28 criteri per le nuove costruzioni, 34 per gli edifici esistenti, mentre sono stati aggiunti 8 nuovi criteri. Un'ulteriore difficoltà deriva dal fatto che attualmente i criteri contenuti nel documento descrivente l'Ecolabel non sono ben specificati ed approfonditi come nel caso dei Protocolli sopracitati, con conseguente difficoltà di allocazione e verifica degli stessi. Un ultimo motivo avvallante la citata scelta è la maggior difficoltà di comparazione tra i criteri data la differente logica di

**CAPITOLO 4**  
**LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.**

disposizione ed organizzazione degli stessi nel documento esplicante l'Ecolabel. Ad ogni modo risulta comunque interessante capire se i tre sistemi di valutazione si stiano muovendo nell'ugual direzione, seguendo le medesime logiche di valutazione, concentrandosi sui medesimi aspetti ambientali.

I criteri per i nuovi edifici, definiti nella terza bozza della Decisione della Commissione Europea (ai sensi del regolamento (CE) n. 66/2010), sono suddivisi in obbligatori (sezione A) e facoltativi (sezione B). I criteri obbligatori, come già citato nel Cap. 4, sono 29, i criteri facoltativi sono invece 24 e prevedono, in caso di rispetto degli stessi, l'assegnazione di punti.

La tabella 4.13 riporta un sunto del confronto tra i criteri da soddisfare per l'ottenimento e l'apposizione del marchio Ecolabel ed i criteri ambientali contenuti in LEED ed ITACA. Ciò è stato fatto cercando, in un qual modo, dei riscontri tra i criteri presenti nelle sezioni A e B del documento Ecolabel e quelli presenti negli altri due protocolli.

**Tabella 4.13: Confronto tra i criteri Ecolabel, LEED, ITACA**

<b>Criteri Ecolabel</b>		<b>LEED – ITACA</b>
	<b>Documentazione</b>	
1	Book building	Area 6 del Protocollo ITACA; in Ecolabel la parte di documentazione e gestione riveste un ruolo di rilievo. LEED non presta la dovuta attenzione a questo aspetto. EAP.1, EA5, EA6, QI6.1-6.2. In LEED ed ITACA è assente un vero e proprio Book Building
2	Piano di manutenzione	
3	Guida per l'utente	
30	Altri sistemi di certificazione ambientale	Non presente in modo diretto
	<b>Pianificazione - Progetto - costruzione</b>	
4	Design per lo smontaggio, il riutilizzo, il riciclaggio	ID1.1-1.4, ma assente un vero e proprio elenco dei materiali contenente informazioni sullo smontaggio, il reimpiego, il riciclaggio
5	La responsabilità sociale durante la fase di costruzione	In LEED ed ITACA viene pressoché trascurato l'aspetto sociale nel quadro della realizzazione dell'edificio
31	Scelta del sito	Confrontabile con 1.3 (Integrazione con l'ambiente circostante in ITACA) e con SS1
32	Esperienza dei progettisti nell'edilizia ecologica	Non presente
33	Sistema di gestione della qualità	Non presente
34	Realizzazione studio LCA	Non presente
35	Sistema di Gestione Ambientale	Non presente

**CAPITOLO 4**  
**LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.**

<i>Confronto tra i criteri Ecolabel, LEED, ITACA</i>		
	<b>Criteri Ecolabel</b>	<b>LEED - ITACA</b>
36	Rifiuti da costruzione e demolizione	2.4 (Consumo di materiali), MR1.1-3.2
	<b>Impatto sul sito</b>	
6	Isola di calore	Confrontabile con 1.1.1 (Comfort termico spazi esterni), SS7.1, SS7.2
37	Aree verdi	Confrontabile con 1.3.2, 2.2.2, SS5.1, SS5.2
38	Isola di calore	Confrontabile con 1.1.1 (Comfort termico spazi esterni), SS7.1, SS7.2
	<b>Materiali</b>	
7	Elenco dei materiali / prodotti	Assente una vera e propria lista dei materiali
8	Materiali a base di legno	Presente nella macroarea "Consumo di Risorse" (ITACA), e "Materiali e Risorse" (Leed) Es: MR4.1, MR4.2, Mr7
9	Materiali lignei	
10	Lunga durata dei materiali	Non direttamente presente tal criterio
11	Materiali plastici	Non direttamente presente tal criterio
39	Energia incorporata nei materiali / prodotti	Confrontabile con 2.1.5, in LEED non direttamente presente
40	Uso o riutilizzo dei materiali riciclati / prodotti	Presente nell'area 2.4, e nell'area "Materiali e Risorse)
41	Responsabilità dei produttori di materiali	Non presente in ITACA e LEED
42	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni non strutturali	Presente nell'area "Consumo di Materiali" (ITACA), e MR5.1, MR5.2
43	Uso di materiali e prodotti locali per funzioni strutturali	
44	Etichettatura dei prodotti da costruzione	Presente in ITACA con il credito 2.4.6 (Ecolabelling), non presente in LEED
45	CO2 inglobata nei materiali e nei prodotti	Non direttamente presente tal criterio
46	Pitture e vernici, rivestimenti dei materiali outdoor e indoor	Non direttamente presente tal criterio
	<b>Energia</b>	
12	Efficienza energetica – Riscaldamento	Presente in "Consumi Energetici" (ITACA) e "Energia e Ambiente" (LEED)
13	Fonti energetiche rinnovabili	2.1.4, EA2
47	Efficienza energetica – Riscaldamento	Presente in "Consumi Energetici" (ITACA) e "Energia e Ambiente" (LEED)
48	Efficienza energetica – Raffreddamento e ventilazione	Presente in "Consumi Energetici" (ITACA) e "Energia e Ambiente" (LEED)
49	Efficienza energetica - acqua calda	Presente in "Consumi Energetici" (ITACA) e "Energia e Ambiente" (LEED)
	<b>Consumi idrici e di gestione</b>	

**CAPITOLO 4**  
**LEED, ITACA, ECOLABEL A CONFRONTO.**

<i>Confronto tra i criteri Ecolabel, LEED, ITACA</i>		
	<b>Criteri Ecolabel</b>	<b>LEED – ITACA</b>
14	Utilizzo acqua piovana	2.3.1, "Gestione efficiente delle acque"
15	Sistemi per il risparmio idrico	"Consumo di Risorse", "Gestione efficiente delle acque"
	<b>Gestione dei Rifiuti</b>	
16	Impianti di riciclaggio	Criteri 3.4.1, 3.4.2, "Materiali e Risorse" (LEED)
	<b>Salute e benessere</b>	
17	Polvere	Area 4.4 "Qualità dell'aria" (ITACA), area "Qualità ambientale interna" (LEED)
18	Radon	4.4.2.3, "Qualità ambientale interna" (LEED)
19	Giornata illuminazione - aree comuni	Area 4.1 "comfort visivo" (ITACA), QI8.1, QI8.2
20	Illuminamento, sistema di controllo	
21	Giornata illuminazione, Glare control	
22	Benessere integrato degli interni	Area 4 "Qualità ambiente interno" (ITACA), QI
23	Fattore di Illuminazione diurno	Area 4.1 "comfort visivo" (ITACA), QI8.1, QI8.2
24	Materiali utilizzati per gli interni	4.4.2 (controllo agenti inquinanti), QI4.1-5
25	Emissioni di COV in ambiente indoor	
50	Sistemi di domotica	Sia in ITACA che in LEED sono presenti criteri che esplicano la necessità di un controllo centralizzato dei sistemi tecnici, ma sono assenti quelli relativi all'audio-video, in ITACA criterio 6.4.1 (Sicurezza edificio)
51	Ventilazione naturale	4.4.3, QIP.1-QI3.2
	<b>Agevolazioni previste</b>	
26	Antenna TV comune	Non presente
27	Mezzi di trasporto	Area 7 "Trasporti" (ITACA), SS4.1-SS4.4
28	Strutture per i cicli	7.2.1, SS4.2
52	Partizioni interne e pareti	Criterio non chiaro
53	tubazioni e cavi	5.1.3, non esplicito in LEED
	<b>Idoneità all'uso</b>	
29	Prova di costruzione ed attrezzature	Non direttamente comparabile, in LEED EA5, EA6
54	Spazi aperti, aree verdi, aree comuni	5.3.1, 5.4.2, non direttamente presente in LEED

### **4.2.1 Conclusioni**

Concludendo, quest'analisi, finalizzata a confrontare i criteri presenti nelle tre metodologie di valutazione dell'eco sostenibilità di un fabbricato, presenta un carattere semi qualitativo. Questo perché si è rivelato molto difficile, e a volte di interpretazione soggettiva, accoppiare e correlare i diversi criteri presenti nei diversi documenti. Un'altra considerazione da fare riguarda anche il fatto che non è possibile a prima vista affermare che una metodologia si occupi in maniera più o meno approfondita di un aspetto ambientale (ad esempio l'acqua) solo contando il numero di criteri e sottocriteri che questa attribuisce a tale aspetto. Questo perché, i vari criteri ambientali presentano una pesatura percentuale. Premesso ciò è comunque possibile concludere che i sistemi Leed ed ITACA sono, in termini di contenuti e di struttura, simili. Le differenze che si sono riscontrate riguardano difatti solo singoli criteri, che, peraltro, in termini di peso percentuale, non presentano grande rilevanza. Sono state invece evidenziate buone congruenze negli aspetti ambientali significativi quali la questione energetica, l'utilizzo delle acque, il consumo di risorse. Più evidenti sono invece le differenze con Ecolabel. Questo sistema sembra presentare una spiccata propensione alla documentazione, alla conformità dei fornitori, alla gestione post lavori di costruzione, suggerendo la reale provenienza di tal metodologie da ottiche di Life Cycle Assessment. Importante è infine osservare che Ecolabel ha inserito nella terza bozza un criterio "sociale", la responsabilità ambientale dei fornitori e dei costruttori, aspetto che invece è trattato in modo quasi nullo o marginale nelle altre due metodologie. Ciò è indice del fatto che Ecolabel affronta in modo globale e particolarmente accurato gli aspetti dell'intera filiera costruttiva. Un confronto più preciso sarebbe possibile solo applicando sul campo (ad un caso studio reale) le metodologie in esame. Un'analisi post applicazione eventualmente effettuata risulterebbe assai più utile nella comparazione delle stesse; questa analisi risulterebbe utile nel comprendere non solo lo spettro inerente gli aspetti dell'edificio considerati delle due metodologie, ma anche la documentazione e le informazioni necessarie per il soddisfacimento dei criteri, le difficoltà di implementazione delle metodologie, infine, l'adattabilità delle metodologie ai molteplici ed eterogenei contesti edilizi e geografici.



# Capitolo 5

## Applicazione metodologia LEED: Ospedale di Prato

In questo capitolo verrà presentato il lavoro svolto presso lo studio di progettazione “Altieri” di Thiene; nel periodo di collaborazione intercorso con lo studio è stata applicata la metodologia di valutazione della sostenibilità ambientale LEED al nuovo complesso ospedaliero di Prato. Il processo di valutazione è stato effettuato con il supporto del Manuale LEED Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni, “Green Building“, Edizione 2009.

### 5.1 Presentazione dello Studio Altieri

Studio Altieri S.p.A. è una Società di servizi di ingegneria e architettura di lunga tradizione. La struttura ha la sede principale a Thiene (VI) e quattro sedi operative nell’Italia del nord, a Padova, Verona, Milano, Torino. La Società opera prevalentemente nella progettazione e direzione lavori di opere pubbliche, in regime di qualità secondo gli standard europei (possiede da tempo la certificazione ISO 9001 - Vision 2000); i settori di attività principali sono:

**Architettura e urbanistica**, i cui fiori all’occhiello più recenti sono: il Nuovo Polo Chirurgico dell’Ospedale Civile Maggiore di Verona(1), il Nuovo Ospedale di Mestre(2), il Nuovo Polo Fieristico di Milano(3), i Quattro Nuovi Ospedali della Toscana (Studio Altieri fa parte del raggruppamento che recentemente si è aggiudicato la prima fase del project financing), il Piano regolatore particolareggiato dell’area Science Park nel comprensorio di Basovizza-TS.

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

**Ingegneria idraulica e ambientale**, le cui realizzazioni recenti di maggior rilievo sono: la ricostruzione dell'acquedotto Gela-Aragona in Sicilia, i grandi acquedotti di interconnessione del Veneto Centrale, le grandi opere per il disinquinamento della Laguna di Venezia come il progetto integrato Fusina, le opere per la messa in sicurezza dell'area industriale di Porto Marghera e della discarica di rifiuti tossici del Passo a Campalto, la direzione lavori della diga foranea esterna alla bocca di Malamocco e delle opere per la chiusura mobile della bocca di Lido Treporti nell'ambito del progetto MOSE, due grandi dighe in Algeria.

**Ingegneria dei trasporti**, le cui opere più importanti sono quelle realizzate per gare di project financing: superstrada a pedaggio Pedemontana Veneta, autostrada E55 "Nuova Romea Commerciale" Cesena-Venezia, metrobus di Mestre (VE), metropolitana sublagunare fra Tessera e Venezia.

Una peculiarità di Studio Altieri, finora risultata vincente, è la stretta integrazione fra questi diversi settori dell'ingegneria e dell'architettura, e fra la progettazione in ufficio e la direzione lavori in cantiere; questo permette di sviluppare progetti di ingegneria curati sotto il profilo architettonico e ambientale, progetti di architettura ineccepibili sul piano ingegneristico, progetti di opere pubbliche di costo certo e di realizzabilità sicura.

(1) In collaborazione con Studio Von Gerkan, Marg und partner.

(2) Con la consulenza artistica del Prof. Arch. Emilio Ambasz.

(3) In collaborazione con gli Arch. Fuksas e Lombardi.

### **5.2 Caso studio: Ospedale di Prato**

L'idea di implementare la metodologia LEED ad un progetto ospedaliero nasce dalla volontà, da parte dello studio Altieri, di comprendere la reale applicabilità della metodologia stessa ad una tipologia per molti aspetti così complessa di edificio. Difatti il manuale utilizzato, (Manuale LEED Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni, "Green Building", Edizione 2009) sottolinea chiaramente che il sistema di valutazione è stato sviluppato in primo luogo per edifici civili italiani di nuova edificazione ad uso istituzionale e commerciale; può essere applicato anche a differenti tipologie di edificio

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

ma non fa riferimento nello specifico a complessi ospedalieri. Quindi nel caso risultasse fattibile l'operazione d'implementazione del sistema di valutazione, risulterebbe altrettanto interessante per lo Studio comprendere quali siano state le maggiori difficoltà incontrate, e capire per applicazioni future quante e quali siano le informazioni effettivamente necessarie, quali siano le tempistiche per l'attuazione.

Lo studio di progettazione Altieri ha nel tempo compreso l'importanza del perché sia conveniente realizzare un edificio secondo i principi dell'ecosostenibilità (Green Building). Un progetto realizzato secondo i criteri di sostenibilità ambientale può minimizzare o eliminare del tutto gli impatti ambientali negativi attraverso una scelta più consapevole che passa attraverso pratiche progettuali, costruttive e di esercizio migliorative rispetto a quelle comunemente in uso, in grado quindi di posizionarsi nella fascia più alta del mercato edilizio. Inoltre, come ulteriore beneficio, un progetto sostenibile consente di ridurre i costi operativi, aumentare il valore dell'immobile nel mercato e la produttività degli utenti finali, riducendo nel contempo le potenziali responsabilità conseguenti ai problemi relativi alla scarsa qualità riguardante un qualsiasi aspetto dell'edificio.

Le ragioni sopracitate risultano essere tali da giustificare la volontà dello studio di progettazione Altieri di sottoporre in futuro i propri edifici alla valutazione ambientale e ottenere (nel caso di esito positivo) l'attestato di sostenibilità edilizia; premesso ciò, risulta peraltro importante sottolineare che il fine ultimo dell'applicazione del sistema di valutazione che è proposto nel presente capitolo, non è quello di vedere se la struttura ospedaliera di Prato abbia i requisiti per ottenere o meno la certificazione LEED bensì, come citato precedentemente, di comprendere quanto sia difficoltosa l'applicazione ad un caso reale, perlopiù complesso e particolare quale quello proposto.

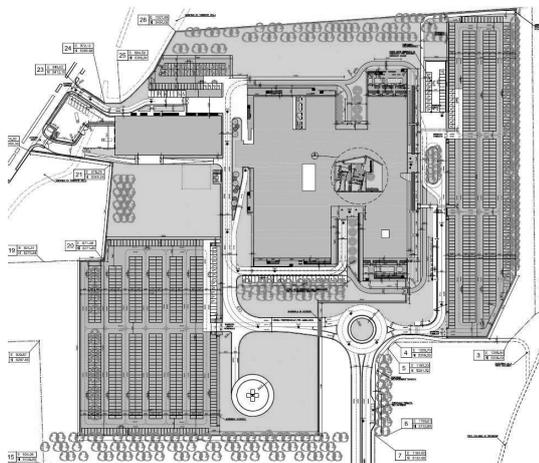
Infine è importante chiarire che la documentazione attestante la conformità o meno dell'edificio riferita ad ogni credito e che viene presentata nei paragrafi 5.3 - 5.7 corrisponde nella sostanza ma non nella forma a quella richiesta dal manuale LEED.

### **5.2.1 Inquadramento generale dell'ospedale**

La costruzione del Nuovo Ospedale di Prato si inserisce in un progetto più ampio denominato "Quattro Ospedali della Toscana", assieme a Massa e Carrara, Lucca e Pistoia. l'intervento prevede la costruzione del nuovo complesso ospedaliero nell'area

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

posta a nord-ovest della città di Prato, nel comprensorio inserito tra l'abitato di Galciana a sud e la ferrovia a nord, delimitata dalla via Becherini e da via Ciulli.



**Figura 5.1:** *Inquadramento generale del nuovo complesso ospedaliero del comune di Prato*

In figura 5.1 è riportata la planimetria d'inquadramento generale, nella quale si nota che il complesso è suddiviso in due parti principali; l'edificio ospedaliero, propriamente detto, e l'edificio economale o centro servizi. L'ospedale è articolato in quattro piani fuori terra (nei quali sono allocate 540 degenze) ed un piano interrato, mentre il centro servizi in un piano interrato e due piani fuori terra. L'edificio presenta una forma ad H inscritta in un quadrato di lato pari a circa 130 metri. La figura 5.2 mostra l'aspetto finale che dovrebbe assumere l'edificio ospedaliero al termine i lavori di costruzione.



**Figura 5.2:** *Scorcio del nuovo ospedale di Prato*

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

### 5.3 Sostenibilità del Sito

Nel seguente paragrafo è riportato il lavoro svolto riguardante l'area ambientale "Sostenibilità del Sito". La scelta del sito dove realizzare l'edificio è una delle componenti fondamentali della sostenibilità nell'edilizia. Il ripristino ambientale dei danni generati dalle costruzioni richiede tipicamente diversi anni di lavoro. La sezione sostenibilità del sito si occupa degli aspetti ambientali legati al sito di costruzione con particolare riferimento alla gestione delle arre esterne e al rapporto tra l'edificio e l'ambiente circostante. Di seguito, in tabella 5.1, sono riportati i crediti LEED inerenti la sostenibilità del sito per le nuove costruzioni; questi criteri promuovono strategie di progettazione del sito pratiche, responsabili, innovative che siano sensibili alle piante, alla natura, all'acqua e alla qualità dell'aria attraverso la mitigazione di alcuni effetti negativi che gli edifici hanno sull'ambiente locale.

I criteri elencati sono stati soddisfatti nella totalità, a meno dei crediti SS4.3 e SS4. Inoltre non per tutti i criteri per i quali era previsto, è stato raggiunto il punto supplementare concerne l'innovazione e la progettazione (IP), come nel caso del credito SS5.2 (Sviluppo del sito e massimizzazione degli spazi verdi).

**Tabella 5.1:** *Criteri LEED oggetto di valutazione nel caso studio*

CREDITO	TITOLO	Paragrafo	RISPETTO
SS Prerequisito 1	Prevenzione dell'inquinamento da attività di cantiere	5.3.1	SI
SS Credito 1	Selezione del sito	5.3.2	SI
SS Credito 2	Densità edilizia e vicinanza ai servizi	5.3.3	SI
SS Credito 3	Recupero e riqualificazione siti contaminati	5.3.4	SI
SS Credito 4.1	Trasporti alternativi: accesso ai trasporti pubblici	5.3.5	SI
SS Credito 4.2	Trasporti alternativi: portabiciclette e spogliatoi	5.3.6	NO
SS Credito 4.3	Trasporti alternativi: veicoli a bassa em. e a carburante alt.	5.3.6	SI/NO
SS Credito 4.4	Trasporti alternativi: capacità dell'area di parcheggio	5.3.6	NO
SS Credito 5.1	Sviluppo del sito: proteggere e ripristinare l'habitat	5.3.7	SI
SS Credito 5.2	Sviluppo del sito: massimizzare gli spazi verdi	5.3.8	SI
SS Credito 6.1	Acque meteoriche: controllo della quantità	5.3.9	SI
SS Credito 6.2	Acque meteoriche: controllo della qualità	5.3.10	SI
SS Credito 7.1	Effetto isola di calore: superfici esterne	5.3.11	SI
SS Credito 7.2	Effetto isola di calore: coperture	5.3.12	SI
SS Credito 8	Riduzione dell'inquinamento luminoso	5.3.13	SI

### **5.3.1 Prevenzione dell'inquinamento da attività di cantiere**

La finalità del prerequisito SSP.1 è quella di ridurre l'inquinamento generato dalle attività di costruzione, controllando i fenomeni di erosione del suolo e di sedimentazione nelle acque riceventi e la produzione di polveri. Il soddisfacimento del prerequisito è obbligatorio e non porta all'acquisizione di alcun punto.

Per il soddisfacimento del prerequisito è necessario implementare una serie di misure per raggiungere i seguenti obiettivi:

- Evitare la perdita di terreno durante la costruzione causata dal deflusso superficiale delle acque meteoriche e/o dall'erosione dovuta al vento, includendo la protezione del terreno superficiale rimosso e accumulato per il riutilizzo;
- Prevenire la sedimentazione nel sistema fognario di raccolta delle acque meteoriche o nei corpi idrici recettori;
- Evitare di inquinare l'aria con polvere o particolati.

La realizzazione dell'ospedale di Prato, che si inserisce in un ambito più ampio qual è quello dei quattro ospedali toscani, segue pratiche costruttive che garantiscono il rispetto del suddetto prerequisito, il cui adempimento è comunque obbligatorio. Durante l'attività di demolizione, scavi, rinterrati, movimentazione di terra e sabbie e comunque per il transito nelle piste, se necessario è prevista la bagnatura dei materiali al fine di contenere l'innalzamento delle polveri. Relativamente alla percorrenza delle piste da parte dei veicoli, dovranno essere percorse a bassa velocità.

Nelle zone di uscita dai cantieri, inoltre, è prevista la pulitura (della parte di strada adiacente) dei materiali portati all'esterno dai mezzi. Per quanto riguarda gli obblighi relativi alla gestione ordinaria dei rifiuti derivanti dall'attività di cantiere, è prevista la tenuta di registro di carico e scarico di cantiere e formulari identificazione rifiuto, nonché destinazione di aree e attrezzature per lo stoccaggio temporaneo (cassoni, scarrabili, cisterne etc.). Per quanto riguarda gli obblighi relativi alla gestione ordinaria

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

delle terre, rocce di scavo e materiali riciclati provenienti da demolizioni ex. D.lgs. 152/06, “Testo unico ambientale” 152/2006, DGRV 80/2005, Circolare 5205 del 15/7/2005 e “Procedura di gestione dei materiali utilizzati”, è prevista la tenuta negli uffici di cantiere della documentazione relativa alla rintracciabilità dei materiali da scavo e riciclati (registri).

Nella fase di cantiere risulta molto importante, oltre che della salvaguardia del terreno, anche la minimizzazione dell’interferenza con eventuali acquiferi esistenti e dei reticoli idrografici esistenti. A tal scopo, è possibile ritenere che gli interventi previsti per la fase di cantiere, che potranno avere ripercussioni in tal senso, coincidono esclusivamente con la realizzazione del piano interrato, il quale raggiungerà una profondità di circa 6.0 m da p.c.

Sulla base tuttavia delle risultanze delle indagini e del quadro conoscitivo emerso, è possibile ritenere in via preliminare che gli scavi previsti non interferiscano con l’orizzonte acquifero rilevato, residente presumibilmente entro l’orizzonte di ghiaie e ciottoli posto oltre i 10 m da p.c. con livello piezometrico anch’esso posto a circa 10.0 m da p.c. La presenza tuttavia entro i primi metri (da 3.0 a 7.0 m. da p.c.) di uno strato di ghiaie e ciottoli, seppur apparentemente improduttivo, induce a ritenere possibile, seppur sporadica, una modesta circolazione idrica dipendente dagli apporti superficiali.

In riferimento a quanto constatato, non risulta quindi necessaria la messa in opera di sistemi di abbattimento della falda (wellpoint o metodologie analoghe), in quanto, la quota dove è stato rinvenuto l’acquifero semiconfinato produttivo, risulta ben al disotto della piano di imposta fondale e per tutta la superficie interrata. Considerata al contrario verosimile l’ipotesi di sporadiche manifestazioni idriche sub-superficiali, residenti entro il livello di ghiaie in matrice limo sabbiosa superficiale, potrebbe rendersi necessaria l’adozione di sistemi di aggotamento delle acque di circolazione ipodermica, quali ad esempio pompe sommergibili automatiche posizionate sul fondo scavo, opportunamente tarate e dimensionate sulla base delle risultanze degli accertamenti da condurre in fase di progetto esecutivo. Per quanto riguarda il reticolo idrografico superficiale, è costituito da canali di drenaggio che scorrono prevalentemente da nord a sud.

Il progetto prevede la realizzazione di un corpo di fabbrica principale e di alcuni edifici e manufatti interrati che naturalmente interferiscono con il reticolo esistente. La messa in sicurezza, e la salvaguardia dei canali di drenaggio, prevedere quindi interventi di

## CAPITOLO 5

### APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

deviazione dei canali che interferiscono con i manufatti, garantendo comunque un'adeguata pendenza del fondo alveo per consentire il corretto deflusso delle acque, e interventi di tombamento dei canali che attraversano le aree a parcheggio e la viabilità interna. Per garantire la manutenzione dei canali tombati si dovranno prevedere delle griglie apribili e carrabili. Di rilevante importanza per il soddisfacimento del prerequisito SSP1, risulta essere il controllo dell'inquinamento derivante dalle attività di cantiere. Durante le fasi di cantiere è difatti prevista l'adozione delle dovute precauzioni per evitare un inquinamento della falda e dei corpi idrici superficiali.

Il rischio di inquinamento dell'ambiente idrico è dovuto essenzialmente al deposito dei metalli pesanti derivanti dai processi di combustione delle macchine operatrici presenti in cantiere, allo scarico di acque utilizzate in cantiere, alla presenza di disarmanti ed oli rilasciati durante le lavorazioni (casserature, mezzi di lavoro, ecc.), alla dispersione accidentale degli inquinanti. Gli oli e i metalli pesanti che si depositano sul terreno di fondazione vengono dilavati dalle acque meteoriche e possono raggiungere i corpi idrici superficiali o infiltrarsi nel sottosuolo raggiungendo la falda.

A tal proposito, sono previste numerose azioni preventive e mitigative; innanzitutto il personale di cantiere, è tenuto a partecipare alle attività di informazione e formazione relative al Piano di Protezione Ambientale PPA, nelle quali verranno fornite indicazioni sullo stoccaggio dei rifiuti, sulla gestione delle emergenze ambientali ed infine, sulle modalità di utilizzo del kit di emergenza per intervento ambientale. Tali kit (2 in tutto e dislocati nel "Magazzino Attrezzature") permettono il contenimento di spargimenti di sostanze oleose nell'ambiente. Sempre restando nel contesto di protezione ambientale da sversamenti accidentali nella fase di costruzione, sono adottate le seguenti indicazioni:

1. Durante le operazioni di rabbocco, di rifornimento o di prelievo da un fusto grande ad uno più piccolo, si devono utilizzare delle vaschette per impedire che eventuali goccioli o sversamenti accidentali possano cadere a terra e dare origine ad un inquinamento del suolo.

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

2. Utilizzare contenitori portatili adatti per gli eventuali cambi d'olio necessari durante il periodo di lavoro e confluire nel più breve tempo possibile l'olio esausto nell'area di stoccaggio designata.

3. Olio, gasolio e grasso per la manutenzione delle macchine per movimento terra deve essere trasportato in contenitori adatti con dispositivi antisversamento. Più precisamente questi contenitori utilizzati per il rifornimento devono avere a corredo lancia o pistola con dispositivo automatico per fermare l'erogazione prima di un'eventuale fuoriuscita.

4. Durante il periodo di stoccaggio, l'olio, il gasolio e altri liquidi potenzialmente pericolosi per l'ambiente devono essere in contenitori adeguati e sigillati e riposti all'interno di una vasca di contenimento affinché eventuali crepe non possano fare defluire sostanze pericolose per l'ambiente nel suolo circostante. Durante gli stoccaggi provvisori in prossimità di rifornimenti o altre attività si deve porre questi fusti chiusi all'interno di vasche di contenimento di plastica resistenti alle sostanze da contenere oppure in acciaio.

Il problema di un'eventuale inquinamento della falda derivante dal dilavamento del terreno, infine, è stato risolto mediante la realizzazione di un opportuno reticolo di drenaggio di tutta l'area di lavoro che recapita l'acqua ad un sistema di depurazione costituito da un disoleatore e da una vasca di sedimentazione. Per assicurare il corretto funzionamento ed efficienza dell'impianto di trattamento, è necessario effettuare la manutenzione periodica manutenzione delle canalette di drenaggio delle vasche di disoleazione e di sedimentazione, con svuotamento e allontanamento del deposito solido.

Per le ragioni sopracitate è possibile ritenere che il prerequisito SSP1 sia stato rispettato.

### 5.3.2 Selezione del sito

La finalità del requisito SS1 è di evitare l'edificazione in aree inappropriate e ridurre l'impatto ambientale della localizzazione di un edificio su di un sito. Il rispetto del requisito porta all'acquisizione di un punto. Per il rispetto dei requisiti è necessario non costruire edifici, spazi esterni pavimentati, strade o aree a parcheggio su siti che rispondono alle seguenti caratteristiche:

- Aree Agricole ad esclusione di quei terreni che per caratteristiche insediative risultano interclusi all'interno di aree edificate;
- Siti precedentemente non antropizzati a pericolosità idrogeologica elevata o molto elevata. In particolare per il rischio di esondazione fare riferimento al tempo di ritorno di 100 anni;
- Terreni specificatamente indicati come habitat per specie minacciate o in pericolo di estinzione contenute nelle liste nazionali o locali, o all'interno di zone di conservazione speciale ZSC e zone di protezione speciale ZPS;

L'area individuata per la nuova destinazione a servizi ospedalieri ricade all'interno del perimetro del "Centro Abitato" come definito dalla tavola "Zone territoriali omogenee e Centro Abitato" del Regolamento Urbanistico, figura 5.3.



**Figura 5.3:** Il lotto ricade all'interno del perimetro del "Centro abitato"

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

Ciò soddisfa il punto primo del requisito SS1 il quale, difatti, consente l'edificazione in quei terreni che per caratteristiche insediative risultano interclusi all'interno di aree edificate. Il terreno, prima dell'acquisto, non era adibito a parco pubblico (punto 6 Pag.13 Manuale LEED NC.&R.), non è una zona umida di "interesse nazionale" (punto 4 Pag.13 Manuale LEED NC.&R.). Il latifondo inoltre non costituisce un habitat specifico per specie minacciate o in pericolo di estinzione, quali quelle contenute nelle liste rosse nazionali o locali, o non risulta essere adibito a terreno di conservazione speciale ZSC (Direttiva Habitat 92/43 CEE) o di protezione speciale ZPS (Direttiva Uccelli 74/409), (punto 3 Pag.13 Manuale LEED NC.&R.).

Infine, per quanto concerne il punto 2 si ritiene che, con ragionevole certezza, l'area non risulta soggetta al vincolo idrogeologico di cui al R.D. 3257/1923. L'area inoltre, con riferimento al Piano Strutturale, Tav. n. 1 - Vincoli ed invarianti - non è interessata da alcun'altro vincolo o condizionamento derivante da leggi nazionali o dal PIT regionale, ad eccezione del vincolo sismico.

Dai gruppi di lavoro effettuati è difatti emerso che *“l'area non necessita di particolari opere finalizzate alla messa in sicurezza idraulica, salvo la realizzazione di bacini di accumulo per compensare la ridotta permeabilità dell'area a seguito della realizzazione dell'ospedale e delle pertinenze”*.

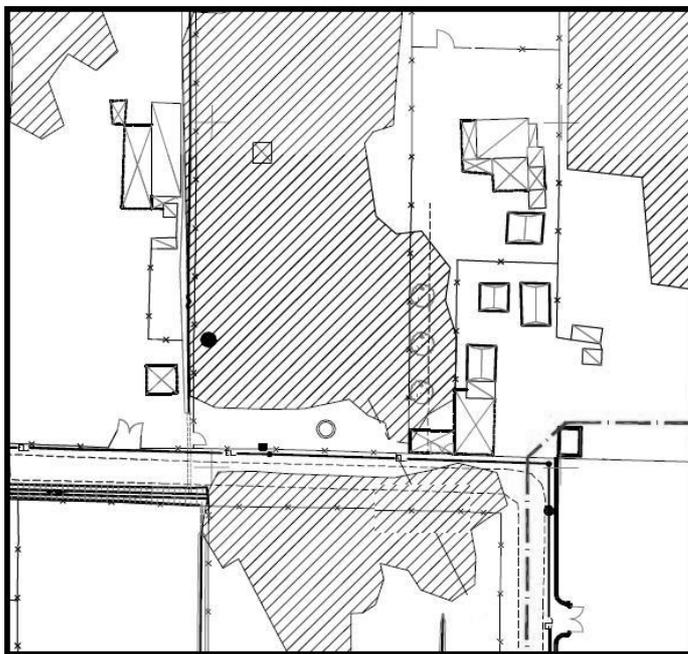
Per le ragioni sopracitate è possibile ritenere che il requisito SS1 sia stato rispettato.

Il credito SS1 non è ne di difficile applicazione ne di difficile verifica. Il soddisfacimento risulta essere maggiormente complesso nel caso in cui il lotto da edificare risulti essere nelle vicinanze di corsi d'acqua o zone che possono presentare peculiarità naturalistiche.

### 5.3.3 Densità edilizia e vicinanza ai servizi

Le finalità del credito SS2 sono di indirizzare lo sviluppo edilizio verso aree urbane dove sono già presenti servizi e infrastrutture, proteggere le aree verdi, preservare l'habitat e le risorse naturali. Il soddisfacimento del requisito, che può essere raggiunto attraverso due possibili opzioni, determina l'acquisizione di un massimo di cinque punti.

La nuova costruzione, come mostrato in figura 5.4, è inserita in una zona caratterizzata dalla presenza di numerosi fabbricati, anche se di piccole dimensioni (serre, tettoie, piccoli edifici in muratura); con tale riferimento, si può ritenere che l'area in questione sia già stata precedentemente antropizzata e che quindi il punto 1 (pag.19 del Manuale LEED NC.&R.) sia stato adempito. Nella figura SS2.1, che mostra per ragioni di spazio solamente una porzione del lotto, è possibile notare alcune costruzioni ricadenti all'interno della linea rossa tratteggiata delimitante il confine demaniale.



**Figura 5.4:** Dettaglio fabbricati presenti nell'area oggetto edificazione

La nuova costruzione inoltre, è situata entro 800m da un'area residenziale caratterizzata da una densità maggiore di 10 unità abitative per 4000m<sup>2</sup>. Ciò è facilmente visionabile nella figura 5.5.

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**



**Figura 5.5:** *Verifica densità edilizia*

In figura è possibile visionare l’allocazione dell’origine del raggio di densità, posto in corrispondenza dell’entrata principale dell’edificio, come indicato nel manuale (opzione 2, punto 2, pag.19 del Manuale LEED NC.&R.). Tuttavia non è ben comprensibile per un ospedale quale sia l’entrata principale, se quella per i visitatori o quella per le emergenze. Nel caso in esame è stata scelta, quale entrata principale, quella del pronto soccorso. Il quadrato indica l’area residenziale di 4000mq caratterizzata da una densità media superiore alle 10 unità abitative.

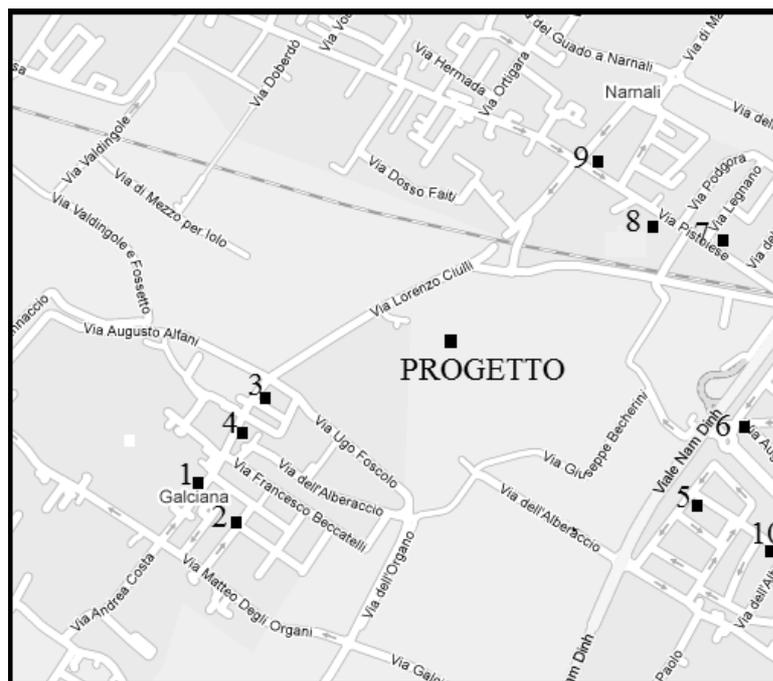
**Tabella 5.1:** *Elenco per connessione alla comunità*

<b>N. di identificazione</b>	<b>Tipo di servizio</b>	<b>Nome commerciale</b>
1	Asilo/nido Scuola	Scuola Catechista del Sacro Cuore
2	Biblioteca	Biblioteca comunale Via Isidoro del Lungo
3	Centro Fitness/Palestra	Palestra kyu shin ryu
4	Giornalaio	La nazione
5	Agenzia	Immobiliare Dimarco Martignetti
6	Ristorante	Boccondivid
7	Alimentari	Gastronomia 2G
8	Ferramenta	SEP
9	Parrucchiera	Carmen
10	Comune	Comune di Prato

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

La tabella 5.1 è stata realizzata allo scopo di soddisfare il requisito terzo che impone la vicinanza, entro il raggio di 800m, di almeno 10 servizi. La tipologia dei servizi consentiti è imposta dalla metodologia LEED.

La figura 5.6 mostra la locazione territoriale dei servizi citati nella tabella 5.2, sempre in accordo con le richieste dell'opzione 2.



**Figura 5.6:** *Mapa per la verifica della connettività*

Per le ragioni sopracitate è possibile ritenere che il requisito SS2 sia stato rispettato.

Nel caso in esame, risulta essere di maggior facilità applicativa la seconda opzione; questa difatti, nonostante il maggior numero di punti da soddisfare non necessita (a differenza dell'opzione 1) della conoscenza delle metrature e delle cubature dei lotti adiacenti la costruzione in esame. Tali dati, difatti, risultano generalmente di difficile reperimento. Per concludere, il soddisfacimento di tal criterio è molto spesso realizzabile e quindi da preferire in quanto è noto che lo sviluppo edilizio ospedaliero avviene generalmente vicino ad aree urbane nelle quali sono già presenti servizi (vicinanza ai centri cittadini) e infrastrutture (ad esempio immobili ospedalieri preesistenti).

### **5.3.4 Recupero e riqualificazione dei siti contaminati**

Le finalità del credito SS3 sono di riqualificare e bonificare siti degradati dove lo sviluppo insediativo è ostacolato dall'inquinamento ambientale e diminuire così il consumo di suolo urbanizzato. Il soddisfacimento del requisito, che può essere raggiunto attraverso due possibili opzioni, determina l'acquisizione di un punto.

Premesso che l'area interessata dal progetto ospedaliero non è classificata come "sito brownfield", ossia un sito dichiarato inquinato (in accordo con le definizioni e prescrizioni del D.Lgs 152/06 o DM. 471/99) si è comunque ritenuto importante procedere con una prima valutazione dello stato di inquinamento del sito e la successiva programmazione di delle eventuali azioni necessarie alla bonifica ambientale del sito stesso. L'opera di bonifica si articola attraverso una serie di fasi descritte di seguito.

In primis è prevista una fase di pulizia dell'area, decespugliamento e taglio delle essenze. Successivamente segue la fase di ricerca di manufatti, rivestimenti, coibentazione contenenti amianto sia in matrice friabile che in matrice cementizia. La presenza di fibre di amianto aerodisperse costituisce un problema sia di tipo ambientale che, in questo caso, di igiene e sicurezza per gli operatori presenti nell'area. La priorità di intervento è discrezione dell'impresa ma la rimozione dell'amianto friabile precede qualunque attività nell'area o nella frazione di area nella quale siano in programma lavori di vario genere. Le coperture in cemento-amianto rappresentano un problema più facilmente gestibile per due ragioni:

- manufatto a bassa concentrazione di fibre, 10 %;
- la matrice cementizia riduce la possibilità di rilascio delle fibre in ambiente, pertanto la dove le coperture si presentano in condizioni non gravemente compromesse e non sono previste operazioni che vadano a disturbare il manufatto, la loro rimozione può essere programmata sulla base di opportunità logistiche.

Il campionamento avviene con prelievo di frammenti dei materiali sospetti, in punti dove il materiale è già interrotto, oppure interrompendolo forzatamente con utensili che limitino al minimo la soluzione dell'integrità e la dispersione di fibre. L'area da

## CAPITOLO 5

### APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

campionare viene impregnata con incapsulante prima del prelievo e alla sua conclusione. Per il campionamento vengono utilizzati piccoli carotatori a tenuta stagna, in acciaio nel caso di tubi rivestiti o utensili manuali come piccoli scalpelli, cesoie, pinze nel caso di coperture e intonaci ecc..

I frammenti vengono sigillati in sacchetto di polietilene, contrassegnati con numerazione che corrisponda a quella riportata sulla planimetria della mappatura e sul punto di prelievo, quindi inviati al laboratorio di analisi. Gli operatori che intervengono in questa fase devono quindi ricevere disposizioni di sicurezza generali e relativi DPI da chi svolge funzioni di coordinamento del cantiere. Una volta disponibili gli esiti analitici e fatte le valutazioni di priorità di cui sopra, viene redatto il piano di lavoro dall'impresa esecutrice per l'inoltro all'Organo di Vigilanza. Nel piano di lavoro, descritta l'area e i manufatti con le caratteristiche qualitative e quantitative dell'amianto contenuto, vengono indicati il tipo di intervento previsto (confinamento, incapsulamento, rimozione), le motivazioni che hanno condotto a tale scelta, le opere provvisorie per la sicurezza e la protezione dell'ambiente, le misure per la protezione dei lavoratori. Segue poi la fase dell'incapsulamento, che viene realizzato con applicazione a spruzzo "airless" di prodotti impregnanti o ricoprenti, a base di collante vinilico, che aderendo alle superfici inglobano e fissano nella pellicola protettiva le fibre potenzialmente liberabili.

Infine si prevede la fase di rimozione; gli interventi di rimozione riguardano sostanzialmente le coperture e/o manufatti in matrice cemento- amianto. In questo caso si procede allo smontaggio delle lastre, previo trattamento con impregnanti o incapsulanti, in ambiente di cantiere non confinato, che ha quindi più affinità con il cantiere edile tradizionale. Si procede con molta cautela alla imbibizione a bassa pressione delle superfici con sostanze incapsulanti, solitamente costituite da soluzioni viniliche, e quindi al loro smontaggio utilizzando utensili che non disturbino in alcuna modo le superfici: sono quindi inappropriate mole flessibili e utensili affini. Rimossa la lastra questa verrà imbibita di incapsulante anche nella facciata inferiore, successivamente verrà temporaneamente stoccata in area appositamente destinata, impacchettata con teli di polietilene che riportano scritte e simboli di pericolo riferite alla presenza di amianto.

Per le ragioni sopracitate è possibile ritenere che il requisito SS3 sia stato rispettato.

### **5.3.5 Trasporti alternativi: accesso ai trasporti pubblici**

La finalità del credito SS4.1 è quella di ridurre l'inquinamento e l'impatto ambientale generati dal traffico automobilistico. Il soddisfacimento del requisito, che può essere raggiunto attraverso due possibili opzioni, determina l'acquisizione di un massimo di sei punti.

Il soddisfacimento delle richieste del credito è riportata di seguito, e si sono soddisfatte entrambe le possibili opzioni: Vicinanza alla stazione ferroviaria, vicinanza alla fermata dell'autobus.

L'accessibilità alla struttura ospedaliera è garantita grazie alla sua vicinanza e ai collegamenti con la viabilità autostradale (A11,casello Prato Ovest), sia con la viabilità ordinaria nazionale, provinciale e comunale. In particolare, i collegamenti nord/sud ed est/ovest sono garantiti rispettivamente dalla Tangenziale ovest e dalla Declassata. L'apertura di un nuovo Casello autostradale all'altezza dell'incrocio con il tratto della Tangenziale Ovest, che corre a poco più di un centinaio di metri a lato dell'area destinata alla nuova Struttura Ospedaliera, potrà ulteriormente migliorare i collegamenti con il nuovo ospedale. Per potenziare ed adeguare ulteriormente la viabilità locale a servizio dell'area ospedaliera, il Comune di Prato ha previsto la realizzazione di una nuova viabilità tangenziale all'area ospedaliera e la sua connessione alla 1° tangenziale di Prato con un nuovo sottopasso ed uno svincolo omnidirezionale in quota. Il Comune di Prato si è impegnato quindi, con l'Accordo di Programma sottoscritto in data 18/11/2005, alla realizzazione di tali opere assicurando che la nuova viabilità sarà in esercizio al momento del completamento del Nuovo Ospedale.

Premesso ciò, il rispetto dei requisiti previsti nel credito in esame presuppone la locazione del progetto ad una distanza, (misurata da un accesso principale), inferiore a 800m da una stazione ferroviaria. A tal proposito è prevista l'apertura di una nuova fermata a poche centinaia di metri dall'area, all'altezza dell'incrocio con la Tangenziale prima citata. L'area di progetto inoltre, deve essere localizzata ad una distanza (misurata da un accesso principale), inferiore ai 400m da una o più fermate del bus di due o più linee di autobus pubblici. Nel caso in esame non sono tutt'ora presenti linee di trasporto di autobus pubblici dedicate specificatamente all'ospedale, tuttavia sono state individuate numerose fermate nell'area perimetrale del lotto, riportate in tabella 5.3.

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

**Tabella 5.3:** Individuazione fermate autobus ad una distanza inferiore a 400m dall'accesso principale

VIA	LINEA
Via Dell'alberaccio 215	Linea 9
Via Mascagni 142	LAM Viola
Via Mascagni 104	LAM Verde
Via dell'organ SN	Linea 9
Via Pistoiese 467	LAM Verde

L'acquisizione dei crediti è stata relativamente semplice è in quanto è necessario solo che vi siano collegamenti dell'edificio con reti di trasporto pubblico. È inoltre possibile valutare l'acquisizione di un ulteriore punto inerente la prestazione esemplare IP (*Innovazione e Progettazione*). Questo ulteriore punteggio potrà essere acquisito quando verrà realizzato un collegamento della struttura ospedaliera col trasporto pubblico dedicato.

### 5.3.6 Trasporti alternativi: portabiciclette e spogliatoi

La finalità del credito SS4.2 è ridurre l'inquinamento e l'impatto ambientale generati dal traffico automobilistico. Il soddisfacimento del requisito determina l'acquisizione di un punto.

Nel caso in esame, (CASO 1: edifici non residenziali), il soddisfacimento del credito presuppone la predisposizione di portabiciclette sicuri e/o depositi ad una distanza inferiore a 200m dall'entrata dell'edificio per almeno il 5% di tutti gli utenti dell'edificio (misurati nel periodo di punta). Inoltre è necessario fornire spogliatoi con docce in misura pari allo 0,5% degli Occupanti Equivalenti a Tempo Pieno (Full-time-equivalent FTE). Per il calcolo degli occupanti, si rimanda alla tabella 5.4:

**Tabella 5.4:** Calcolo capienza per l'edificio ospedaliero di Prato

<b>STRUTTURA OSPEDALIERA PRATO</b>					
	Persone	Persone - Ore al giorno	Persone totali - Ore al giorno	Ore al giorno per FTE	FTE
Personale addetto ai servizi di pulizia. Al 60% del personale organico	40	8	320	8	40
<i>Calcolo capienza per l'edificio ospedaliero di Prato</i>					

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

	Persone	Persone- Ore Al giorno	Persone Totali – Ore Al giorno	Ore al Giorno per FTE	FTE
Staff medico/altro. Al 30% dell'organico	400	8	3200	8	400
Personale cucina/mensa. All'80% dell'organico	64	8	512	8	64
<b>OCCUPANTI TRANSITORI</b>					
Posti letto	540	NON considerati ai fini del calcolo			
Posti letto tecnici per Emodialisi	40				
Posti letto tecnici osservazione a breve	20				
Culle	35				
Visitatori/gg.	150				150
TOTALE FTE dello Staff					504
TOTALE occupanti transitori					150
POSTI RICHIESTI PER IL DEPOSITO DI BICICLETTE (504 x 0,05 + 150 x 0,05)					33
SPOGLIATOI RICHIESTI CON DOCCE ANNESSE (504 x 0,05)					25
POSTI BICICLETTA DISPONIBILI					35
<b>DIMENSIONAMENTO SPOGLIATOI</b>					
Sono presenti un numero adeguato di spogliatoi, ciascuno con armadietto dedicato ai dipendenti; ma non sono stati predisposti allo scopo di fornire un locale dedicato agli utilizzatori delle biciclette. Non sono inoltre state previste docce dedicate agli utilizzatori delle biciclette.					

Il calcolo effettuato mostra il mancato soddisfacimento del requisito, anche se, le soluzioni proposte dal credito risultano di difficile implementazione ed attuazione nello specifico caso esaminato. Non è inoltre possibile acquisire l'ulteriore punto per la prestazione esemplare.

Al medesimo risultato (mancato soddisfacimento del requisito) si perviene procedendo con l'implementazione dei crediti SS4.3 (Veicoli a bassa emissione e a carburante alternativo) e SS4.4 (Capacità dell'area di parcheggio).

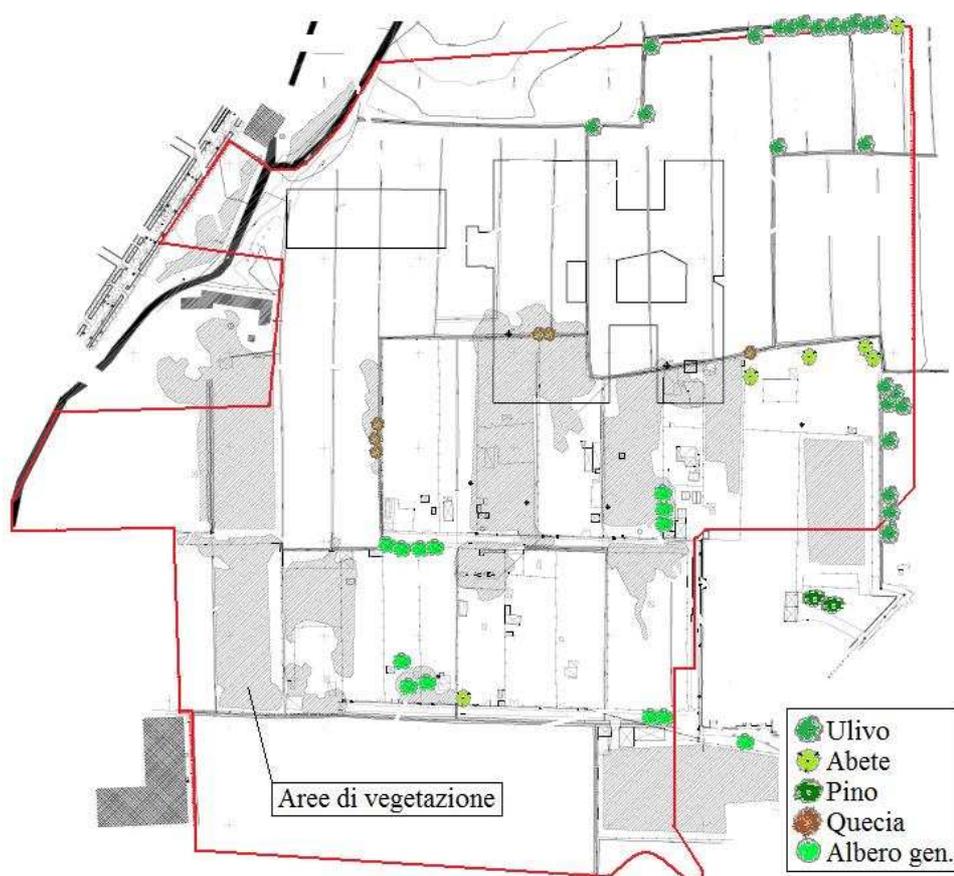
Per quanto riguarda il credito SS4.3 il mancato soddisfacimento è riconducibile al fatto che non sono stati previsti parcheggi preferenziali per veicoli a bassa emissione e a carburante alternativo, ne sono state adottate agevolazioni fiscali per parcheggi dedicati ai tipi di veicoli ecologici indicati.

Per quanto riguarda il credito SS4.4 (Capacità dell'area di parcheggio), il requisito non risulta essere stato soddisfatto in quanto non sono stati previsti (come invece si richiede nel manuale) parcheggi preferenziali per carpool e vanpool.

### 5.3.7 Sviluppo del sito: proteggere e ripristinare l'habitat

La finalità del credito SS5.1 è conservare le aree naturali e i paesaggi agrari esistenti, riqualificare le aree danneggiate per fornire habitat a flora e fauna e promuovere la biodiversità. Il soddisfacimento del requisito determina l'acquisizione di un punto.

Il progetto dell'ospedale è caratterizzato da una particolare cura circa il ripristino e la salvaguardia dell'habitat naturale. Dall'analisi dello stato di fatto emerge che il lotto considerato presenta una serie di terreni adibiti alla coltivazione, molte aree caratterizzate dalla presenza di vegetazione e sterpaglie, tuttavia, non è stata individuata la presenza di vere e proprie aree boschive. L'area è caratterizzata difatti dalla presenza sporadica di singoli alberi quali: ulivi, abeti, pini, querce, altre specie. La planimetria dello stato di fatto in figura 5.7 mostra la dislocazione delle essenze arboree e delle aree di vegetazione. Le zone bianche non segnalate costituiscono superfici erbacee.



**Figura 5.7:** Planimetria stato di fatto; dislocazione essenze arboree

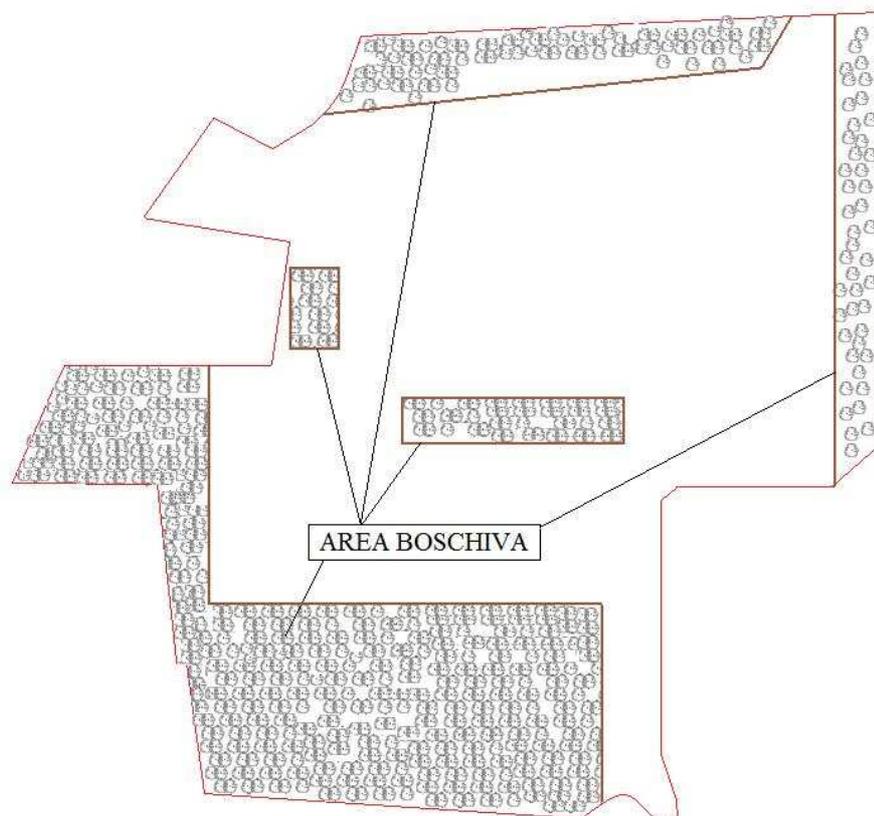
## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

Nella figura 5.8 viene invece evidenziato il lay-out del cantiere; sono evidenziati le aree di stoccaggio, i parcheggi i depositi, le pavimentazioni di servizio. Nonostante il cantiere risulti compromettere una vasta area verde naturale, è comunque assicurato il ripristino di una buona parte dell'habitat antecedente i lavori di costruzione; nella figura 5.9 sono difatti visibile le nuove aree boschive che verranno realizzate, le cui superfici sono ben superiori rispetto a quelle preesistenti (figura 5.5). Non sono evidenziate, per semplicità di visione, tutte le essenze arboree presenti nell'area parcheggio. Infine nonostante non siano segnate, sono presenti numerose altre coperture naturali (quali i manti erbosi) in quanto non contribuiscono ai fini del soddisfacimento del credito.



Figura 5.8: Lay-Out cantiere

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO



**Figura 5.9:** Lay-Out nuove aree boschive realizzate

Nonostante si tratti di una struttura ospedaliera, le cui esigenze e caratteristiche spesso comporterebbero il mancato rispetto del requisito, si può affermare che nello specifico il progetto in esame è caratterizzato da una particolare attenzione alle aree verdi e all'integrazione delle stesse con le zone limitrofe. Il requisito è tuttavia leggermente in contrasto con le esigenze imposte da una struttura di questo tipo, essendo stata formulata nello specifico per edifici di diversa tipologia quali quelli residenziali; Difficilmente strutture quali quelle ospedaliere (che sono insediate, nella maggioranza dei casi, in aree urbane) sono caratterizzate dalla disponibilità di realizzazione di aree verdi di grandi dimensioni tali da giustificare il soddisfacimento del requisito.

### 5.3.8: Sviluppo del sito: massimizzazione degli spazi verdi

La finalità del credito SS5.2 è quella di fornire un'elevata quantità di spazio aperto a verde in rapporto all'impronta di sviluppo per promuovere la biodiversità. Il soddisfacimento del requisito, che può essere raggiunto attraverso due possibili opzioni, determina l'acquisizione di un punto.

- Caso 1: Ridurre l'impronta di sviluppo e/o fornire spazio aperto a verde all'interno dell'area di progetto per eccedere del 25% i requisiti previsti dagli strumenti urbanistici locali. In ogni caso la superficie minima di spazio aperto a verde non deve essere inferiore al 20% dell'area di progetto;
- Caso 2: Dove esistono strumenti urbanistici locali, ma non danno requisiti minimi di spazio aperto (zero) fornire uno spazio aperto a verde che abbia una superficie maggiore o uguale al 20% dell'area di progetto.

In tutti i casi si ha la necessità di dimostrare che lo spazio a verde sia almeno pari al 25% della superficie del lotto. Dai calcoli metrici effettuati risulta che lo spazio a verde risulta essere il 32% della superficie del lotto per cui il requisito sopracitato risulta essere soddisfatto. I calcoli sono riportati in tabella 5.4. Per quanto riguarda la superficie complessiva del lotto, si è presa in considerazione l'area racchiusa dal bordo perimetrale riportata in figura 5.10.

**Tabella 5.4:** *Sito con requisiti da strumenti urbanistici locali su spazi aperti a verde*

Lotto: superficie complessiva	99.000	mq.
20% della superficie netta lotto	19.800	mq.
25% della superficie netta lotto	24.750	mq.
Spazi aperti a verde e di arredo	31.800	mq.
Percentuale di spazio aperto minima richiesta dal credito	25%	
Percentuale di spazio aperto soddisfatta dal credito	32%	

Dalle misurazioni della planimetria riferita alla figura 5.10 è risultato che, la percentuale di spazio aperto e di verde è del 32%, quota che risulta superiore alla quota minima necessaria per il soddisfacimento del credito. La percentuale di spazio aperto minima

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

richiesta dal credito è difatti del 25%. Il credito può essere anche quantificabile per il conseguimento di un punto ulteriore per prestazione esemplare. Questo punto aggiuntivo può essere acquisito dimostrando che la quantità di spazio aperto richiesta per il raggiungimento del credito è stata raddoppiata. Per l'acquisizione del credito supplementare la percentuale di spazio aperto dovrebbe quindi essere superiore al 40%, percentuale non raggiunta nel caso esaminato.



**Figura 5.10:** Area presa in considerazione nei calcoli ripostati in tabella 6.4

### 5.3.9: Acque meteoriche: controllo della quantità

La finalità del credito SS6.1 è la limitazione delle alterazioni della dinamica naturale del ciclo idrologico, mediante la riduzione delle superfici di copertura impermeabili, l'aumento delle filtrazioni in sito, la riduzione o l'eliminazione dell'inquinamento dal deflusso delle acque meteoriche e l'eliminazione dei contaminanti. Il soddisfacimento del requisito determina l'acquisizione di un punto.

Il metodo più efficace per minimizzare il volume di scorrimento delle acque meteoriche è quello di ridurre la quantità delle superfici impermeabili e realizzare opere di raccolta delle stesse.

Prima di passare allo studio dei volumi di scorrimento delle acque meteoriche, è importante sottolineare che la scelta delle pavimentazioni esterne e le metrature delle stesse, è stata indirizzata alla realizzazione di una superficie esterna con elevata capacità drenante. Basti ad esempio ricordare le elevate metrature adibite a manto erboso, le superfici boschive, e la scelta di manto erboso armato per i parcheggi. Queste scelte consentono di mantenere, in un qual modo, parte della capacità di drenaggio del terreno preesistente. Per quanto riguarda lo studio dei volumi di scorrimento e delle relative vasche di compenso, si è partiti dall'analisi pluviometrica del sito, i cui risultati sono riportati in tabella 5.5.

**Tabella 5.5:** *Anali pluviometrica (Fonte Comune di Prato/Consorzio Lamma)*

Mese	H di pioggia (mm)	gg. di pioggia	Pioggia max. (mm in 24 h)
gennaio	82,8	11,6	83,2
febbraio	67,6	9,3	42,6
Marzo	76,1	10,0	44,8
Aprile	93,8	13,1	44,2
maggio	78,5	9,9	56,2
giugno	63,8	9,3	41,8
Luglio	31,9	4,8	48,6
agosto	51,9	5,7	84,4
settembre	86,7	7,8	58,4
ottobre	143,6	11,7	98,0
novembre	114,5	12,0	76,4
dicembre	104,4	13,0	69,8
ANNUA	995,4	117,9	98,0

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

Periodo	Media (mm)	Massimo (mm)	Minimo (mm)
Anno	942,8	1390,6 (1960)	300,4 (2000)
Primavera	231	365,8 (1968)	108 (1985)
Estate	137,2	223,6 (1963)	33 (1962)
Autunno	318,4	612 (1992)	86 (1983)
Inverno	256,2	482 (1960)	48,4 (2000)

Attraverso l'analisi dei suddetti dati pluviometrici è possibile legare l'altezza di pioggia, alla durata (t) ed al tempo di ritorno (Tr). In particolare riferimento al comune di Prato sono stati individuati i coefficienti di riferimento ad una previsione di massima precipitazione della durata di 24 h, con tempo di ritorno di 20 anni, adottato in seguito per l'area in esame. Il tempo di ritorno è dieci volte superiore a quella prevista dal requisito in esame, per cui il calcolo successivamente effettuato lascerà un buon margine cautelativo. Ad ogni modo, l'indagine effettuata si è resa necessaria per effettuare il calcolo dei volumi idrici di compenso e per lo studio della raccolta delle acque di prima pioggia. L'impermeabilizzazione provocata dal nuovo ospedale, ed il suo contributo istantaneo al deflusso, deve essere compensata da una adeguata quantità di acqua di precipitazione raccolta e trattenuta da "vasche volano" capaci di restituirla con tempi da stabilirsi da parte dell'autorità idraulica competente, o comunque non superiore a quella scolante allo stato attuale. Per il calcolo dei volumi idrici di compenso dovuti alla necessità di non peggiorare il regime idraulico, si è ipotizzato di accumulare, all'interno dell'area l'acqua di pioggia prodotta in 24 h, calcolata seguendo i dati sopra riportati. L'ammontare dei volumi idrici da compensare è di circa 8.250,00 m<sup>3</sup>; considerando che questi volumi, come richiesto dal credito, dovranno essere accumulati all'interno del lotto e rilasciati in tempi successivi in modo graduale, si è prevista la costruzione di una vasca di prima pioggia di capacità non inferiore ai 220,00 m<sup>3</sup>, in CLS armato. Infine, i volumi d'acqua accumulati potrebbero essere rilasciati nel collettore di fognatura mista Vigentino. Qualora ciò non sia possibile si dovranno restituire i volumi idrici al reticolo idrografico superficiale concordandone le modalità con il Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese-Bisenzio. Sempre per quanto concerne lo svuotamento delle vasche, può essere realizzato attraverso l'ausilio di pompe; l'acqua può quindi successivamente essere smaltita lentamente per:

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

- lenta infiltrazione nel terreno (subdispersione) di tutta l'acqua accumulata. in questo modo si riducono i volumi diretti ai collettori;
  
- lenta restituzione ai collettori, con portata regolamentata per legge, di tutta l'acqua accumulata;
  
- combinazione dei due sistemi;
  
- usi civili o industriali (per es. come riserva per i vigili del fuoco o per impianti industriali o in agricoltura).

Per le ragioni sopracitate è possibile ritenere che i requisiti riportati nel credito SS6.1 siano stati rispettati. Il credito è predisposto anche per l'acquisizione di un ulteriore punto nel caso di prestazione esemplare IP. Tuttavia per il suddetto credito non sono state stabilite opzioni standardizzate per prestazioni esemplari. Per l'ottenimento della prestazione è necessario documentare un approccio esauriente per la cattura e il trattamento del deflusso delle acque meteoriche, anche in accordo con il credito SS6.2.

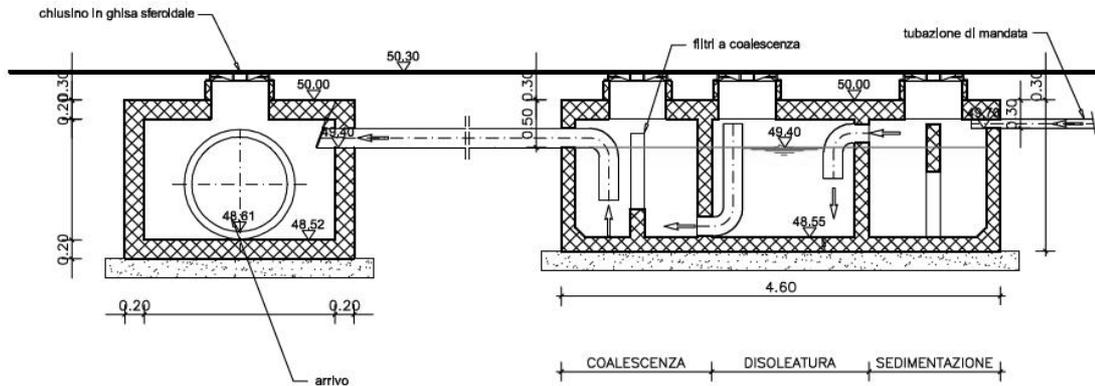
### **5.3.10: Acque meteoriche: controllo qualità**

La finalità del credito SS6.2 è di ridurre o eliminare le interruzioni e l'inquinamento dei flussi d'acqua attraverso la gestione del deflusso delle acque piovane. Il soddisfacimento del requisito determina l'acquisizione di un punto e della prestazione esemplare, in maniera analoga a quanto descritto per il credito SS6.1.

Nel caso in esame, secondo la Legge Regionale n. 20 del 31-05-2006 - "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" della Regione Toscana, lo scarico delle acque dilavanti di prima pioggia, provenienti dalla viabilità e dai parcheggi (escluse le coperture dei fabbricati) devono essere sottoposte ad un adeguato trattamento di depurazione prima di essere re immesse nel reticolo superficiale o ad un trattamento preliminare prima di essere convogliate in fognatura nera o mista con portata controllata e concordata con gli Enti competenti. Le acque di prima pioggia costituiscono il veicolo attraverso cui un significativo carico inquinante costituito da un miscuglio eterogeneo di sostanze disciolte, colloidali e sospese, comprendente metalli, composti organici ed inorganici, viene scaricato nei corpi idrici ricettori nel corso di rapidi transitori. Per prevenire i fenomeni sopracitati si è prevista la realizzazione di una vasca di prima pioggia di volume non inferiore a 220,00 m<sup>3</sup>, alla quale verranno recapitate le acque dilavanti delle superfici impermeabili provenienti dalla viabilità e dai parcheggi. Le acque di prima pioggia necessitano di opportuni trattamenti al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquatici conformemente agli obiettivi di qualità fissati dalle Direttive Europee 2000/60/CEE (direttiva quadro nel settore delle risorse idriche) e 91/271/CEE (Concernente il trattamento delle acque reflue urbane). Pertanto tali acque di prima pioggia verranno convogliate tramite un pozzetto di by-pass (separatore acque di prima pioggia dalle acque di seconda pioggia) in apposite vasche dette "Impianti di prima pioggia". Le vasche di prima pioggia sono di due tipologie, in entrambe sono previsti i trattamenti di coalescenza, disoleatura, sedimentazione, ma si differenziano per la portata trattata; la tipologia 1 ha una capacità di trattamento pari a 15l/s, la tipologia 2 ha una capacità di trattamento pari a 50 l/s, (figure 5.11, 5.12). Per quanto concerne il reticolo idrografico, è costituito da canali di drenaggio che scorrono prevalentemente da nord a sud. Il progetto prevede la realizzazione di un corpo di

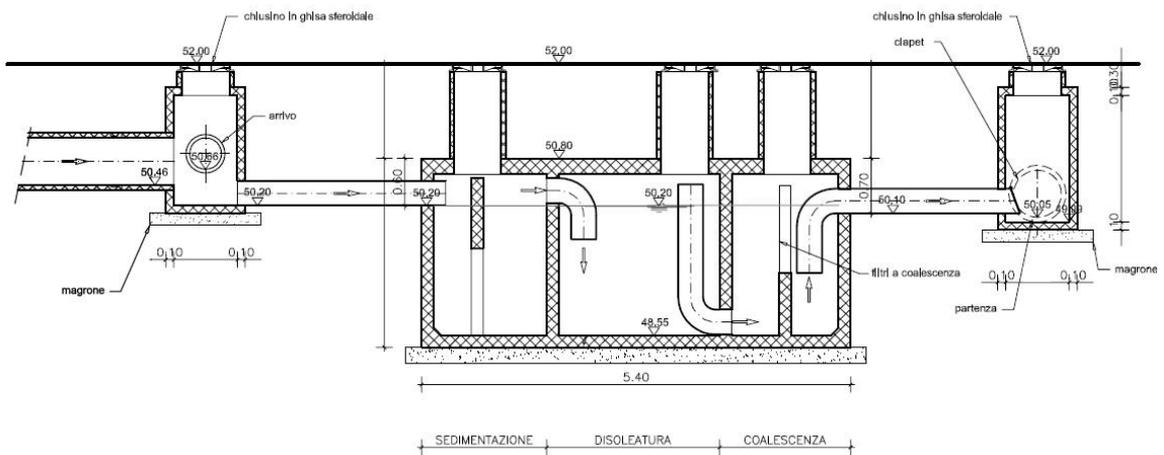
**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

fabbrica principale e di alcuni edifici e manufatti interrati che naturalmente interferiscono con il reticolo esistente.



**Figura 5.11:** Sezione vasca trattamento acque meteoriche tipo 1  $Q_{tratt}=15l/s$

Per quanto concerne il reticolo idrografico, è costituito da canali di drenaggio che scorrono prevalentemente da nord a sud. Il progetto prevede la realizzazione di un corpo di fabbrica principale e di alcuni edifici e manufatti interrati che naturalmente interferiscono con il reticolo esistente. La messa in sicurezza dei canali di drenaggio dovrà prevedere interventi di deviazione dei canali che interferiscono con i manufatti, garantendo comunque un'adeguata pendenza del fondo alveo per consentire il corretto deflusso delle acque, e interventi di tombamento dei canali che attraversano le aree a parcheggio e la viabilità interna.



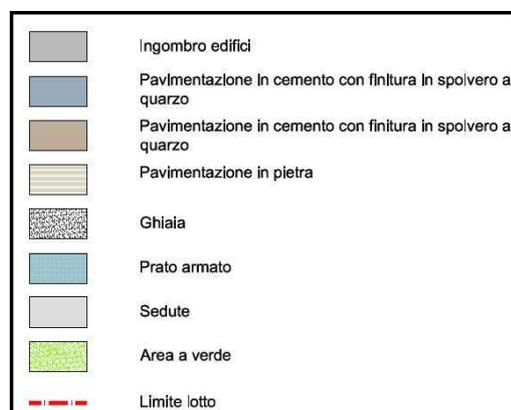
**Figura 5.12:** Sezione vasca trattamento acque meteoriche tipo 2  $Q_{tratt}=50l/s$

### 5.3.11: Effetto isola di calore: superfici esterne

La finalità del credito SS7.1 è di ridurre l'effetto isola di calore (differenze tra gradiente termico fra aree urbanizzate e aree verdi) per minimizzare l'impatto sul microclima e sull'habitat umano e animale. Il soddisfacimento del requisito, che può essere raggiunto attraverso due possibili opzioni, determina l'acquisizione di un punto; è inoltre prevista l'acquisizione del punteggio per prestazione esemplare.

Per il soddisfacimento del credito è richiesto l'utilizzo di una combinazione di strategie per ridurre l'effetto isola di calore. Difatti l'utilizzo di superfici scure o non riflettenti per parcheggi, tetti, percorsi pedonali e altre superfici pavimentate, contribuisce all'assorbimento di calore (assorbendo i raggi del sole), che poi si irradia nei dintorni aumentando di conseguenza le temperature locali. Ciò comporta un aumento generale dei consumi per il rinfrescamento, ventilazione e aria condizionata. Nel progetto esaminato il verde assume un ruolo fondamentale come elemento di coesione tra gli ambienti interni e contestualizzazione dell'edificio nell'intorno. Una folta vegetazione sottolinea il perimetro del lotto e scherma la vista della strada di accesso all'edificio. Avvicinandosi all'edificio il parco si diparte in un sistema di filari che organizzano lo spazio per linee parallele all'edificio. Questi assi verdi sospesi dal terreno servono inoltre a mimetizzare, dove richiesto, le aree adibite a parcheggio e terminano nelle corti della facciata esterna con rigogliosi giardini.

In figura 5.10 è riportato il lay-out generale delle sistemazione esterne, mentre in figura 5.13 è mostrata la legenda riguardante i vari materiali identificati.



**Figura 5.13:** *Legenda materiali superfici esterne*

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

In figura 5.10 è possibile valutare le diverse soluzioni adottate per ridurre l'effetto "isola di calore" nell'area esterna all'edificio. A sud e in molte zone adiacenti il confine del lotto, è presente una folta vegetazione costituita da alberi e siepi. L'impianto di alberi nelle aree destinate ai parcheggi permette di ridurre in modo naturale l'esposizione alla radiazione solare dei veicoli parcheggiati. Per quanto concerne la necessità di utilizzare, per le superfici esterne, sistemi di pavimentazione con alti indici di riflessione solare ( $>29$ ) si può riscontrare, dalla planimetria in figura, che una buona percentuale delle superfici pavimentate è costituita da manto erboso, ottimo per rispondere all'esigenza di ridurre l'accumulo di calore. Adiacenti agli edifici si possono inoltre riscontrare pavimentazioni realizzate con materiali quali la ghiaia bianca, la pietra, cemento con spolvero in quarzo, ossia ad alto indice SRI. Altre dislocazioni esterne quali i camminamenti sono realizzate anch'esse in cemento con spolvero al quarzo. Molto importante è infine notare che tutte le aree adibite a parcheggi (ad esclusione di quelle destinate ai disabili, per ovvi motivi) sono state pavimentate con il cosiddetto "prato armato". Questa tecnica permette di "armare" la superficie naturale del terreno con una pavimentazione modulare costituita da griglie a struttura cellulare molto robusta in cui la cuticola erbosa, rimanendo alcuni millimetri al di sotto del limite superiore delle pareti della pavimentazione, viene protetta da qualsiasi tipo di schiacciamento o sollecitazione. Questa tecnologia adottata risponde in pieno alle richieste dell'opzione 1 del credito.

Per concludere, solamente dalla presa visione della planimetria è possibile affermare che i requisiti sono stati soddisfatti in pieno, soprattutto il fatto che le pavimentazioni esterne che rispondono al requisito si estendono ben oltre il 50% della superficie esterna totale. Per quanto riguarda il punto supplementare IP, non è possibile il raggiungimento dello stesso; il parcheggio per disabili ed i viali dedicati al traffico veicolare interno non consentono il raggiungimento della quota di elementi grigliati necessaria al soddisfacimento della prestazione esemplare.

### 5.3.12: Effetto isola di calore: coperture

La finalità del credito SS7.2 è di ridurre l'effetto "isola di calore" (differenze tra gradiente termico fra aree urbanizzate e aree verdi) per minimizzare l'impatto sul microclima e sull'habitat umano e animale. Il soddisfacimento del requisito, che può essere raggiunto attraverso tre possibili opzioni, determina l'acquisizione di un punto; è inoltre prevista l'acquisizione del punteggio per prestazione esemplare. Le opzioni di calcolo per il soddisfacimento del credito sono di seguito riportate:

L'opzione 1 propone l'utilizzo di materiali che abbiano un Indice di Riflessione Solare SRI maggiore o uguale ad un certo valore limite (78 per coperture a bassa pendenza, 29 per coperture a pendenza elevata) per un minimo del 75% della superficie del tetto. La seconda opzione richiede l'installazione di una copertura a verde per almeno il 50% della superficie del tetto. L'opzione 3 richiede una combinazione delle due.

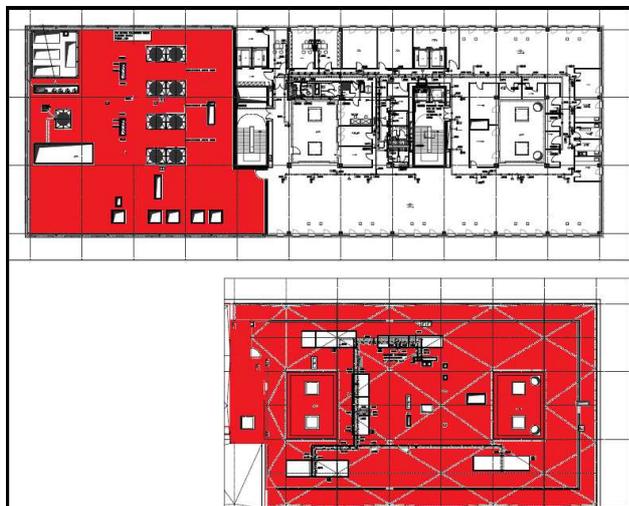
Nel caso in esame, poiché è presente anche una copertura a verde, si è scelto di valutare tale criterio tramite la terza opzione. Il valore di riferimento è 78, in quanto la copertura dell'intero complesso presenta una pendenza minore del 15%. Per il calcolo della copertura si è studiato il complesso suddividendolo in due parti principali: l'ospedale e l'economale; il computo metrico delle superfici riferite all'economale sono riportate in tabella 5.6:

**Tabella 5.6:** *Computo metrico superfici, ingombri, indici SRI, edificio economale*

Tipo di copertura		mq	SRI	
<b>Superficie di copertura</b>		2475	/	figura SS7.2.1
Copertura verde		0	/	
Calcestruzzo classico bianco	Piano 2/tecnico	2204	86	
Estrattori di raffreddamento TI/2, TI/3, TI/4	Piano secondo	45	/	
Altro	Piano secondo	100	/	
Unità trattamento aria UTA/CUC, UTA/LABO, UTA/ECO, UTA/CONF	Piano tecnico	82	/	
Termoventilante aria TMV/DEP	Piano tecnico	20	/	
Cassonetto estrazione aria CE/CUC	Piano tecnico	15	/	
Altro	Piano tecnico	9	/	
Pannelli solari	Piano 2/tecnico	0	/	

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

In figura 5.14 è visualizzabile (in rosso) l'area netta di copertura, costituita da materiale granulare bituminoso bianco, che andrà pesata tramite l'indice SRI.



**Figura 5.14:** Area netta copertura edificio economale considerata nel calcolo (in rosso)

Il computo metrico delle superfici riferite all'ospedale sono riportate in tabella 5.7; i calcoli sono stati sviluppati per ogni singolo piano come evidenziano le successive planimetrie.

**Tabella 5.7:** *Computo metrico superfici, ingombri, indici SRI, edificio ospedale*

Tipo di copertura		mq	SRI	
<b>Superficie di copertura</b>	Piano primo	2479	/	Figura SS7.2.2
Copertura verde	Piano primo	771	/	
Ghiaino lavato	Piano primo	446	79	
CLS con spolvero in quarzo	Piano primo	1262	90	
Calcestruzzo classico bianco	Piano primo	0	86	
Unità trattamento aria	Piano primo	0	/	
Cassonetto estrazione aria	Piano primo	0	/	
Altro	Piano primo	0	/	
Pannelli solari	Piano primo	0	/	
<b>Superficie di copertura</b>	Piano secondo	265	/	
Copertura verde	Piano secondo	60	/	
Ghiaino lavato	Piano secondo	0	79	
CLS con spolvero in quarzo	Piano secondo	205	90	
Calcestruzzo classico bianco	Piano secondo	0	86	
Unità trattamento aria	Piano secondo	0	/	
Cassonetto estrazione aria	Piano secondo	0	/	
Altro	Piano secondo	0	/	
Pannelli solari	Piano secondo	0	/	
<b>Superficie di copertura</b>	Piano terzo	3837	/	Figura SS7.2.4

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

<b>Tipo di copertura</b>		<b>mq</b>	<b>SRI</b>
Copertura verde	Piano terzo	628	/
Ghiaino lavato	Piano terzo	522	79
CLS con spolvero in quarzo	Piano terzo	1443	90
Calcestruzzo classico bianco	Piano terzo	1244	86
Unità trattamento aria UTA(n.x)	Piano terzo	186	/
Pretrattamento aria primaria AP1	Piano terzo	20	/
Altro	Piano terzo	15	/
Pannelli solari	Piano terzo	0	/
<b>Superficie di copertura</b>	Piano tecnico	9800	/
Copertura verde	Piano tecnico	0	/
Ghiaino lavato	Piano tecnico	0	79
CLS con spolvero in quarzo	Piano tecnico	0	90
Calcestruzzo classico bianco	Piano tecnico	7652	86
Unità trattamento aria UTA(n.x)	Piano tecnico	500	/
Cassonetti di estrazione	Piano tecnico	10	/
Camini	Piano tecnico	153	/
Unità recupero calore URC	Piano tecnico	15	/
Altro	Piano tecnico	50	/
Pannelli solari	Piano tecnico	1420	/

Figura SS7.2.5

Nella tabella 5.8 sono riportati i calcoli effettuati con l'opzione 3; superfici ad elevato albedo e coperture a verde che, in combinazione, soddisfano il criterio seguente:

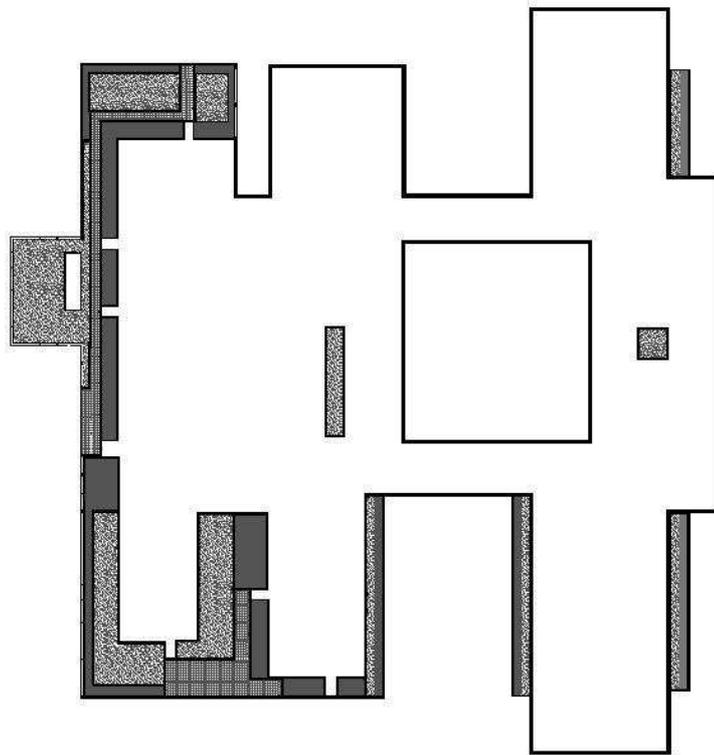
$$(Area\ copertura\ SRI > SRI_{min.})/0,75 + (Area\ tetto\ verde)/0,5 \geq Area\ totale\ copertura$$

**Tabella 5.8:** *Calcoli secondo l'opzione terza per economale - ospedale*

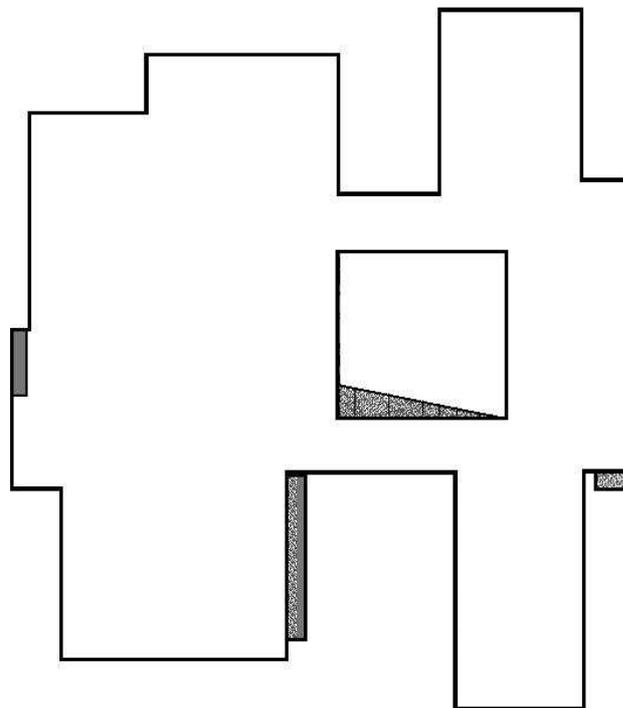
<b>OSPEDALE-ECONOMALE</b>	<b>mq</b>	<b>SRI</b>	
Superficie totale copertura	18856	/	
Superficie copertura verde	1459	/	SRI>78
Superficie copertura granulare bituminosa bianca	11100	86	SRI>78
Superficie copertura ghiaino lavato	968	79	SRI>78
Superficie copertura CLS con spolvero in quarzo	2910	90	SRI>78
Superficie copertura pannelli solari	1420	/	
Apparecchiature	999	/	
<b>CALCOLI</b>			
Superficie totale copertura escluse apparecchiature	16437		
Superficie copertura verde/0,5	2918		
Superficie copertura CLS con spolvero in quarzo/(78*(0,75/90))	4477		
Superficie copertura granulare bituminosa bianca /(78*(0,75/86))	16318		
Superficie copertura ghiaino lavato/(78*(0,75/79))	1307		
TOT.	25020 > 16437		

Di seguito sono riportate quattro planimetrie; queste planimetrie identificano le superfici di copertura dei quattro piani dell'edificio ospedaliero (primo piano, figura 5.15, secondo piano, figura 5.16, terzo piano, figura 5.17, piano tecnico, figura 5.18):

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

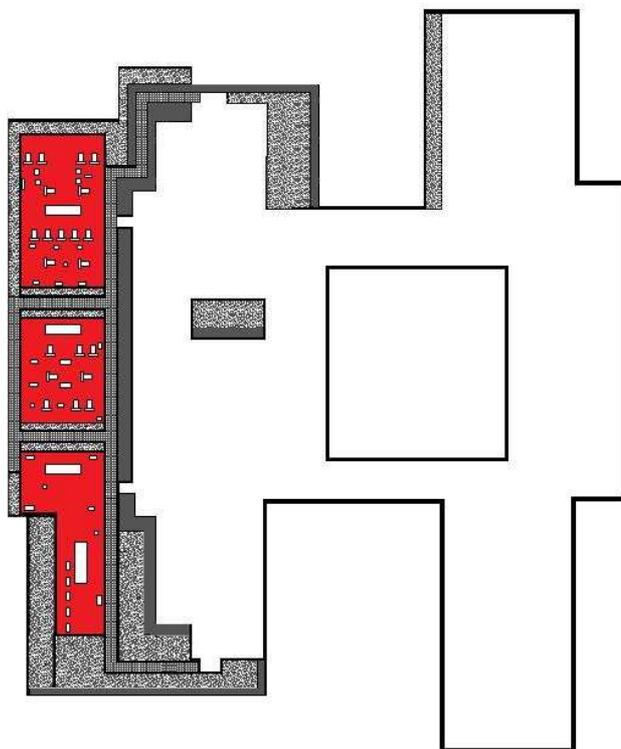


**Figura 5.15:** *Superfici coperture piano primo edificio ospedaliero*

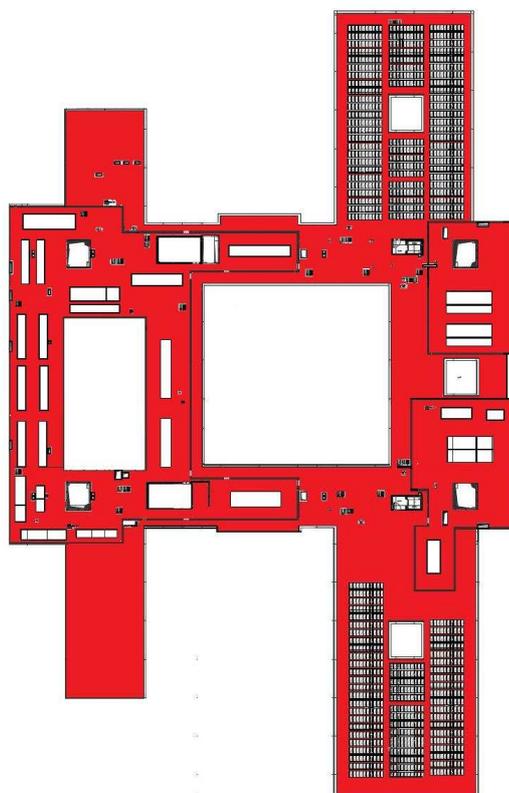


**Figura 5.16:** *Superfici coperture piano secondo edificio ospedaliero*

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO



**Figura 5.17:** *Superfici coperture piano terzo edificio ospedaliero*



**Figura 5.18:** *Superfici coperture piano tecnico edificio ospedaliero*

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

Si notino nelle figure sopra esposte le apparecchiature meccaniche, i volumi tecnici, i pannelli fotovoltaici e i lucernari (disposti perlopiù al terzo piano e al piano tecnico) che sono stati, come richiesto dal manuale, esclusi dal computo metrico delle superfici coperte. Sempre in figura si notino le differenti tipologie di materiali costituenti le superfici coperte. I suddetti materiali sono identificabili attraverso la legenda riportata in figura 5.19:

	Calcestruzzo classico bianco
	Copertura verde
	Lastre in ghiaino lavato
	Pavimentazione in CLS con spolvero in quarzo

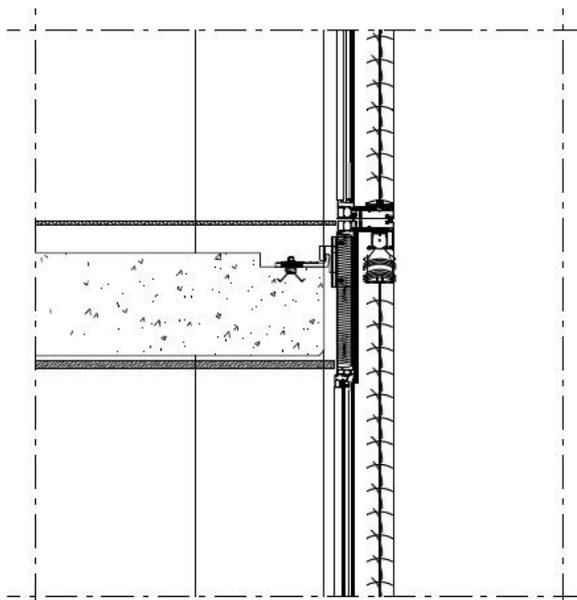
**Figura 5.19:** *Legenda materiali coperture esterne*

Dal risultato si evince che, nell'insieme, la combinazione di coperture e tetto verde soddisfa i requisiti imposti dal credito SS7.2. Il risultato positivo è visionabile in tabella 5.8. Il progetto acquisisce 1 punto ma non soddisfa i requisiti imposti per l'acquisizione del punto per prestazione esemplare. L'ottenimento di questo punto ulteriore prevede difatti che ben il 100% dell'area di coperture del progetto (escludendo apparecchiature meccaniche, volumi tecnici, pannelli fotovoltaici e lucernari) sia realizzata con un sistema di copertura a verde, improbabile prospettiva per un edificio ospedaliero.

### 5.3.13: Riduzione dell'inquinamento luminoso

Le finalità del credito SS8 riguardano la riduzione delle dispersioni luminose generate dall'edificio e dal sito, limitare la brillantezza della volta celeste al fine di incrementare l'accesso visuale notturno alla volta stessa, migliorare la visibilità notturna alla volta stessa e ridurre il fenomeno dell'abbagliamento. Il soddisfacimento del requisito, che può essere raggiunto attraverso due possibili opzioni, determina l'acquisizione di un punto; non è prevista l'acquisizione del punteggio per prestazione esemplare.

L'approccio e l'implementazione prevedono, per l'illuminazione interna dell'edificio, che tutti gli apparecchi illuminanti interni non di emergenza devono essere automaticamente controllati e programmati per spegnersi o ridurre la potenza elettrica consumata di almeno il 50% in base al normale orario lavorativo. Tal punto è soddisfatto in quanto, come visionabile nel documento tecnico POPE\_RLM1\_0002, è previsto un sistema centralizzato di pulsantiere, programmate per scenari predefiniti e macrofunzioni; il sistema potrà in tal modo provvedere a funzioni automatiche contemporanee quali le riduzioni per le ore notturne e l'esclusione di zone a regime esclusivamente diurno. In realtà edifici quali gli ospedali, che operano 24 ore su 24, sono esentati dall'obbligo di spegnimento automatico. Un altro importante accorgimento atto a ridurre le dispersioni luminose risulta essere l'adozione di un sistema di oscuramento; la sezione del sistema d'oscuramento è riportato in figura 5.20:

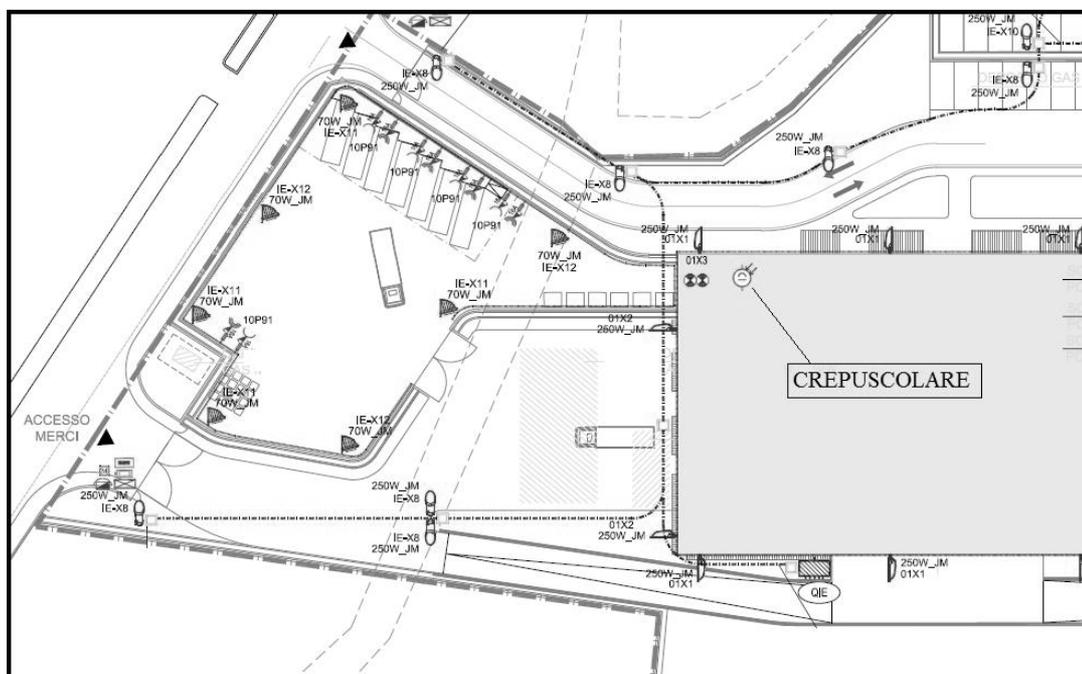


**Figura 5.20:** Dettaglio nodo tipo pannello vetrato

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

Il sistema di oscuramento previsto assolve a due funzioni: garantisce l'oscuramento notturno per consentire il riposo dei pazienti e inoltre consente una filtrazione della luce durante il giorno per permettere di dare il grado di illuminazione desiderato alle stanze. Ai fini del controllo, le parti vetrate saranno dotate da schermature orizzontali esterne in lamelle di alluminio (figura 5.20). Tali elementi di oscuramento presenteranno normalmente le lamelle disposte in posizione orizzontale; al contrario la posizione delle stesse lamelle sarà orientabile dall'interno negli ambienti in cui l'esigenza di schermatura dovrà affiancare quella di oscuramento. Ai fini di una maggiore integrazione architettonica, il loro posizionamento avverrà in continuità con il filo esterno della facciata sfruttando così lo spessore di sfalsamento fra i pannelli opachi e quelli trasparenti.

Per quanto riguarda l'illuminazione della zona esterna, si è optato per la dislocazione dei corpi illuminanti solo nelle aree strettamente necessarie, quali i parcheggi, aree di circolazione, accessi, aree pedonali, mentre si è optato di non illuminare le aree perimetrali del lotto le aree boschive ecc.. Di seguito è riportata la figura 5.21 che, per ragioni di spazio, rappresenta solo uno scorcio dell'impianto illuminante; si noti il particolare del crepuscolare situato sulla copertura dell'economale



**Figura 5.21:** Dettaglio del sistema crepuscolare allocato sulla copertura dell'economale

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

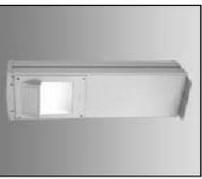
Per quanto riguarda il rispetto dei limiti di potenza nella sezione 9 della norma ASHARE 90.1-2007, tabella 9.4.5, è stato effettuato il calcolo riportato in tabella SS8.1; L'impianto esterno risponde ai requisiti inerenti i limiti di potenza luminosa specifica.

**Tabella 5.9:** *Calcolo rispetto requisiti secondo la norma ASHARE*

Tipologia corpo illuminante	Potenza corpo illuminante (W)	Numero corpi illuminanti	Potenza totale	Area presenza corpi illuminanti	computo metrico aree di interesse	Potenza luminosa specifica	Valore limite secondo la norma ASHARE	RISPETTO REQUISITO				
									Totale potenza	1741	1,4	2,2W/m <sup>2</sup>
IE-Xn. 1x49	49	201	9849	Parcheggio/circolazione	46062	1,1	1,6W/m <sup>2</sup>	OK				
250W_JM	250	155	38750	Parcheggio/circolazione								
JM	26	27	702	Parcheggio/circolazione								
IE-X 70W_JM	70	7	490	Guardiola								
		Totale potenza	49089									
IE-Xn. 1x49	49	29	1421	Arece ciclo pedonali					1741	1,4	2,2W/m <sup>2</sup>	OK
250W_JM	250	4	1000	Arece ciclo pedonali								
		Totale potenza	2421									
IE-Xn. 1x49	49	3	147	Acceso principale					15	9,8	98W/m	OK
250W_JM01	250	12	3000	Facciate					228	13,2	16,4W/m	OK

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

Per quanto riguarda i corpi illuminanti, sono stati utilizzati e scelti in maniera tale da evitare, per quanto possibile, dispersioni luminose verso l'alto. In figura 5.22 sono riportati i particolari dei corpi illuminanti utilizzati per la realizzazione dell'impianto d'illuminazione esterno. Il simbolo indicante la tipologia di corpi illuminanti corrisponde a quello indicato nella planimetria di progetto di figura 5.21.

 	<p><b>Descrizione : apparecchio illuminante 150W</b></p> <p>Corpo: In alluminio pressofuso. Copertura: Aderibile a cerniera in alluminio pressofuso in un unico pezzo. Con gancio di chiusura in alluminio e con dispositivo di sicurezza contro l'apertura accidentale. Diffusore: Vetro temperato sp. 5 mm resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150-1:2001). Verniciatura: Corpo colore grigio grafite e copertura a polvere poliestere e colore argento, resistente alla corrosione e alle nebbie saline. Cablaggio: Alimentazione 230V/50Hz. Cavetto flessibile capicordato con puntelli in ottone stagnato ad innesto rapido, in doppio isolamento al silicone sezione 1,0 mm<sup>2</sup>. Morselliera 2P con massima sezione dei conduttori ammessa 2,5 mm<sup>2</sup>. Dotazione: Cablaggio posto su piastra asportabile con connettori rapidi per il collegamento della linea e del bicchiere portalamпада. Con filtro anticorrosione. Possibilità di fissare un interruttore cinescopulatore. Equipaggiamento: Durante la manutenzione la copertura rimane agganciata mediante dispositivo contro la chiusura accidentale. Attacco rotante con scala goniometrica di regolazione del corpo e sezionatore di serie. Riflettore: OTTICA ANTINQUINA-MENTO LUMINOSO.</p>
 	<p><b>Descrizione : apparecchio illuminante 250W</b></p> <p>CORPO: In alluminio pressofuso, con alettature di raffreddamento. RIFLETTORE: Simmetrico. In alluminio martellato 99,95, ossidato anodicamente spessore 2 micron e brillantato. DIFFUSORE: Vetro temperato, sp.5 mm, resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 1250-1:2001). VERNICIATURA: a polvere poliestere, colore nero, resistente alla corrosione e alle nebbie saline. PORTALAMPADA: In ceramica e contatti argentati. Attacco BY22d, E40. CABLAGGIO: Alimentazione 230V/50Hz con protezione termica. Cavetto flessibile capicordato con puntelli in ottone stagnato, isolamento in silicone con calza in fibra di vetro, sezione 1,0 mm<sup>2</sup> (fino a 400V) o 2,5 mm<sup>2</sup> (da 400 a 1500V). Morselliera 2P+T in nylon con massima sezione dei conduttori ammessa 4 mm<sup>2</sup>. EQUIPAGGIAMENTO: Guarnizione di gomma silconica. Pressacavo in nylon f.v. diam. 1/2 pollice gas. Viterie in acciaio imperdibili, anticorrosione, antigrippaggio e antivandalismo. Staffa orientabile in acciaio con scala goniometrica. Telaio frontale, apribile a cerniera, rimane agganciato al corpo dell'apparecchio. NORMATIVA: Prodotti in conformità alle vigenti norme EN60598-1 CEI 34-21, sono protette con il grado IP65IK08 secondo le EN 60529 ed hanno ottenuto la certificazione di conformità Europea ENEC. Superficie di esposizione al vento: 1900 cm<sup>2</sup>.</p>
 	<p><b>Descrizione : apparecchio illuminante 1x26W</b></p> <p>Corpo: In nylon f.v. stabilizzato ai raggi U.V. Telaio frontale: In alluminio pressofuso. Diffusore: In vetro temperato sp. 4 mm, resistente agli shock termici e agli urti. Verniciatura: In diverse fasi. La prima ad immersione in catodresi epossidica, resistente alla corrosione e alle nebbie saline. La seconda con fondo per stabilizzazione ai raggi UV e per ultima con vernice acrilica argento. Cablaggio: Alimentazione 230V/50Hz. Equipaggiamento: Piastra porta cablaggio asportabile per una facile manutenzione. Colorim: In acciaio zincato con copertura in nylon f.v. entrambi verniciati in color argento sabbiato.</p>
 	<p><b>Descrizione : apparecchio illuminante 1x49W</b></p> <p>CORPO: Completo di cornice in alluminio estruso con testate in alluminio pressofuso. RIFLETTORE: In alluminio speculare ossidato anodicamente. DIFFUSORE: Vetro temperato sp. 5 mm, resistente agli shock termici e agli urti. PORTALAMPADA: In policarbonato e contatti in bronzo fosforoso. CABLAGGIO: Alimentazione 230-240 V / 50-60 Hz con reattore elettronico. Cavetto rigido sezione 0,50 mm<sup>2</sup> e guaina in PVC-HT resistente a 90°C secondo le norme CEI 20-20. Morselliera 2P con massima sezione dei conduttori ammessa 2,5 mm<sup>2</sup>. VERNICIATURA: a polvere poliestere gratta resistente alla corrosione e alle nebbie saline. EQUIPAGGIAMENTO: Pressacavo in nylon f.v. e 1/2 pollice gas.</p>

**Figura 5.22:** *Dettaglio corpi illuminanti utilizzati per l'illuminazione esterna*

Per le ragioni sopraesposte il progetto acquisisce il punteggio relativo al credito SS8.

## 5.4 Gestione delle acque

Nel seguente paragrafo è riportato il lavoro svolto riguardante l'area ambientale "Gestione delle acque". Il primo passo per migliorare l'efficienza nel consumo dell'acqua è quello di determinare gli attuali livelli di consumo e utilizzo della risorsa. Tenuto conto che i consumi di acqua potabile determinano consumi di energia (es. acqua calda sanitaria, ecc), strategie che hanno la finalità di ridurre l'uso di acqua potabile possono aiutare enti gestori a determinare politiche che determinino risparmi sia in termini di uso di acqua che di efficienza energetica, e di conseguenza ciò produce ricadute anche nella costruzione di edifici sostenibili. Di seguito, in tabella 5.10, sono riportati i crediti LEED inerenti la gestione delle acque per le nuove costruzioni; questi criteri promuovono strategie di progettazione che consentano un miglioramento nell'efficienza di utilizzo della risorsa.

I criteri GA1 e GA2 sono stati soddisfatti. Per il primo prerequisito, non è invece stato possibile supportare la risoluzione con adeguata documentazione e svolgere lo stesso seguendo le modalità proposte. Ciò porta alla conclusione che il prerequisito sia stato rispettato solo a livello teorico. Il credito GA3 non è stato affrontato in quanto si sono riscontrate eccessive difficoltà di implementazione e soprattutto di reperimento delle informazioni.

**Tabella 5.10:** *Criteri LEED oggetto di valutazione nel caso studio*

CREDITO	TITOLO	Paragrafo	RISPETTO
GA Prerequisito 1	Riduzione dell'uso dell'acqua	5.4.1	SI/NO
GA Credito 1	Gestione efficiente delle acque a scopo irriguo	5.4.2	SI
GA Credito 2	Tecnologie innovative per le acque reflue	5.4.3	SI/NO
GA Credito 3	Riduzioni dell'uso dell'acqua	/	SI/NO

### 5.4.1: Riduzione dell'uso d'acqua

La finalità del prerequisito GAP.1 è di aumentare l'efficienza nell'uso dell'acqua per ridurre il carico sui sistemi municipali di fornitura dell'acqua e sui sistemi delle acque reflue. I requisiti del prerequisito prevedono strategie che complessivamente realizzano un risparmio idrico del 20% rispetto al caso di riferimento calcolato per l'edificio in oggetto (escludendo l'irrigazione).

Per procedere nel soddisfacimento del prerequisito è necessario calcolare il caso di riferimento conformante ai dati riportati per le attività riportate in tabella 5.11. I calcoli sono basati sulla stima di utilizzo degli occupanti e devono includere wc, orinatoi, rubinetti, docce, lavelli cucina, e rubinetti spray di pre-lavaggio.

**Tabella 5.11:** Valori di riferimento consumo idrico riportati nel manuale LEED NC. & R.

APPARECCHIATURE COMMERCIALI, ACCESSORIE, ED APPLICAZIONI	VALORI DI RIFERIMENTO
WC commerciali	6,0 litri per flusso
Orinatoi commerciali	4,0 litri per flusso
Rubinetti di lavabi commerciali	8,5 litri al minuto a 4 bar per applicazioni previste (come hotel, motel), 2,0 litri per tutti gli altri eccetto l'utilizzo privato. 1 litro per ciclo per rubinetti temporizzati
Rubinetti spray di prelavaggio	Portata < 6,0 litri al minuto

Le principali difficoltà sono dovute alla particolare tipologia di struttura edilizia considerata. Risulta difatti evidente che, la struttura ospedaliera, presenta una molteplicità tipologica di sanitari (per soddisfare le differenti esigenze dei pazienti) assai superiore a quella contemplata nel manuale (tabella 5.11). Questa incongruenza e mancanza di valori di riferimento non consente un calcolo adeguato alle esigenze del credito. Inoltre non sono disponibili i dati di flusso relativi a tutte le tipologie apparecchiature sanitarie installate. Il progetto presenta comunque strategie di riduzione dei consumi idrici che giustificano un possibile soddisfacimento del requisito:

- alimentazione cassette wc e lavaggio con acqua proveniente dagli accumuli;
- Cassette di risciacquo dotate possibilità di doppia erogazione (3 e 9 litri).

### **5.4.2 Gestione efficiente delle acque a scopo irriguo**

La finalità del credito GA1 è di limitare o evitare l'utilizzo di acque potabili, acque di superficie o del sottosuolo disponibili nelle vicinanze del sito di ubicazione dell'edificio, per scopi irrigui. Il soddisfacimento del requisito, che può essere raggiunto attraverso due possibili opzioni, determina l'acquisizione di un massimo di 4 punti; non è prevista l'acquisizione del punteggio per prestazione esemplare.

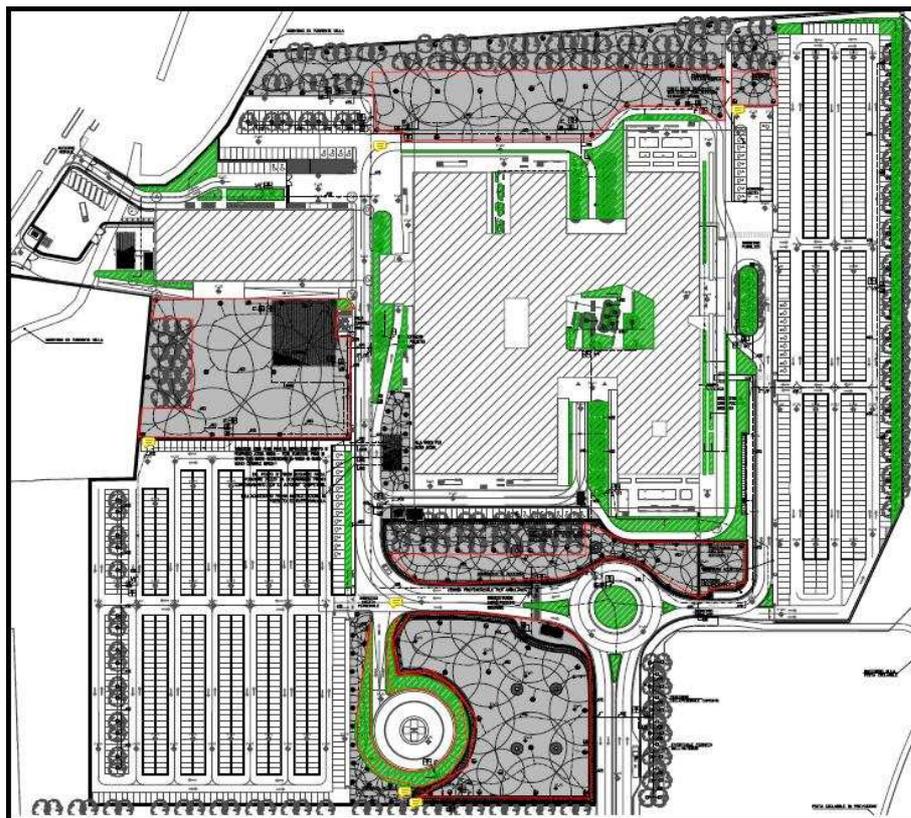
L'opzione 1 contempla una riduzione del consumo di acqua potabile per scopi irrigui del 50% rispetto al valore calcolato come base nel periodo pienamente estivo (2 punti). L'opzione 2 contempla un utilizzo nullo di acqua potabile a scopo irriguo (4 punti).

Poiché l'ospedale utilizza in parte anche acqua di acquedotto per l'irrigazione, si è proceduto direttamente al soddisfacimento del credito seguendo entrambi i percorsi possibili riportati nella prima opzione; percorso 1, utilizzo acqua captata, acque di rifiuto, acque trattate, percorso 2, installazione di particolari tipologie vegetative che non necessitano di sistemi di irrigazione permanenti.

Il sito esterno soggetto ad irrigazione (superficie totale 29421 mq) è costituito da due tipologie principali di aree esterne di pertinenza: alberi (superficie 10196mq) e tappeto erboso (superficie 19225mq). I dati relativi alle due zone di verde sono riportati in tabella 5.13; nel caso progetto, sia per l'alberatura che per il manto erboso sono stati scelti dei valori bassi di Fattore di Specie  $K_s$  e valori medi di Fattore di Densità  $K_d$ . Per quanto riguarda invece il Fattore di Microclima  $K_{mc}$  è stato scelto un valore basso, in quanto non sussistono le condizioni poste dal Manuale LEED NC.&R.;  $K_{mc}$  presenta un valore elevato in zone quali pendii, zone soggette all'effetto "isola di calore", o sottoposte ad elevata ventilazione.

Per quanto riguarda il sistema di irrigazione, in figura 5.23 è riportato lo schema nel quale si possono individuare in verde l'area coperta dal sistema di irrigazione a goccia ( $IE=0,9$ ) e la zona segnata con archi coperta dal sistema ad aspersioni ed inaffiatori ( $IE=0,625$ ). Per quanto riguarda la quota parte di acqua piovana recuperata, nella progettazione dell'edificio è stato previsto un sistema di collettamento e raccolta delle acque meteoriche derivanti dalle coperture. Queste, come previsto dal progetto, saranno distinte da quelle provenienti da strade e parcheggi per le quali, come già citato, sono destinate a separazione e trattamento.

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO



**Figura 5.23:** *Impianto d'irrigazione aree verdi esterne*

Nella tabella 5.12 sono riportati i risultati del calcolo effettuato sulla base dei dati pluviometrici di pioggia media annua del Laboratorio di Meteorologia e Modellistica Ambientale della Regione Toscana. In tabella è possibile visionare il quantitativo d'acqua piovana recuperata attraverso il sistema di collettamento delle coperture.

**Tabella 5.12:** *Calcolo quantitativo di acqua recuperata tramite sistema di collettamento coperture*

Pioggia media annua (mm)	942
Superficie Copertura (mq)	12280
Intensità evento piovoso di progetto vasca (mm/ora)	20
Durata evento piovoso di progetto (ora)	1
Volume evento piovoso (m3)	221
Dimensione vasca accumulo (m3)	250
Acqua recuperata dai tetti (m3/anno)	9370

Noti tutti i dati sopracitati, in tabella 5.13 sono riportati i calcoli per ricavare i valori del Totale d'acqua Potabile applicata (TPWA) nei casi di riferimento e di progetto:

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

Caso di riferimento										
Tipologia di vegetazione	Area m2	Fattore di specie Ks (medio)	Fattore di Densità Kd (medio)	Fattore di Microclima Km (basso)	KL	ETL	IE	TPWA [L]		
Alberi	10196	0,5	1,0	0,5	0,25	52	Aspersori	840150		
Tappeto erboso	19225	0,7	1,0	0,8	0,56	115	Aspersori	3548474		
								Valore netto di GPWA [L]	4388624	
Caso di progetto										
Tipologia di vegetazione	Area m2	Fattore di specie Ks (basso)	Fattore di Densità Kd (medio)	Fattore di Microclima Km (basso)	KL	ETL	IE	TPWA [L]		
Alberi	10196	0,2	1,0	0,5	0,1	21	Aspersori /	275459		
Tappeto erboso	19225	0,6	1,0	0,8	0,48	99	Goccia	2493073		
								Totale [L]	2768532	
Acqua piovana e acque raccolte dalle coperture [L]										
								Valore netto di GPWA [L]	780833	
Valore netto di GPWA [L]										
								Valore netto di GPWA [L]	1987699	
<b>Percentuale riduzione totale dell'acqua</b>									<b>54%</b>	

**Tabella 5.13:** Calcolo dell'indice TPWA (Totale Acqua Potabile Applicata)

Il contenimento dei consumi idrici risulta essere del 54%, per cui il requisito è stato soddisfatto. Come già citato precedentemente, non è possibile l'ottenimento di 4 punti in quanto si ha comunque necessità di utilizzare acqua di pozzo per l'irrigazione delle zone vegetative esterne.

### 5.4.3 Tecnologie innovative per le acque reflue

La finalità del credito GA2 è limitare la produzione di acque reflue e la richiesta di acque potabili, nel contempo, incrementare i livelli idrici degli acquiferi. Il soddisfacimento del requisito, attraverso due possibili opzioni, determina l'acquisizione di un massimo di 2 punti; è prevista inoltre l'acquisizione del punteggio per prestazione esemplare.

La prima opzione contempla la riduzione del 50% dell'uso di acqua potabile per il convogliamento dei liquami dell'edificio, tramite l'utilizzo di apparecchiature che attuano contenimento nell'uso dell'acqua, oppure mediante l'utilizzo di acque non potabili. Per rispondere ai requisiti del credito si è scelto di implementare l'opzione 2 che contempla il trattamento diretto in sito del 50% delle acque reflue prodotte.

Nel caso in esame, si è fatto largo utilizzo di tecnologie per il risparmio idrico; innanzitutto sono stati realizzati due distinti impianti di convogliamento delle acque bianche e nere. La rete di fognatura bianca prevede il sistema di raccolta, collettamento e scarico di tutte le acque meteoriche insistenti sull'urbanizzazione dell'ospedale. Inoltre, le acque meteoriche delle coperture saranno distinte da quelle delle strade e parcheggi e sarà realizzato un sistema per la separazione ed il trattamento delle acque di prima pioggia per le superfici potenzialmente sporche. Per quanto riguarda la rete di fognatura dei reflui, è previsto il trasporto degli stessi (previo trattamento) fino all'impianto di sollevamento finale di collegamento alla fognatura pubblica tramite una tubazione perimetrale in PVC alveolare a parete strutturata. È di non poco conto precisare che, oltre alla separazione delle acque nere e bianche, si aggiunge la separazione delle acque provenienti dai reparti infettivi, inoltre, si è aggiunto al flusso delle acque reflue quello meteorico proveniente dall'isola ecologica.

Per quanto riguarda il calcolo della portata di reflui; premesso che, sebbene le acque reflue vengano scaricate dagli edifici con valori elevati della portata, le durate sono generalmente brevi e discontinue. L'*unità di scarico*, assunta come riferimento, è definita dalla portata di 0,25 l/s. Il calcolo della portata scaricata fa generalmente riferimento al numero delle unità di scarico. Gli apparecchi (fontanella a zampillo, lavabo, vasca da bagno, w,c., ecc.) sono classificati per gruppi, detti appunto *gruppi di unità di scarico*, ciascuno caratterizzato dalla stessa portata di scarico (tabella 5.14).

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

Tabella 5.14: *valori della portata scaricata da apparecchi idrosanitari ad uso civile, suddivisi per gruppo di unità di scarico*

Gruppo d'unità di scarico	Tipo di apparecchi idrosanitari	Portata di scarico Q in l/s	Durata indicativa dello scarico in secondi	
1	Bacinella a uso domestico	0,25	10	
	Fontanella a zampillo	0,25		
2	Lavamani, lavabo	0,50		
	Bidet	0,50		
	Lavabo a canale (3 rubinetti)	0,50		
	Centrifuga a uso domestico	0,50		
	Piatto doccia	0,50		
4	Vasca da bagno	1,00		180
	Lava piedi (5 pilette)	1,00		10
	Lavabo a canale (10 rubinetti)	1,00		
	Orinatoio	1,00	30-60	
	Lavello da cucina doppio	1,00		
	Lavastoviglie	1,00		
	Lavatoio per lavanderia	1,00		
	Lavatrice fino a 6 Kg	1,00		
	Pozzetto a pavimento con uscita D=63 mm	1,00		
6	Vasca da bagno terapeutica	1,50		30-60
	Lavatrice da 7 Kg a 12 Kg	1,50		
	Pozzetto a pavimento D=75 mm	1,50		
	Lavastoviglie per ristoranti	1,50		
	Lavatoio doppio per lavanderia	1,50		
10	w.c. tutti i tipi	2,50	6-8	
	Vuotatolo	2,50	60-120	
	Lavatrice da 13 Kg a 40 Kg	2,50		
	Pozzetto a pavimento con uscita D=90 – 110 mm	2,50		

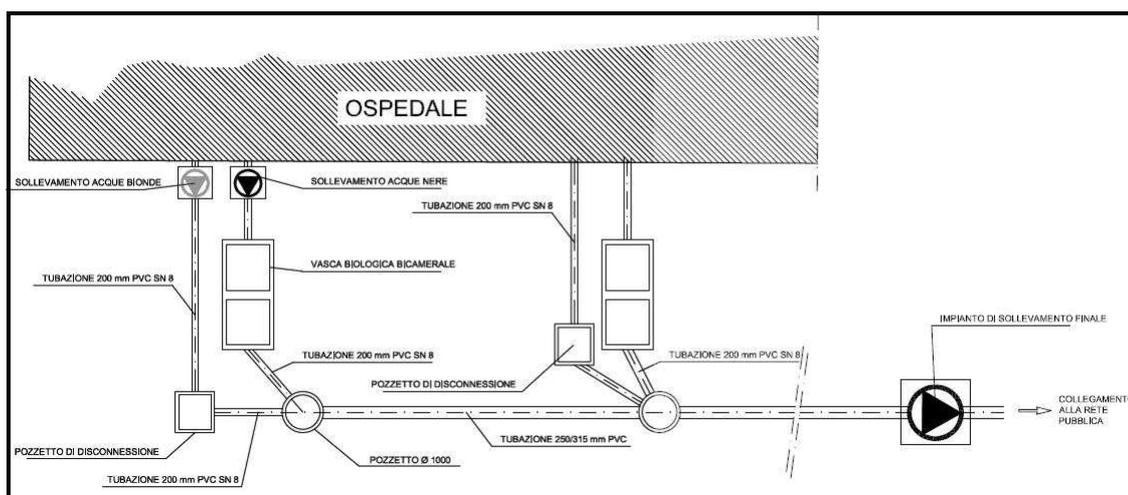
La portata massima che può essere scaricata dagli apparecchi allacciati a monte dipende dal numero di apparecchi che probabilmente sono in funzione contemporaneamente con riferimento anche alla destinazione d'uso dell'edificio. Detta  $Q_t$  la portata totale degli apparecchi allacciati a monte della sezione considerata, la portata probabile  $Q_p$  è data dalla relazione:

$$Q_p (l/s) = K_r \sqrt{Q_t}$$

Dove  $K_r$  è un coefficiente di riduzione che, per le strutture ospedaliere può essere assunto pari a 0,7. In base alla disposizione delle uscite delle diverse tubazioni di scarico dalle strutture di progetto (ospedale ed economale) sono state dislocate 10 vasche settiche che, mediamente, dovranno essere in grado di trattare una portata massima di 9 l/s corrispondente a circa 250 abitanti equivalenti A.E.

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

Con il medesimo calcolo è stata stimata la portata massima istantanea scaricata in corrispondenza del piano interrato e che pertanto deve essere sollevata a quota campagna al sistema di raccolta delle acque nere e bionde. Le massime portate raccolte al piano interrato per ogni punto di sollevamento sono mediamente pari a 6 l/s per le acque nere e a 5 l/s per le acque grigie. Complessivamente sono previsti 4 impianti di sollevamento per le acque all'interrato, di cui 3 a servizio dell'ospedale e l'ultimo per l'economale. In corrispondenza di quest'ultimo, oltre alle pompe per le acque bionde e le nere, è prevista l'installazione di elettropompe per il sollevamento delle acque provenienti dalle cucine che, prima di essere recapitate alla rete delle acque nere, devono essere disoleate mediante una vasca condensagrassi (capacità minima 19m<sup>3</sup>). In dettaglio, il trattamento delle acque nere avviene attraverso l'utilizzo di vasche biologiche bicamerali, mentre le acque grigie vengono direttamente colettate alla vasca di sollevamento; in figura 5.24 è riportato lo schema della rete delle acque nere:



**Figura 5.24:** Schema acque nere ospedale di Prato

Per concludere, la struttura ospedaliera presenta un elaborato sistema di convogliamento, suddivisione, trattamento delle acque meteoriche, grigie, nere, tuttavia non è rispettato il requisito citato nell'opzione 2 del credito che richiede sì il trattamento in loco del 50% dei reflui prodotti, ma anche la successiva dispersione o riutilizzo degli stessi. Nel caso in esame si ha invece il collettamento alla rete pubblica.

## 5.5 Energia e atmosfera

Nel seguente paragrafo è riportato il lavoro svolto riguardante l'area ambientale "Energia e atmosfera". Gli edifici sostenibili, progettati secondo criteri dell'architettura sostenibile, affrontano problematiche relative ai consumi energetici in due modi. In primo luogo, riducendo il fabbisogno energetico dell'edificio: minore è il fabbisogno energetico minore è la quantità di gas serra emessa per soddisfare tale fabbisogno. In secondo luogo, utilizzando forme energetiche con un minor impatto ambientale, come ad esempio fonti diverse di combustibili fossili. I vantaggi non sono solo ambientali: una miglior prestazione energetica si traduce anche in minori costi di esercizio.

Di seguito, in tabella 5.15, sono riportati i crediti LEED inerenti l'area ambientale "energia e atmosfera" per le nuove costruzioni. Questi criteri promuovono strategie di miglioramento dell'efficienza energetica del sistema edificio-impianti; questo miglioramento è ottenuto attraverso una progettazione più oculata e grazie al processo detto di "commissioning", il quale permette di ottimizzare l'efficienza energetica e l'utilizzo delle acque verificando che gli impianti stiano effettivamente funzionando come previsto. In secondo luogo, i criteri promuovono una corretta gestione dei fluidi refrigeranti allo scopo di limitare gli effetti dannosi che questi hanno sull'ozonofera, ed infine, promuovono il ricorso all'energia da fonte rinnovabile.

**Tabella 5.15:** *Criteri LEED oggetto di valutazione nel caso studio*

CREDITO	TITOLO	Paragrafo	RISPETTO
EA Prerequisito 1	Commissioning di base dei sistemi energetici dell'edificio	5.5.1	SI
EA Prerequisito 2	Prestazioni energetiche minime	5.5.1	SI/NO
EA Prerequisito 3	Gestione di base dei fluidi refrigeranti	5.5.1	SI
EA Credito 1	Ottimizzazione delle prestazioni energetiche	5.5.1	SI/NO
EA Credito 2	Produzione in sito delle energie rinnovabili	5.5.2	SI
EA Credito 3	Commissioning avanzato dei sistemi energetici	/	NO
EA Credito 4	Gestione avanzata dei fluidi refrigeranti	/	NO
EA Credito 5	Misure e collaudi	/	NO
EA Credito 6	Energia verde	5.5.3	NO

Dai quanto visibile in tabella 5.15, risulta chiaro che i crediti inerenti l'area ambientale "energia e atmosfera" risultano essere di difficile implementazione e soddisfacimento.

### **5.5.1 Commissioning di base dei sistemi energetici dell'edificio**

La finalità del prerequisito EAP1 è di verificare che i sistemi energetici dell'edificio siano installati, tarati e funzionino in accordo con le richieste del committente, i documenti di progetto e i documenti di appalto. I vantaggi del commissioning includono: la riduzione dei consumi energetici, un minor costo d'esercizio, la riduzione dei contenziosi con l'appaltatore, una miglior documentazione dell'edificio, l'aumento della produttività degli occupanti, e la verifica che le prestazioni degli impianti siano in accordo con i requisiti di progetto richiesti dal committente. Si ricorda che il commissioning è un processo di controllo della qualità pianificato e sistematico che coinvolge il committente, gli utilizzatori, il personale di gestione, e manutenzione, i progettisti e l'appaltatore.

Per soddisfare il prerequisito è necessario soddisfare le seguenti richieste:

1. La nomina di una persona come responsabile del commissioning chiamato "Commissioning Authority" (CxA) al fine di guidare, rivedere e sovrintendere alle attività di commissioning.

Per il progetto in esame deve ancora essere nominato il responsabile del commissioning.

2. La committenza deve produrre l'elaborato *Requisiti della committenza* (Owner's Project Requirement of Design, OPR). I progettisti devono sviluppare l'elaborato Assunti della Progettazione (Basis of Design, BOD). Non è ancora stato elaborato il documento richiesto.

3. Redazione delle richieste specifiche per le attività di commissioning ed inclusione di queste ultime nella documentazione di progetto/appalto.

4. Sviluppo ed implementazione di un piano di commissioning.

5. Verifica dell'installazione e delle prestazioni degli impianti tecnici sottoposti al processo di commissioning.

6) Stesura di una relazione finale sulle attività di commissioning.

Il progetto in esame non soddisfa a pieno i requisiti, in quanto non sono state previste tutte le attività che vengono richieste. Tuttavia nel capitolato speciale d'appalto degli impianti meccanici sono previste (in quanto obbligatorie) le seguenti attività: verifiche e prove preliminari, collaudi in fabbrica, collaudi tecnici. Queste operazioni riguardano tutti gli impianti citati nel manuale LEED quali: impianti di riscaldamento, ventilazione,

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

aria condizionata e refrigerazione attivi e passivi, e i sistemi di controllo ad essa correlati, sistemi di produzione di acqua calda sanitaria, controllo illuminazione e produzione di energia rinnovabile.

Nel complesso è possibile ritenere che il prerequisito EAP.1 sia stato soddisfatto, anche se non secondo le modalità previste dal sistema LEED.

Il prerequisito EAP.2 (Prestazioni energetiche minime) ha come finalità quello di stabilire il livello minimo di efficienza energetica per gli edifici e gli impianti proposti, allo scopo di ridurre gli impatti economici ed ambientali derivanti dai consumi di energia. Il prerequisito non è stato implementato a causa di una serie di problematiche: la prima riguarda la necessità di norme UNI per il calcolo, la seconda riguarda la necessità di software di calcolo, la terza riguarda l'eccessiva complessità del calcolo e l'eccessiva spesa di tempo. Un calcolo di questo tipo e di questa portata dovrebbe essere condotto in collaborazione con il gruppo di progettazione. Non è da escludersi comunque che le apparecchiature installate, le trasmittanze delle pareti, siano in accordo con i valori proposti nel manuale LEED.

Le medesime considerazioni valgono per il credito EA1 (Ottimizzazione delle prestazioni energetiche), che ha come finalità il raggiungimento di livelli crescenti di prestazioni energetiche per gli edifici e gli impianti proposti, superiori ai valori minimi richiesti dalla normativa, al fine di ridurre gli impatti economico – ambientali associati all'uso eccessivo di energia. Non è stata possibile l'implementazione e quindi l'eventuale soddisfacimento del credito in questione per le medesime ragioni sopracitate. Ciò comporta tuttavia alla mancata acquisizione di 19 punti.

La finalità del prerequisito EAP.3 (Gestione di base dei fluidi refrigeranti) è quella di ridurre la distruzione dell'ozono stratosferico evitando l'utilizzo di fluidi refrigeranti a base di CFC o HCFC negli impianti di climatizzazione/refrigerazione. Inoltre non devono essere installati sistemi antincendio che contengano sostanze dannose per l'ozono quali CFC, Halons, HCFC. Per quanto riguarda gli impianti di refrigerazione/climatizzazione, è previsto l'utilizzo di impianti la cui carica è effettuata con gas ecologici quali: anidride carbonica, ammoniaca, propano. Infine, per quanto riguarda le soluzioni antincendio adottate, non sono caratterizzate dalla presenza di fluidi dannosi per l'ozono. L'impianto antincendio è costituito da sprinkler di tipo wet e idranti, alimentati con acqua stoccata in un accumulo interrato.

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

### 5.5.2 Produzione in sito delle energie rinnovabili

La finalità del credito EA2 è di promuovere un livello crescente di produzione autonoma di energia da fonte rinnovabile in sito, al fine di ridurre l'impatto ambientale ed economico legato all'uso di combustibili fossili. Il soddisfacimento dei requisiti del credito determina l'acquisizione di un massimo di 7 punti, secondo quanto indicato in tabella 5.15; è prevista anche il credito per la prestazione esemplare nella sezione IP.

**Tabella 5.15:** *Punteggio in funzione della percentuale di energia rinnovabile prodotta*

% ENERGIA RINNOVABILE	PUNTI
2,5	1
5,0	2
7,5	3
10,0	4
12,5	5
15,0	6
17,5	7

Le energie rinnovabili ammissibili sono riportate in tabella 5.16:

**Tabella 5.16:** *Tecnologie per le fonti rinnovabili in sito ammissibili*

ENERGIE RINNOVABILI AMMISSIBILI	
1. Sistemi fotovoltaici	
2. Sistemi eolici	
3. Sistemi solari termici	
4. Sistemi di generazione elettrica basati su biocombustibili	
	BIOCOMBUSTIBILI AMMESSI
	Rifiuti legnosi non pericolosi
	Raccolti e scarti dell'agricoltura
	Rifiuti animali e altri rifiuti inorganici
	Gas prodotti da discarica
5. Sistemi di riscaldamento geotermico	
6. Sistemi di produzione elettrica geotermica	
7. Impianti idroelettrici a basso impatto	
8. Sistemi di generazione che sfruttano le onde o le maree	

Per soddisfare, in parte, la propria necessità energetica, i progettisti hanno previsto l'installazione di un impianto fotovoltaico. L'impianto troverà alloggiamento sulla copertura del piano tecnico della struttura ospedaliera ed avrà una potenza totale pari a

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

50kW. Tale potenza è garantita da 1344 pannelli suddivisi in 28 campi fotovoltaici, ciascuno contenete 48 pannelli solari in silicio amorfo della potenza di 40W.

E' previsto inoltre, l'utilizzo di un sistema di generazione elettrica a cogenerazione. Il cogeneratore ha una potenza totale pari a 800 kW.

I risultati del calcolo della potenza elettrica richiesta dalla struttura ospedaliera sono riportati in tabella 5.17; che riporta anche le potenze ottenute da fonte rinnovabile.

**Tabella 5.17:** *Determinazione percentuale energia rinnovabile*

POTENZA TOTALE IMPIANTI		
P max cont (Ele+Mecc)	2364,4	kW
Ptot Sorgenti	3600,0	kW
Livello di carico max cont	65,70%	
P max. Cogeneratore	800	kW
P max. Fotovoltaico	50	kW
<b>% ENERGIA RINNOVABILE</b>	<b>2,1%</b>	

La percentuale risulta essere inferiore a quella minima richiesta (percentuale energia rinnovabile minima = 2,5). La percentuale è insufficiente a causa di due fattori: il primo è che, nonostante l'impianto fotovoltaico sia di dimensioni notevoli, non può coprire gli elevatissimi consumi di una struttura imponente come quella considerata, il secondo è che non si è potuto considerare il cogeneratore nel calcolo, in quanto il combustibile impiegato non rientra in quelli ammessi nella tabella 5.16. Supponendo l'utilizzo di gas metano prodotto da discarica per il funzionamento del cogeneratore, si raggiungerebbe una percentuale di energia rinnovabile pari al 36%. Ciò permetterebbe l'ottenimento di 7 punti più il punto derivante dal soddisfacimento del requisito per l'ottenimento del credito inerente la prestazione esemplare. Difatti il credito è quantificabile per il conseguimento di un'ulteriore punto per prestazioni esemplari nella sezione IP (*Innovazione nella Progettazione*), dimostrando che l'energia rinnovabile prodotta in sito, ammonta ad almeno il 20% del fabbisogno energetico annuo.

### **5.5.3 Energia verde**

La finalità del credito EA6 è di promuovere lo sviluppo e l'impiego di tecnologie per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (ad emissioni zero) con connessione alla rete elettrica nazionale. Il soddisfacimento dei requisiti del credito determina l'acquisizione 2 punti; il credito è inoltre quantificabile per prestazione esemplare.

Il requisito consiste nel soddisfare almeno il 35% del fabbisogno di energia elettrica dell'edificio con energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile, mediante un contratto di fornitura certificata di energia prodotta da fonti rinnovabili della durata di almeno due anni. Per documentare il rispetto del credito possono essere usate certificazioni RECS (Renewable Energy Certificate System) e GO (Garanzia d'origine) rilasciate da GSE o altre forme di certificazione riconosciute da autorevoli enti nazionali o internazionali.

Opzioni per il soddisfacimento del requisito:

1. Se esiste nella zona un fornitore di energia elettrica certificata RECS o GO si può stipulare un contratto biennale per almeno il 35% del fabbisogno elettrico degli edifici oggetto della certificazione. Alternativamente, è possibile stipulare un contratto di un solo anno che copra almeno il 70% del fabbisogno elettrico annuale dell'edificio.

2. Se l'acquisto di energia elettrica direttamente dai fornitori locali non è possibile, il proprietario può acquistare l'accredito Tradable Renewable Certificates TRECs per un valore percentuale pari a quello sopradescritto.

Per il caso esaminato non è ancora noto il fornitore di energia elettrica ed il tipo di contratto stipulato.

## 5.6 Materiali e risorse

Nel seguente paragrafo è riportato il lavoro svolto riguardante l'area ambientale "Materiali e risorse". Questo aspetto risulta essere di grande importanza, difatti, le attività edilizie producono giornalmente una grande quantità di rifiuti solidi. Perseguire l'ottenimento dei crediti LEED in quest'ambito può contribuire a ridurre la quantità di rifiuti e migliorare l'ambiente edificio attraverso la gestione responsabile dei rifiuti e la selezione dei materiali. I crediti di questa sezione si focalizzano su due importanti problematiche: l'impatto ambientale dei materiali che entrano all'interno del progetto edilizio e la minimizzazione dello smaltimento in discariche e inceneritori dei materiali che escono dall'edificio. Affrontare queste problematiche risulta in accordo con il fatto che un edificio sostenibile richiede politiche di costruzione responsabile, un'attenta selezione materiali ed infine un'efficiente gestione dei rifiuti. L'insieme di crediti appartenenti all'area ambientale in questione è riportato in tabella 5.18.

I crediti MR1.1 e MR1.2 non sono stati svolti in quanto riguardano opere di ristrutturazione. Il credito MR7 (Legno certificato) inserito nella metodologia LEED per incoraggiare l'utilizzo di legno proveniente da foreste la cui gestione è certificata, non è stato affrontato; i dettagli del credito non sono difatti ancora disponibili nella versione italiana di LEED.

**Tabella 5.18:** *Criteri LEED oggetto di valutazione nel caso studio*

CREDITO	TITOLO	Paragrafo	RISPETTO
MR Prerequisito 1	Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili	5.6.1	SI
MR Credito 1.1	Riutilizzo degli edifici: mantenimento delle murature, solai e coperture esistenti	/	/
MR Credito 1.2	Riutilizzo degli edifici: mantenimento del 50% degli elementi non strutturali interni	/	/
MR Credito 2	Gestione dei rifiuti da costruzione	/	NO
MR Credito 3	Riutilizzo dei materiali	/	NO
MR Credito 4	Contenuto di riciclato	/	NO
MR Credito 5	Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata	/	NO
MR Credito 6	Materiali rapidamente rinnovabili	5.6.2	NO
MR Credito 7	Legno certificato	/	/

### 5.6.1 Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili

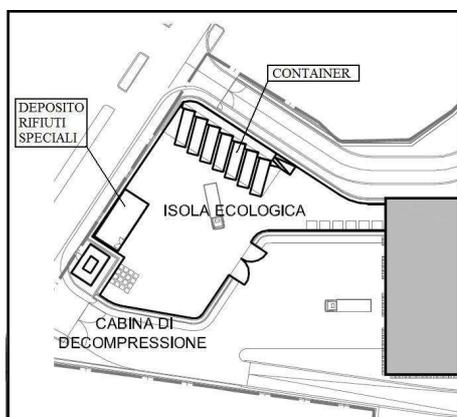
La finalità del prerequisito MRP.1 è ridurre la quantità di rifiuti prodotti dagli occupanti dell'edificio che vengono trasportati e smaltiti in discarica. Il soddisfacimento del prerequisito è obbligatorio e non comporta l'acquisizione di alcun punto.

Nel prerequisito è richiesta la predisposizione di una zona facilmente accessibile dedicata alla raccolta e allo stoccaggio di materiali destinati al riciclo, tra cui, come minimo, carta, cartone, vetro, plastica, metalli e umido (rifiuti organici).

Nel caso in esame, trattandosi di una struttura ospedaliera, il problema dei rifiuti risulta essere particolarmente delicato a causa della quantità e della molteplicità di rifiuti prodotti. L'organizzazione e la gestione dei rifiuti di qualsiasi natura prodotti dall'intera struttura ospedaliera sono regolamentati dal "Capitolato Tecnico Prestazionale Attività di Gestione e Manutenzione" sottoscritto come allegato contrattuale dal Concessionario con le 4 USL Concedenti. Secondo tale accordo, i rifiuti sanitari devono essere gestiti in modo tale da ridurre la produzione, diminuirne la pericolosità e ottimizzare la raccolta, il trasporto, il riciclaggio, il recupero e lo smaltimento.

La scelta di attuare una raccolta differenziata all'interno della struttura ospedaliera è ispirata da due principi:

- Separare dalla massa totale dei rifiuti quelli che comportano particolari rischi per la salute pubblica, o per l'ambiente (rifiuti pericolosi);
- Separare dalla massa totale dei rifiuti che possono essere avviati a riciclaggio e recupero.



Nel progetto in esame è stata prevista un'isola ecologica esterna dedicata allo stoccaggio del differenziato. Le dimensioni ed il posizionamento dell'isola ecologica sono deducibili dall'elaborato grafico di progetto dell'area esterna dell'ospedale; una porzione di questo è rappresentato in figura 5.25. Non sono previsti invece sistemi di riduzione dei rifiuti organici prodotti.

**Figura 5.25:** Planimetria isola ecologica

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

L'area complessiva dell'isola ecologica deve essere conforme ai criteri riportati in tabella 5.18; questa fornisce le linee guida per le dimensioni minime delle aree di stoccaggio dei rifiuti riciclabili basate sui valori totali della superficie del fabbricato.

**Tabella 5.18:** *Linee guida per le aree di riciclaggio*

<b>Edificio: Superficie totale [m2]</b>	<b>Superficie minima di riciclaggio [m2]</b>
0 a 500	10
501 a 1.500	15
5.001 a 5.000	20
5.001 a 10.000	25
10.001 a 20.000	30
20.001 o maggiori	50

Le superfici totali dell'edificio e dell'isola ecologica sono riportate in tabella 5.19; Dai risultati ottenuti emerge che la superficie dell'isola ecologica rispetta ampiamente i requisiti di metratura minima riportati nella tabella 5.18 per cui il prerequisito MRP.1 "Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili" risulta soddisfatto.

**Tabella 5.19:** *Confronto superfici coperte e superficie isola ecologica*

<b>Zona edificio</b>	<b>Superficie lorda [m2]</b>
Piano interrato	5316
Piano terra	12729
Primo piano	10725
Piano secondo	12365
Piano terzo	8177
Edificio economale	7605
Totale	56917
Isola ecologica	1000

### **5.6.2 Materiali rapidamente rinnovabili**

La finalità del credito MR6 è ridurre l'uso e lo sfruttamento delle materie prime e dei materiali a lungo ciclo di rinnovamento, sostituendoli con materiali rapidamente rinnovabili. Il soddisfacimento dei requisiti imposti nel credito permette l'ottenimento di un punto. Il credito è inoltre quantificabile per la prestazione esemplare in sezione IP. Il credito impone un solo requisito, che consiste nell'utilizzare materiali e prodotti da costruzione rapidamente rinnovabili per almeno il 2,5% del costo totale di tutti i materiali e prodotti da costruzione utilizzati nel progetto. Materiali e prodotti da costruzione rapidamente rinnovabili sono ricavati da piantagioni che hanno un ciclo di raccolta non superiore ai 10 anni; tra questi si trovano i pavimenti in bambù e legno, materiali isolanti in cotone, pavimenti in linoleum, pavimenti e rivestimenti in sughero, pitture e vernici naturali, pannelli realizzati con semi di girasole, imballaggi di paglia. Nel caso in esame sono stati identificati alcuni materiali e prodotti appartenenti alla categoria "materiali rapidamente rinnovabili" e sono identificati ed evidenziati attraverso la colorazione grigio chiaro in tabella 5.20.

Il calcolo della percentuale è stato fatto dividendo il costo dei materiali rapidamente rinnovabili per il costo totale dei materiali. Il costo dei diversi materiali è stato ricavato dal CME del progetto (Computo Metrico Estimativo). Nel caso di materiali assemblati, si è calcolato il costo del materiale rapidamente rinnovabile tenendo conto della percentuale presente nell'assemblato stesso. Ad esempio il cartongesso è costituito dal 5% di materiale considerati rapidamente rinnovabile (il cartone), per cui, per ricavare il costo effettivo si è moltiplicato il costo totale del cartongesso per 0,05. Dalla tabella sotto riportata si evince che, nonostante la lista dei materiali non rapidamente rinnovabili non sia stata realizzata tenendo conto di tutti i materiali, non si è comunque raggiunto il valore minimo richiesto per l'ottenimento del punto. Premesso ciò, risulta importante osservare come l'impiego di questo tipo di materiali (bambù, linoleum) nella realizzazione di una struttura ospedaliera risulti spesso non rispondente alle esigenze imposte da fabbricati di questo tipo.

Il soddisfacimento o meno del credito è da intendersi come mero esempio applicativo; LEED impone ad esempio anche la conservazione dei certificati dei materiali che ne documentino la "rinnovabilità" degli stessi (non disponibili nel caso oggetto studio).

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

**Tabella 5.20:** Esempio di calcolo per materiali rapidamente rinnovabili “Progetto Ospedale di Prato”

Nome del prodotto	Costo del prodotto [€] (da CME)	% contenuto rapidamente rinnovabile (in peso)	Valore di contenuto rapidamente rinnovabili
Calcestruzzo per sot.fondazioni, fondazioni, elevazioni, strutture sottili	5512521		
Calcestruzzo alleggerito con PS	215297		
Calcestruzzo per massetto a rapida essiccazione	1690016		
Acciaio per C.A.	10854561		
Grigliati zincati	263484		
Pannelli grigliati a Z	308300		
Ferro lavorato (Scale esterne Parapetti)	249800		
Guaina betonitica	234645		
Guaina bituminosa termoplastica	39083		
Guaina in poliolefine	504822		
Tessuto non tessuto	269538		
Cartongesso	4315664	5%	215783
Muratura in Poroton	339941		
Rivestimento in poliestere estruso	85602		
Rivestimento in tessuto di fibre di vetro	812826		
Idropittura lavabile	500807	60%	300484
Muratura in blocchi baritici	83000		
Canna-shunt in silicato di calcio doppia	102700		
Pavimento/battiscopa/rivestimenti in gomma (sintetica non riciclata)	1617368		
Pavimento/battiscopa/rivestimenti in gres fine porcellanato	1125034		
Pavimento/battiscopa/rivestimenti in PVC conduttivo	487831		
Pavimento/battiscopa in pietra per zone esterne/interne	509613		
Pavimento/battiscopa in klinker	29897		
Pavimento/battiscopa in legno	9508	100%	9508
Gradini/pianerottoli/battiscopa/pavimenti in marmo di fabbrica	121367		
Isolante acustico al calpestio	185397		
Foglio/membrana in PE	199735		
Controsoffitti in gesso alleggerito	992973		
Controsoffitti con pannelli acustici impiallacciati legno	65941	40%	26376
Sughero	179241	100%	179241
Doghe alluminio per controsoffitto	108478		
Controsoffitto a tenuta in acciaio (inox e preverniciato)	207003		
Lana di roccia	28739		
Pannelli fonoisolanti (mascheratura vani tecnici)	619672		
Pannello in Eraclit (ecobiocompatibile)	8565	100%	8565
Totale costo materiali	32878969		
Valore dei contenuti rapidamente rinnovabili			739958
<b>Percentuale costo rapidamente rinnovabili / costo totale materiali</b>	<b>2,25%</b>		

## 5.7 Qualità ambientale interna

Nel seguente paragrafo è riportato il lavoro svolto riguardante l'ultima grande area ambientale presa in considerazione dal sistema LEED; "qualità ambientale interna". Per fornire una qualità dell'ambiente interno soddisfacente possono essere integrati al sistema edilizio sensori automatici e controlli individuali per regolare temperatura, umidità, e ventilazione. Altre questioni riguardanti la qualità dell'aria interna affrontati da LEED comprendono la verifica del comfort termico, della disponibilità e della qualità della luce naturale, dalla visuale sull'esterno. Tutte queste questioni possono valorizzare la qualità dell'ambiente interno ed ottimizzare gli spazi confinati per gli occupanti dell'edificio. In tabella 5.21 sono riportati i crediti che affrontano le preoccupazioni ambientali relazionate alla qualità dell'ambiente interno, la salute degli occupanti, la sicurezza e il comfort, il consumo di energia, l'efficacia del ricambio d'aria e il controllo della contaminazione dell'aria.

**Tabella 5.21:** *Criteri LEED oggetto di valutazione nel caso studio*

CREDITO	TITOLO	Paragrafo	RISPETTO
QI Prerequisito 1	Prestazioni minime per la qualità dell'aria	5.7.1	SI
QI Prerequisito 2	Controllo ambientale del fumo di tabacco	5.7.2	SI
QI Credito 1	Monitoraggio della portata dell'aria di rinnovo	/	/
QI Credito 2	Incremento della ventilazione	/	/
QI Credito 3.1	Piano di gestione IAQ: fase costruttiva	5.7.3	SI
QI Credito 3.2	Piano di gestione IAQ: prima dell'occupazione	/	/
QI Credito 4.1	Materiali basso emissivi: adesivi, primers, sigillanti, materiali cementizi e finiture per legno	5.7.4	NO
QI Credito 4.2	Materiali basso emissivi: pitture	5.7.5	SI
QI Credito 4.3	Materiali basso emissivi: pavimentazioni	5.7.6	SI
QI Credito 4.4	Materiali basso emissivi: prodotti in legno e fibre vegetali	5.7.7	SI
QI Credito 5	Controllo delle fonti chimiche ed inquinanti indoor	/	/
QI Credito 6.1	Controllo e gestione degli impianti: illuminazione	5.7.8	SI
QI Credito 6.2	Controllo e gestione degli impianti: comfort termico	5.7.9	SI
QI Credito 7.2	Comfort termico: progettazione	5.7.10	SI
QI Credito 7.1	Comfort termico: verifica	/	/
QI Credito 8.1	Luce naturale e visione: luce naturale per il 75% degli spazi	5.7.11	SI
QI Credito 8.2	Luce naturale e visione: visuale esterna per il 90% degli spazi	5.7.12	SI

### **5.7.1 Prestazioni minime per la qualità dell'aria**

La finalità del prerequisito QIP.1 è determinare le condizioni prestazionali minime per la qualità dell'aria interna dell'edificio, in modo da tutelare la salute degli occupanti, migliorare la qualità dello spazio abitato e contribuire al raggiungimento delle condizioni di comfort degli occupanti stessi. Il soddisfacimento del prerequisito non porta all'acquisizione di punti. Per spazi ventilati naturalmente o meccanicamente devono essere assicurate almeno le portate di ventilazione indicate nella UNI EN 15251 con riferimento alla categoria 2. Per edifici non residenziali si deve far riferimento alla categoria low pollution buildings.

Di seguito viene presentato solamente un esempio di calcolo, in quanto il calcolo esteso all'intero edificio risulterebbe eccessivamente laborioso. L'esempio riportato riguarda la sala conferenze situata al primo piano dell'edificio economale. Il calcolo effettuato riguarda gli spazi ventilati solamente in maniera meccanica, in quanto la sala conferenze non presenta finestre di alcun tipo. La portata d'aria necessaria alla sala conferenza è stata valutata sommando la portata d'aria relativa al numero di persone in ambiente e quella relativa alla diluizione di eventuali inquinanti emessi da materiali edilizi e di arredo.

$$Q_{tot} = n \times q_P + A \times q_B$$

Dove  $Q_{tot}$  è la portata totale di ventilazione in ambiente [l/s],  $n$  è il valore di progetto per il numero di persone nell'ambiente,  $q_P$  rappresenta il tasso di ventilazione per persona in l/s,  $A$  rappresenta l'area dell'ambiente, mentre  $q_B$  rappresenta il tasso di ventilazione relativo alle emissioni dell'edificio in [l/s mq].

Il calcolo della portata d'aria riportato in tabella 5.22 è stato fatto per diverse categorie (1-2-3) e per diverse categorie di inquinamento dell'ambiente; very-low, low, non-low. Attraverso la verifica delle portate d'aria di progetto si può constatare che il ricambio d'aria, in l/s, è superiore a tutte le casistiche possibili, per cui il prerequisito (nel caso della sola sala conferenze) risulta rispettato. Il valore di ricambio d'aria da considerarsi ai fini del calcolo è il più piccolo tra l'aspirazione e la mandata; come si nota dalla

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

tabella, le portate volumetriche risultano in questo caso equivalenti quindi la scelta risulta indifferente.

**Tabella 5.22:** *Calcolo portata aria di rinnovo per il locale “sala conferenze” a ventilazione meccanica*

<b>Calcolo portata aria Sala Conferenze primo piano economale</b>						
Categoria	n	qp[l/s]per persona	A[mq]	qb[l/s mq] per very low polluted building	Aggiunta per presenza fumo	Qtot[l/s]
1	96	10,0	124,0	0,5	NO	1022,0
2	96	7,0	124,0	0,3	NO	709,2
3	96	4,0	124,0	0,2	NO	408,8
Categoria	n	qp[l/s]per persona	A[mq]	qb[l/s mq] per low polluted building	Aggiunta per presenza fumo	Qtot[l/s]
1	96	10,0	124,0	1,0	NO	1084,0
2	96	7,0	124,0	0,7	NO	758,8
3	96	4,0	124,0	0,4	NO	433,6
Categoria	n	qp[l/s]per persona	A[mq]	qb[l/s mq] per low polluted building	Aggiunta per presenza fumo	Qtot[l/s]
1	96	10,0	124,0	2,0	NO	1208,0
2	96	7,0	124,0	1,4	NO	845,6
3	96	4,0	124,0	0,8	NO	483,2
<b>Portata aria realizzata</b>						
Apparecchio			Quantità	Capacità aspirazione /emissione [mc/h]		Qtot[l/s]
Diffusore a flusso elicoidale Den			9	535		1337,5
Bocchetta di ripresa aria BRn			3	1605		1337,5

### **5.7.2 Controllo ambientale del fumo di tabacco**

La finalità del prerequisito QIP.2 è minimizzare l'esposizione al fumo di tabacco ambientale (ETS – Environmental Tobacco Smoke) degli occupanti dell'edificio, delle aree interne e dei sistemi di ventilazione. Il soddisfacimento del prerequisito è obbligatorio e non porta all'acquisizione di punti. Per l'implementazione del prerequisito sono previste due possibili casistiche, il primo caso, valido per tutti i progetti, si suddivide a sua volta in due possibili opzioni:

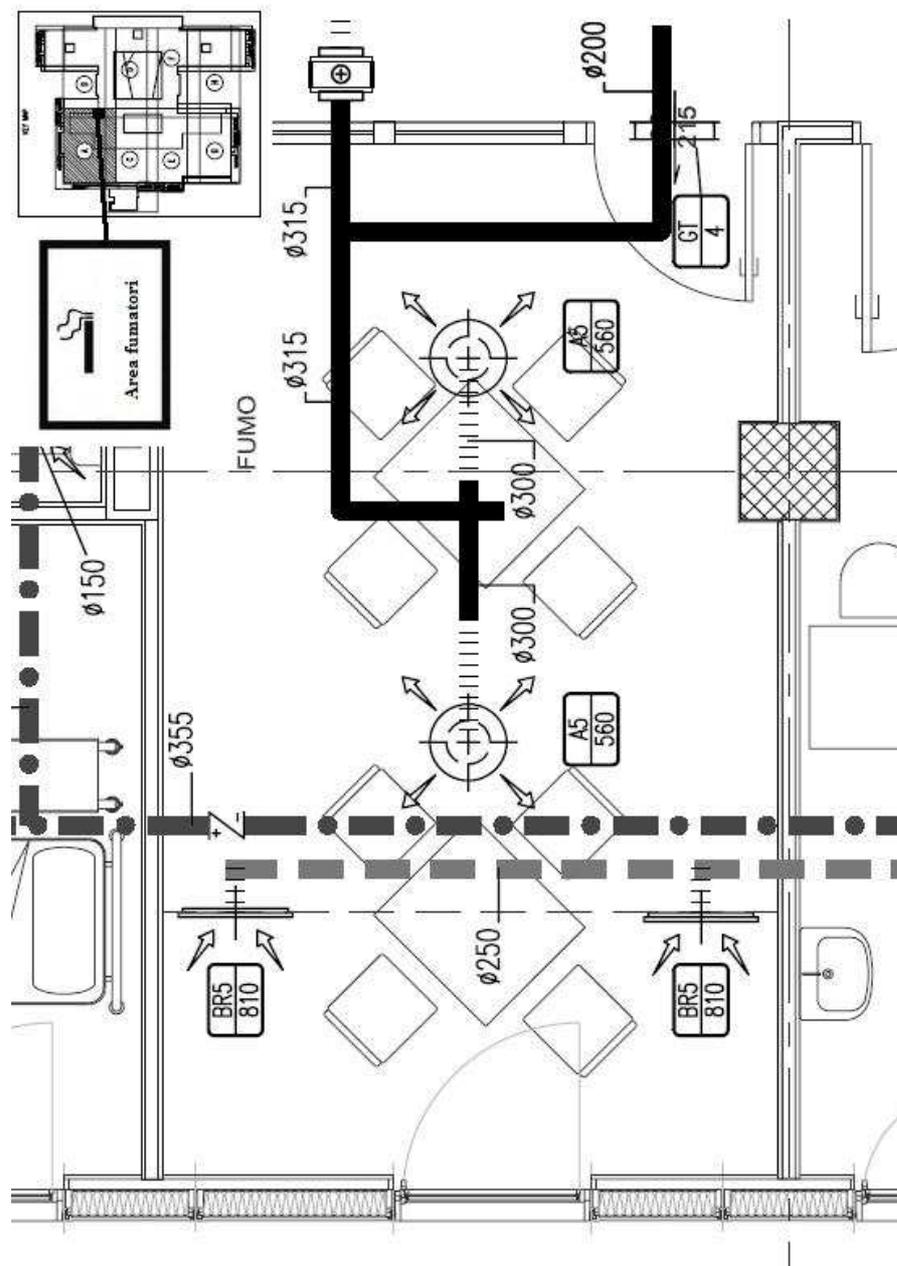
**OPZIONE 1:** il divieto di fumo all'interno dell'edificio, che impone il divieto di fumo entro una distanza di almeno 8 metri dagli ingressi e dalle finestre apribili. In tale caso è necessario definire con opportuna segnaletica le zone in cui sia consentito fumare, in cui sia vietato fumare o di vietare il fumo su tutta la proprietà.

**OPZIONE 2:** il divieto di fumo all'interno dell'edificio, che impone le stesse condizioni prese in considerazione nell'opzione 1, con la possibilità ulteriore tuttavia di localizzazione di aree destinate ai fumatori purché collocate ad una distanza di almeno 8 metri dagli ingressi e dalle finestre apribili. L'aria contenete ETS deve essere aspirata dalle sale fumatori verso l'esterno, prevedendo ogni forma di ricircolo verso aree differenti da quelle fumatori. Le sale devono essere compartimentate con strutture e porte caratterizzate da idonea tenuta, da pavimento a soffitto. Il secondo caso, che vale solo per edifici residenziali e ospedali, impone il divieto di fumo in tutte le aree comuni dell'edificio.

Trattandosi di una struttura ospedaliera, vige un categorico divieto di fumare nelle aree interne dell'edificio. Il divieto di fumo si estende alle zone esterne, entro una distanza di almeno 8 metri dagli ingressi e dalle finestre apribili. Le zone in cui è consentito fumare sono segnalate da opportune segnaletiche. Tuttavia è stato previsto un locale fumatori situato al piano terra dell'ospedale, in corrispondenza del giardino di psichiatria. La figura 5.25 mostra la locazione della sala e i relativi dispositivi impiegati; si individuano due diffusori circolari (diametro collo 300mm) con capacità di 560mc/ora e due bocchette di ripresa dell'aria (dimensione 300x600) con capacità aspirante pari a 860mc/ora (molto superiore agli altri dispositivi aspiranti presenti nella struttura). Inoltre è prevista l'ubicazione di un cartello all'ingresso del locale, indicante il numero

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

massimo di persone ammesse all'interno del locale (15), ed è inoltre prevista l'installazione di cartelli luminosi indicanti "Area per fumatori" e "vietato fumare per guasto del sistema di ventilazione" conformemente al D.P.C.M. 23-12-2003.



**Figura 5.25:** Schema impianto trattamento aria; zona fumatori conforme

Per le ragioni sopracitate è possibile ritenere che il prerequisito QIP.2 sia stato rispettato.

### **5.7.3 Piano di gestione IAQ: fase costruttiva**

La finalità del credito QI3.1 è ridurre i problemi di qualità dell'aria derivanti dai processi di costruzione/ristrutturazione al fine di garantire il comfort ed il benessere degli addetti ai lavori di costruzione. Il soddisfacimento dei requisiti determina l'acquisizione di un punto.

Il requisito principale del credito risulta essere lo sviluppo e l'implementazione di un Piano di Gestione della Qualità dell'aria Interna (Indoor Air Quality, IAQ) per la fase costruttiva e quella precedente all'occupazione dell'edificio. La relazione costruttiva fornisce una serie di indicazioni che garantiscono il soddisfacimento del credito; la tabella 5.23 rappresenta in modo indicativo il piano di Gestione della Qualità dell'aria Interna IAQ.

Come è noto, le attività di cantiere comportano l'uso di sostanze che possono risultare pericolose agli operatori che ne fanno uso. La pericolosità può essere legata alla composizione chimica del prodotto allo stato naturale (ovvero nel momento in cui si apre la confezione senza nessuna modificazione lavorativa) o può diventarlo attraverso le procedure operative di lavorazione. In tabella 5.23 è riportato un sunto delle principali sostanze, coinvolte nel processo costruttivo, potenzialmente irritanti o sensibilizzanti. Queste sostanze, che possono causare irritazioni o ustioni per contatto con la pelle o le mucose (oculari o respiratorie). Sempre in tabella 5.23 sono riportate le precauzioni e le soluzioni adottate per preservare la salute ed il benessere dei lavoratori. La tabella mostra inoltre le misure adottate al fine di salvaguardare la salute ed il benessere lavoratori; misure personali, ricambi dell'aria, aspirazioni localizzate. Il credito impone altresì che gli impianti HVAC installati permanentemente non debbano essere utilizzati durante il processo di costruzione, in quanto tale impiego può causare la contaminazione degli impianti stessi. Dal diagramma di GANTT del progetto risulta chiaro che gli impianti HVAC verranno installati in prossimità del termine dei principali lavori; si escludono in tal modo possibili contaminazioni degli stessi.

Per quanto riguarda il credito QI3.2, non è stato previsto nessun flush-out dell'edificio (solo arieggiamento), né test sulla qualità dell'aria interna.

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

**Tabella 5.23: Esempio di documento presente nel piano di gestione IAQ**

Prodotto/ operazione	Descrizione	Operazioni previste per la salvaguardia del personale	
1	Oli disarmanti minerali	Sono usati per ottenere il facile e rapido disarmo di getti in calcestruzzo sia in caso di uso di casseforme metalliche che in legno. Alcuni oli disarmanti sono costituiti da oli minerali contenenti idrocarburi policiclici aromatici (IPA) ed a volte policlorobifenili (PCB). Sia gli IPA che i PCB sono sostanze cancerogene. L'assorbimento avviene per inalazione (in caso di applicazione a spruzzo) o per contatto (in caso di applicazione a pannello)	la sostituzione, ove possibile, del prodotto con altri non contenenti sostanze cancerogene nel caso di applicazione a spruzzo in luoghi confinati, si dovrà far uso di aspirazioni localizzate i lavoratori addetti all'applicazione di olii disarmanti dovranno fare uso di respiratori personali per "fumi e nebbie tossici", di guanti impermeabili e di idoneo vestiario
2	Prodotti di decomposizione di materie plastiche	Nei fumi di combustione di materiale plastico quale PVC, polistirolo, polietilene, materiali isolanti in genere, ecc., possono essere contenute sostanze cancerogene. Il rischio è legato all'inalazione di tali fumi	è vietata la combustione di rifiuti e scarti contenenti materie plastiche, anche per necessità di lavoro
3	Polveri di legno	L'esposizione può verificarsi per i carpentieri e per gli addetti alla posa dei pavimenti in legno. Il rischio è legato all'inalazione di tali polveri. Gli effetti la possibilità di tumori nasali	nei casi di uso continuato di seghe circolari o di macchine per la lavorazione del legno (specie in luogo chiuso) le macchine devono essere dotate di impianto di aspirazione localizzata e di sistema di abbattimento delle polveri
4	Bitume e catrame	Sono presenti nei materiali per la pavimentazione delle strade e per l'impermeabilizzazione di coperture e fondamenta. L'azione nociva è dovuta all'inalazione di sostanze denominate idrocarburi policiclici aromatici (IPA), alcuni dei quali sicuramente cancerogeni, che si liberano specialmente durante l'utilizzo a caldo di bitume e catrame. Esiste anche un rischio cancerogeno cutaneo per contatto con tali sostanze	sostituire, laddove possibile, il bitume e il catrame con prodotti che non contengano sostanze cancerogene o, in via subordinata, evitare l'applicazione a caldo in caso di utilizzo, posare il prodotto partendo dal basso in modo che l'operatore non sia a contatto con i vapori (più pesanti dell'aria) liberati dal prodotto già posato uso di aspirazioni localizzate, specie in lavori in ambienti confinanti aerazione dei locali e degli ambienti confinanti dopo l'applicazione dei prodotti l'operatore addetto all'utilizzo di queste sostanze deve far uso di respiratori personali con filtro del tipo "per fumi e nebbie tossici" l'operatore addetto all'utilizzo di queste sostanze deve far uso di guanti impermeabili e di idoneo vestiario (Dpi)
5	Vernici	Nell'attuale composizione e utilizzazione il rischio effettivo è soprattutto costituito dall'uso di solventi e di diluenti. I solventi possono essere benzolo, stirolo, xilolo, aldeide formica, eteri, chetoni, ecc. I principali rischi (dipendenti dalla concentrazione, dal controllo e dall'assorbimento per via cutanea e respiratoria, oltre che dalle singole tossicità) sono essenzialmente a carico della cute, delle mucose oculari e respiratorie (irritazioni e sensibilizzazioni), dell'apparato digerente (specie del fegato), del sistema nervoso, dei reni e dell'apparato respiratorio. Nelle vernici sono anche presenti i pigmenti (tra i quali in particolare i cromati e alcuni metalli quali piombo, cadmio e zinco), plasticanti, resine (come le resine poliuretatiche, epossidiche, ecc.). I rischi di tali pigmenti (principalmente presenti se usati singolarmente) sono sia di tipo cancerogeno (per cromati, cadmio) sia di sensibilizzazione cutanea e/o respiratoria (per isocianati, per alcuni metalli come il cromo e il cobalto). Attualmente i pigmenti risultano già miscelati con gli altri componenti delle vernici, quindi con un rischio per la salute umana ridotto.	i datori di lavoro devono controllare che le vernici utilizzate siano esenti da benzolo (massimo 1%) e che non contengano quantità di toluolo e xilolo superiori al 45%. Tali percentuali devono essere segnalate sull'etichetta del prodotto le operazioni devono essere effettuate in ambiente ben aerato e preferibilmente in presenza di aspirazioni localizzate e con un idoneo sistema per il ricambio dell'aria devono essere evitati inutili spargimenti di materiale e si devono tenere ben chiusi i recipienti dei vari prodotti i lavoratori devono far uso di guanti impermeabili, di respiratori con filtro idoneo (ad es. carbone attivo) e di occhiali (Dpi) tutte le pitture ed i diluenti andranno stoccati in aree ben ventilate, lontani da fiamme e scintille e protetti dai raggi diretti del sole e da eccessivo calore. Sui contenitori delle pitture e dei diluenti dovranno essere conservate intatte le targhette ed etichette del fabbricante. I contenitori delle pitture e dei diluenti non dovranno essere aperti fino al momento dell'uso.
6	Lane di vetro o di roccia	Sono presenti nei materiali coibenti. Producono irritazioni cutanee con prurito e, in caso di inalazione, irritazione delle prime vie aeree (naso, gola e corde vocali). Sono anche sospettati di favorire l'insorgenza di tumori laringei. Il rischio effettivo può anche presentarsi durante il taglio di materiali che contengano lana di vetro o di roccia, o in operazioni di demolizione.	durante le operazioni di taglio dei manufatti si deve far uso il più possibile di aspirazioni localizzate gli operai addetti a lavori che possono dar luogo a dispersione di fibre di lana di vetro o roccia, dovranno far uso di idonee maschere respiratorie nelle fasi di demolizione si dovrà aver cura di limitare la dispersione di fibre nell'ambiente gli addetti dovranno indossare abiti da lavoro di facile pulizia ed avere la possibilità di custodire tali indumenti separati dagli abiti civili
7	Sigillanti	Costituiti da diverse sostanze, alcune delle quali presentano particolari problemi (es. siliconi). Nel caso contengano resine poliuretatiche si possono manifestare irritazioni alle vie aeree e forme di allergia respiratoria (riniti, asma)	l'uso dei sigillanti contenenti resine poliuretatiche dovrà avvenire, per quanto possibile, in presenza di aspirazione localizzata; in caso contrario l'operatore dovrà far uso di respiratore personale con filtro a carbone attivo e comunque operare in ambiente bene aerato il datore di lavoro dovrà verificare che le resine poliuretatiche abbiano un contenuto di isocianati inferiore allo 0,1%.
8	Acidi	Sono usati per operazioni di pulizia e possono causare ustioni alla pelle, agli occhi o, in caso di scarsa ventilazione ambientale, gravissime lesioni respiratorie (edema polmonare)	in ambienti il più possibile ventilati in presenza di impianto di aspirazione localizzata nei casi di uso di acidi non diluiti gli addetti interessati devono in ogni caso far uso di guanti antiacido e occhiali a visiera
9	Saldatura	Durante la saldatura ad arco o con fiamma ossiacettilica si liberano fumi tossici. Il rischio è maggiore se la saldatura avviene in ambiente chiuso o scarsamente aerato. Esso può dare origine a irritazioni di vario genere: irritazioni delle vie aeree, inalazione di sostanze tossiche (ossido di carbonio, ozono, metalli quali ferro, manganese, cromo)	nelle operazioni di saldatura, specie se effettuate in luoghi con scarsa ventilazione, è obbligatorio l'uso di aspirazioni localizzate l'operatore deve comunque far sempre uso di maschera e indumenti protettivi (Dpi) deve essere evitato, per quanto possibile, la saldatura di pezzi verniciati o sporchi d'olio; nell'impossibilità si dovrà comunque far uso di aspirazioni localizzate e di respiratore personale del tipo "per vapori tossici e nocivi"

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

### 5.7.4 Materiali basso emissivi: adesivi, primer, sigillanti, materiali cementizi e finiture per legno

La finalità del credito QI4.1 è la riduzione, all'interno dell'edificio, dei contaminanti che risultano odorosi, irritanti, e/o nocivi per il comfort ed il benessere degli installatori e degli occupanti. Il soddisfacimento dei requisiti del credito determina l'ottenimento di un punto.

Dalla presa visione del capitolato speciale d'appalto (norme tecniche opere edili), e più in dettaglio della matrice delle finiture, sono stati individuati i materiali ricadenti nell'elenco proposto da GEV inerente i limiti di VOC per adesivi, sigillanti, primer, prodotti cementizi (tabella 5.24).

**Tabella 5.24:** Limiti relativi ai composti organici volatili VOC secondo classificazione GEV

PRODOTTI	LIMITI EMISSIONE VOC [mg/mc]
1. Prodotti Liquidi	100
1.1 Primer	
1.1.1 base acqua	
1.2 Rivestimenti anti scivolo	
1.2.1 base acqua	
1.2.2 non a base acqua	
1.3 Membrane/consolidanti anti-umidità (rivestimenti e primer	
1.3.1 base acqua	
1.3.2 non a base acqua	
2 Prodotti in polvere (a base di legante inorganico)	
2.1 Prodotti livellanti a base di cemento o intonaco	
2.2 Adesivi per piastrelle e stucchi per fughe	
2.3 Malte fluide impermeabilizzanti	
3 Prodotti in pasta a (base di legante organico)	500
3.1 Adesivi per pavimentazioni resilienti, parquet e piastrelle	
3.2 Sistemi di fissaggio per pavimentazioni resilienti	
3.3 Rivestimenti e sigillanti impermeabili	
3.4 Livellanti (a base di acqua o rettivi)	
3.5 Prodotti in polvere con alto contenuto di legante organico	
4 Prodotti pronti all'uso che non richiedono reticolazione chimica o indurimento fisico	500 dopo un giorno
4.1 Sottostrati per installazione pavimentazioni	
4.2 Sottostarti fonoassorbenti	
4.3 Nastri e membrane autoadesive	
4.4 Profili per installazioni	
5 Sigillanti per giunti (a base di acqua o reattivi)	300
6 Vernici per Parquet	150

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

Di seguito sono riportati i materiali e i prodotti individuati per il caso esaminato, con le relative descrizioni e l'eventuale rispetto o meno dei limiti indicati in tabella 5.24.

### 1. IMPERMEABILIZZAZIONI CON MANTI SINTETICI

1.1. Teli in PVC; i teli in PVC saranno posti sulle superfici da impermeabilizzare, previa pulitura e preparazione delle stesse. La guaina impermeabile prefabbricata in PVC sarà applicata a secco e saldata con apposito solvente o mediante termofusione ad aria calda. Tutte le linee di saldatura tra le membrane in PVC dovranno essere ulteriormente sigillate con un cordolo di pasta a base di PVC, sulle quali siano stati preventivamente saldati i risvolti verticali dell'impermeabilizzazione, e le murature emergenti dovranno essere sigillati con silicone a stabilità permanente. Non è nota l'emissione di COV.

1.2. Teli in PE; l'impermeabilizzazione contro l'umidità nascente di pavimentazioni su sottofondo in ghiaia sarà realizzata con teli di polietilene (PE). I bordi saranno sovrapposti per almeno 20 cm, ed uniti con strisce continue di nastro adesivo. Non è nota l'emissione di COV.

### 2. ISOLAMENTI TERMICI

2.1. Lana di roccia; pannello autoportante di grandi dimensioni in lana di vetro non idrofilo trattato con speciale legante a base di resine termoindurenti, rivestito su entrambi le facce con un velo di vetro tipo Isover Bac. Non è nota l'emissione di COV.

2.2. Polistirene espanso estruso; costituito da cellule chiuse ed omogenee con elevato grado di impermeabilità all'acqua ed al passaggio del vapore ed insensibile all'azione del gelo e disgelo. Posto in opera in pannelli pellicolati e con bordi a battente o maschio/femmina. Sotto l'aspetto dell'emissione di composti volatili organici, non si sono riscontrate, a seguito di un test riferiti alla presenza di eventuali inquinanti indoor, emissioni di stirolo.

2.3. Poliuretano espanso; utilizzato come isolante, può essere impiegato in lastre o direttamente iniettato nell'interno del pannello. Le schiume poliuretatiche sono il risultato di una reazione chimica stabile e irreversibile che ne garantisce nel tempo la durata e il mantenimento delle principali caratteristiche e prestazioni. Non si registrano fenomeni di degrado fisico e chimico determinati dal normale impiego del prodotto e la

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

durata utile del pannello isolante può quindi essere assunta come equivalente a quella dell'edificio o del manufatto in cui è collocato.

### 3. INTONACI INTERNI ED ESTERNI

L'intonaco utilizzato per le finiture, grazie all'elevata alcalinità ( $\text{PH}>12$ ) ha un effetto battericida e fungicida naturale, inoltre assorbe e degrada sostanze inquinanti presenti nell'aria come i composti organici volatili o l'anidride carbonica in eccesso.

### 4. PAVIMENTI INDUSTRIALI

La pericolosità di questi materiali risiede negli additivi e nelle fibre eventualmente aggiunti; Devono essere conformi alla UNI EN 934-2 o alla UNI 10765, mentre per quanto riguarda le fibre, possono essere utilizzate solo fibre di acciaio purché conformi alla UNI 11037. Fibre di altra natura possono essere usate se la loro validità è suffragata da idonea documentazione sperimentale.

### 5. SIGILLANTI E STUCCANTI

In corrispondenza dei giunti strutturali si è optato per l'impiego di fondo-giunti in compriband autoadesivo e sigillature superficiali realizzate con prodotti non degradabili, ne sublimabili. Dove non espressamente indicato, è possibile l'impiego di sigillanti di tipo polisulfurico, di tipo siliconico, di tipo poliuretano o di altra composizione di cui si abbia adeguata esperienza, nel rispetto delle prescrizioni del fabbricante. In mancanza di normativa italiana, le caratteristiche dei prodotti impiegati soddisfano riconosciute norme internazionali, ad esempio le Federal Specification Americane:

TT-S-00227E per i tipi bicomponenti

TT-S-00230C per i tipi monocomponenti

TT-S-001543 per i tipi siliconici

### 6. PRIMER ANTIPOLVERE

Vernice a due componenti a base di resine poliuretano acriliche su cemento armato o intonaco cementizio a civile asciutto e ben stagionato. Il contenuto di COV è di 580 g/l, il limite consentito è 780 g/l.

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

7. RIVESTIMENTI DI PARETE

7.1. Rivestimento murale in fibra di vetro: il tessuto non tessuto sarà costituito interamente (100%) di fibra di vetro. La superficie di allettamento sarà costituita da uno strato di solfato di calcio (100% gesso). La superficie sarà impressa con colori solubili all'acqua non contenenti metalli pesanti ne solventi. Il prodotto rispetta le caratteristiche riportate in tabella 5.25:

**Tabella 5.25:** *Caratteristiche di igiene, salute, protezione ambientale rivestimento murale fibra di vetro*

VOC free EN 12149:
non deve emettere sostanze volatili
non deve contenere formaldeide
non deve contenere metalli pesanti
Non deve emettere sostanze nocive per l'ozono
Non deve emettere particelle pericolose
Non deve emettere radiazioni
Non deve contenere sostanze tossiche
Deve essere certificato ISO 14001: eco e biosostenibile

7.2. Pannelli di sughero; pannello isolante naturale, ecologico, rigenerabile in sughero espanso cotto in conformità a EN 13170 idoneo per architetture biologiche ed assolutamente innocuo sotto il profilo fisiologico.

Per molti materiali impiegati non è stato possibile risalire all'effettivo valore di emissione di COV, per tal motivo il requisito non è da considerarsi soddisfatto. Ulteriori informazioni potrebbero essere reperite noti i fornitori dei materiali e i costruttori; risulterebbe molto utile al fine del soddisfacimento del credito disporre di un elenco dei materiali impiegati e relativa scheda tecnica di accompagnamento riportante informazioni igieniche, prestazionali ecc. del prodotto, come l'esempio riportato in tabella 5.25.

### 5.7.5 Materiali basso emissivi: pitture

La finalità del credito QI4.2 è la riduzione, all'interno dell'edificio, dei contaminanti che risultano odorosi, irritanti, e/o nocivi per il comfort ed il benessere degli installatori e degli occupanti. Il soddisfacimento del requisito del credito in esame determina l'acquisizione di un punto.

Le pitture usate all'interno dell'edificio devono attenersi alla Direttiva 2004/42/CE, che disciplina il contenuto massimo ammissibile di VOC all'interno delle formulazioni di pitture (espresso in g/l); questa è stata emanata per ridurre ulteriormente il tenore di solventi nei prodotti, secondo quanto riportato in tabella 5.26.

**Tabella 5.26:** *Limiti VOC per pitture*

CATEGORIA DI PRODOTTO	LIMITE VOC [g/L]
Pitture per interni	20
Pitture per finiture e rivestimenti interni di legno metallo	100
Vernici e impregnanti per legno	70

Dalla presa visione del capitolato speciale d'appalto (norme tecniche opere edili) e più in dettaglio della matrice delle finiture, risulta che l'idropittura è stata l'opzione più frequentemente scelta per la finitura delle pareti. A seguire viene riportato un elenco delle vernici e delle pitture utilizzate, con indicazioni sul prodotto e sull'emissione di COV; questa lista differisce leggermente nella forma e nel contenuto da quella richiesta da LEED. La documentazione richiesta dal manuale prevede infatti di fornire una lista di ogni pittura usata nel progetto nella quale deve essere incluso il nome del produttore, il nome del prodotto, i dati specifici sui VOC per ogni prodotto, ed il corrispondente valore di VOC permesso dallo standard di riferimento. A favore del rispetto del requisito imposto, è da premettere che su tutte le tipologie di vernici utilizzate sono state eseguite prove ed analisi chimiche, fisiche e meccaniche, atte a verificare la composizione qualitativa e quantitativa delle stesse. Sono state anche previste le prove di unificazione UNICHIM 4715/61 (Pitture e vernici, proprietà e metodi di prova).

## CAPITOLO 5

### APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

1. Pittura murale ecocompatibile; gran parte della pittura murale è realizzata con pittura eco compatibile, le cui materie prime sono selezionate ed eco compatibili in dispersione acquosa, monocomponente ad essiccamento fisico, opaca, acrilica. I colori, ottenuti da terre naturali, presentano le seguenti caratteristiche principali: assenza di glicoli e bassa alterazione della naturale traspirazione del muro. Inoltre, dalla prova eseguita secondo la norma ISO 11890-2, è risultato che il contenuto in composti organici volatili (VOC) è di poco superiore ai 10 g/L, ben al di sotto dei limiti previsti dalla Direttiva 2004/42/CE (tabella 5.26).

2. Pittura murale a base di silicato e potassio; la pittura al silicato di potassio è un prodotto verniciante a base minerale in cui il silicato di potassio ne costituisce il legante; una soluzione di silicato di potassio (di aspetto trasparente e leggermente semifluido) miscelata con pigmenti inorganici compatibili precedentemente dispersi e successivamente stabilizzata con una piccola percentuale di polimeri organici (resina acrilica), permette di ottenere un prodotto verniciante ad emissioni di VOC molto ridotte. A differenza delle pitture aventi come legante le resine sintetiche in emulsione acquosa, in questo tipo di pitture è il silicato di potassio liquido che ha funzione di legante, e quindi difficilmente queste pitture risultano suscettibili alla liberazione di sostanze potenzialmente dannose.

3. Pittura anticorrosiva per metalli; costituisce una pittura protettiva anticorrosiva, per l'interno ed esterno, di colore grigio chiaro che presenta un buon aggrappaggio su ferro, acciaio ed alluminio, rame, zinco e fondi zincati. La composizione della pittura anticorrosiva è la seguente: olio di ricino, estere di resine di colofonia, olio di scorza d'agrumi, ossido di titanio, talco, pigmento di fosfato di zinco, quellton , essiccante di ottoato di cobalto, zirconio e zinco. Il fluido antiruggine così formulato forma una pellicola protettrice leggermente oleosa e non adesiva ed è esente da COV. Altre tipologie di antiruggine contengono al massimo 600 g/L di COV che è un valore molto superiore rispetto limiti previsti dalla Direttiva 2004/42/CE (per pitture per finiture e rivestimenti interni di legno metallo 100 g/l). Tuttavia il valore limite UE per questo prodotto (cat. A/i) è 600 g/L (2007) / 500 g/L (2010).

## CAPITOLO 5

### APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

4. Verniciatura a finire per metalli; prodotto di finitura a base di resine poliuretatiche alchidiche-clorocaucciù per la protezione di strutture metalliche in genere. Si applica su supporti preparati con prodotti di fondo. Il prodotto è compatibile con zincature inorganiche ed organiche previa applicazione di strato intermedio di clorocaucciù puro, con antiruggini aleofenoliche e alchidiche e fondi epossipoliammidici. Non è nota l'emissione di COV in quanto non è noto nello specifico il prodotto utilizzato.

5. Verniciatura con smalto ferromicaceo; tale prodotto è uno smalto essiccante per ossidazione, che unisce all'effetto protettivo, un particolare effetto decorativo con un aspetto metallizzato. Il prodotto ISOMETAL FERROMICACEO ha un contenuto massimo di 500g/l di COV, che è un valore molto superiore rispetto limiti previsti dalla Direttiva 2004/42/CE (per pitture per finiture e rivestimenti interni di legno metallo 100 g/l). Tuttavia il valore limite UE per questo prodotto, cat. i/BS – 2010, è 500 g/l di COV prodotto pronto all'uso, in pieno disaccordo con quanto specificato precedentemente.

Dal seguente elenco di vernici e pitture impiegate si può dedurre che nel complesso i limiti di emissioni di VOC siano stati rispettati.

### **5.7.6 Materiali basso emissivi: pavimentazioni**

La finalità del credito QI4.3 è la riduzione, all'interno dell'edificio, di quei contaminanti che risultano essere odorosi, irritanti e/o nocivi per il comfort ed il benessere degli occupanti. Il soddisfacimento del requisito determina l'acquisizione di un punto. Il credito non è quantificabile per il conseguimento di un punto ulteriore nella sezione IP.

I requisiti del credito possono essere soddisfatti attraverso due possibili opzioni. La prima opzione impone che tutte le pavimentazioni soddisfino una serie di caratteristiche, ad esempio devono essere certificate con il sistema FloorScore da un ente terzo indipendente. L'opzione due prevede invece che tutti i materiali impiegati per le pavimentazioni (compresi anche battiscopa ed eventuali sigillanti) devono soddisfare i requisiti di produzione e di prova previsti dallo Standard di prova delle emissioni di VOC del California Department of Health Services.

Il manuale LEED prevede la redazione di una lista di ogni moquette, rivestimento e adesivi installati all'interno dell'edificio e registrare il contenuto di VOC per ogni adesivo. Viene inoltre richiesto l'elenco di ogni materiale per pavimenti, adesivo, prodotto di rifinitura e malta impiegati all'interno dell'edificio, registrando anche per questi il contenuto di VOC.

Nella tabella 5.27 sono riportati i diversi materiali utilizzati per le pavimentazioni; i prodotti utilizzati sono identificati attraverso un codice identificativo che poi viene ripreso nella tabella delle specifiche di prodotto. Importante è osservare che la tabella (per questioni di semplicità) non fa riferimento alle pavimentazioni dell'intero edificio; questo perché è da intendersi come mero esempio applicativo pur non trascurando nessuna tipologia di pavimentazione e battiscopa presente nel complesso ospedaliero. In tabella 5.28 è riportata la descrizione dei materiali utilizzati e l'eventuale pericolosità o meno degli stessi. Tuttavia questa tabella non corrisponde, nella forma e nel contenuto, alla documentazione richiesta. Come nei crediti precedenti, sarebbero necessarie le schede tecniche dettagliate dei prodotti e dei materiali impiegati per le pavimentazioni. La presente documentazione attesta la ridotta emissione di sostanze inquinanti dei materiali costituenti le superfici pavimentate, e quindi il rispetto del credito.

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

**Tabella 5.27: Matrice delle finiture; pavimentazioni**

<b>MATRICE DELLE FINITURE</b>									
<b>1) POLO RADIOTERAPICO</b>									
	Tipologia locale	Camera gamma	PET	Comandi	Attese	Cicloergometro	Sala somministrazioni	Camera calda	Filtro decontaminazione
<b>PAVIMENTO</b>	Pavimento	PVC conduttivo	PVC conduttivo	Resiliente	Resiliente	Resiliente	Resiliente	Resiliente	Resiliente
		NP050	NP050	NP049	NP049	NP049	NP049	NP049	NP049
	Battiscopa	PVC con. a sguscia	PVC con. a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia
		NP059	NP059	NP058	NP058	NP058	NP058	NP058	NP058
<b>2) POLIAMBULATORI: PIANO TERRA; PRIMO PIANO</b>									
	Tipologia locale	Ambulatori	Strum. e esami	Accettazione	Attese	Spogliatoio personale	Bgno personale/visitatori/visitatori	Deposito attrezzi	Corridoio
<b>PAVIMENTO</b>	Pavimento	Resiliente	PVC conduttivo	Resiliente	Resiliente	Grés	Grés	Resiliente	Resiliente
		NP049	NP050	NP049	NP049	NP051	NP051	NP049	NP049
	Battiscopa	Resiliente a sguscia	PVC con. a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Grés a sguscia	Grés a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia
		NP058	NP059	NP058	NP058	NP060	NP060	NP058	NP058
<b>3) HALL E AREE LIMITROFE</b>									
	Tipologia locale	Bussola e hall	Referti/cup/cassa	Uffici	Attesa	Sbarco carrelli	Bagno	Deposito	Trattamento acque
<b>PAVIMENTO</b>	Pavimento	Pietra	Resiliente	Resiliente	Resiliente	Resiliente	Grés	Resiliente	Resiliente
		NP046	NP049	NP049	NP049	NP049	NP051	NP049	NP049
	Battiscopa	Pietra	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Grés a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia
		NP046	NP058	NP058	NP058	NP058	NP060	NP058	NP058
<b>4) LOCALI DI CULTO - ATTIVITA' COMMERCIALI - MENSA</b>									
	Tipologia locale	cappella	confessionali	sacrestia	attività commerciali	corridoio commerciali	Mensa personale e ospiti	free flow	riattivazione
<b>PAVIMENTO</b>	Pavimento	Legno	Resiliente	Resiliente	Grés	Grés prelevigato	Resiliente	Resiliente	Klinker
		NP052	NP049	NP049	NP051	X	NP049	NP049	NP051A
	Battiscopa	Legno	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Grés a sguscia	Grés a sguscia	Resiliente a sguscia	Resiliente a sguscia	Klinker
		NP056	NP058	NP058	NP060	NP060	NP058	NP058	NP051A
<b>5) LOCALI DI SUPPORTO</b>									
	Tipologia locale	Spogliatoio personale	Bagni e docce	Distribuzione camici	Percorso materiale	Magazzini e depositi	Corridoio	Uffici	
<b>PAVIMENTO</b>	Pavimento	Grés	Grés	Resiliente	Spolvero al quarzo	Spolvero al quarzo	Grés	Resiliente	
		NP051	NP051	NP049	NP041	NP042	NP051	NP049	
	Battiscopa	Grés a sguscia	Grés a sguscia	Resiliente a sguscia	Grés	Grés	Grés a sguscia	Resiliente a sguscia	
		NP060	NP060	NP058	X	X	NP060	NP058	

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

**Tabella5.28:** *Descrizione ed emissione COV pavimentazioni*

<b>PAVIMENTI CERAMICI - CODICE WBS NP051/NP060</b>
<b>DESCRIZIONE</b>
Sono utilizzate 3 tipologie di grés: Il grés fine porcellanato, il grés estruso e la ceramica smaltata. Queste sono di classe quattro ossia rivestimenti adatti ad aree soggette a calpestio da traffico ordinario con sporco abrasivo, per cui le condizioni sono più severe di quelle riportate alla Classe 3 (per esempio ingressi, cucine commerciali, hotel, negozi ed aree vendita).
<b>EMISSIONE COV</b>
Questa tipologia di coperture per pavimentazioni non presenta nessun problema di emissioni di COV, presenta elevata inerzia chimica e ininfiammabilità. Si è inoltre appurato il rispetto della normativa ISO 10545.15 inerente la cessione di piombo e cadmio. Per quanto riguarda le sigillature e le stuccature; in corrispondenza dei giunti strutturali si dovranno impiegare fondo-giunti in compri band autoadesivo e sigillature superficiali realizzate con prodotti non degradabili, ne' sublimabili.
<b>PAVIMENTO IN GOMMA - CODICE WBS NP049/NP058</b>
<b>DESCRIZIONE</b>
La pavimentazione in questione si presenta come una superficie opaca, antiriflesso ed antisdrucciolo con finitura (liscia, goffrata, martellinata ecc.), aspetto (marmorizzato, tinta unita, tono su tono, a granuli ecc.)
<b>EMISSIONE COV</b>
Il pavimento in gomma sarà costituito da gomma sintetica non riciclata, costituita da un unico strato omogeneo, calandrato e vulcanizzato, esente da nitrosammine cancerogene, alogeni, pvc, cadmio, formaldeide, amianto e plastificanti.
<b>PAVIMENTO IN PVC ANTISTATICO DISSIPATIVO - CODICE WBS NP050/NP059</b>
<b>DESCRIZIONE</b>
Il pavimento in PVC antistatico dissipativo è costituito da un unico strato omogeneo, calandrato e pressato. Il pavimento si presenta come una superficie opaca, antiriflesso ed antisdrucciolo con finitura liscia ed aspetto (marmorizzato, granito, ecc.)
<b>EMISSIONE COV</b>
La pavimentazione in PVC è realizzata nel rispetto di tutte le normative vigenti, UNI EN 649, 14041, e secondo i requisiti previsti dalla norma UNI EN ISO 9001 per la progettazione e la produzione. La sigillatura dei giunti sarà realizzata in puro poliuretano in modo tale da non richiedere alcuna ceratura ed essere di facile manutenzione per tutta la durata della vita del materiale.
<b>SPOLVERO AL QUARZO - CODICE WBS NP041</b>
<b>DESCRIZIONE</b>
Lo spolvero al quarzo è una tecnica applicata allo scopo di rendere più gradevoli alla vista i pavimenti ti tipo industriale. Questa pavimentazione non presenta problemi di emissione di COV.
<b>PIETRA - CODICE WBS NP046</b>
<b>DESCRIZIONE</b>
Le pietre artificiali dovranno corrispondere alle norme UNI vigenti in materia e non presentano problemi di emissioni inquinanti di alcun tipo.
<b>LEGNO - CODICE WBS NP052/NP056</b>
<b>DESCRIZIONE</b>
La pavimentazione in legno risponde a tutti i criteri richiesti dalla normativa UNI, in particolare la UNI EN 13442:2003, riferita all'inerzia chimica e la UNI EN 14293:2006, adesivi per incollare il parquet al pavimento- Metodi di prova e requisiti minimi.

### 5.7.7 Materiali basso emissivi: prodotti in legno composito e fibre vegetali

La finalità del credito QI4.4 è la riduzione, all'interno dell'edificio, dei contaminanti che risultano odorosi, irritanti, e/o nocivi per il comfort ed il benessere degli installatori e degli occupanti. Il soddisfacimento dei requisiti determina l'acquisizione di un punto; non sono previsti ulteriori punti per prestazione esemplare.

I prodotti in legno composito e in fibre vegetali usati all'interno dell'edificio non devono contenere aggiunte di resine urea-formaldeide. Inoltre gli adesivi da giunzione usati in sito e gli assemblati in fibre vegetali e legno composito non devono contenere aggiunte di resine urea-formaldeide. I prodotti in legno composito e fibre vegetali sono definiti come: pannelli di fibre a media densità (MDF), compensato, pannelli di grano, pannelli di paglia, sottostrati di pannelli e anime di porte. Mobilio ed equipaggiamenti non sono considerati elementi di base dell'edificio e non sono quindi inclusi nel calcolo. La ricerca delle caratteristiche dei materiali lignei impiegati non ha condotto a risultati molto soddisfacenti; sono state trovate le caratteristiche tecniche solo di alcuni materiali impiegati. Per questo motivo, si ritiene che, per mancanza di un'appropriata documentazione il requisito non sia stato soddisfatto.

Nel caso in esame, il legno utilizzato (in particolare per la realizzazione di controsoffittature) appartiene alla categoria "legni selezionati". Questa tipologia di materiale è sottoposta a lavaggi, a defibraggio e a miscelazione con resine e successiva pressatura la quale attiva la resina che "lega" tra loro le fibre di legno.

Per quanto riguarda l'emissione di COV, i pannelli presentano un discreto contenuto in formaldeide come mostra la tabella 5.29:

**Tabella 5.29:** *Classi di emissione di COV legno controsoffittature*

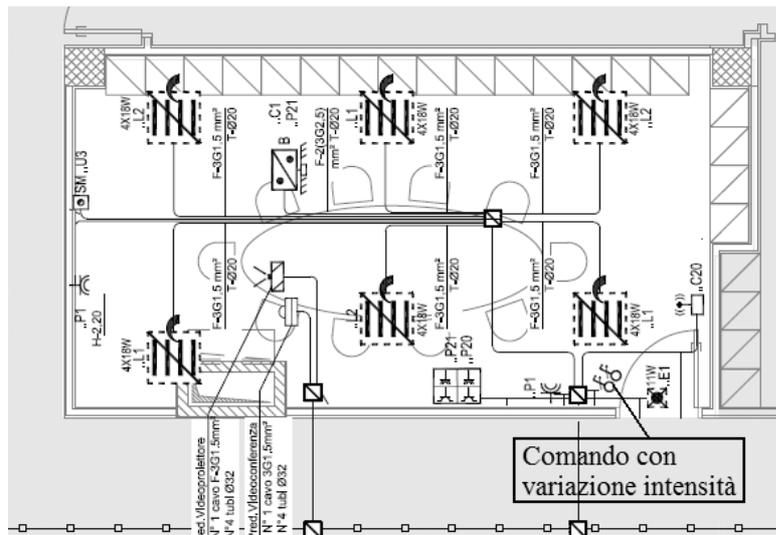
FORMALDEIDE	METODO	UNITA' DI MISURA	
Classe A	EN 120	mg/100g	<9
Classe B	EN 120	mg/100g	>9 - <40

Il legno utilizzato per la realizzazione di pannelli acustici è in acero o in rovere, a basso contenuto di formaldeide, tuttavia non è possibile fornire un dato quantitativo.

### **5.7.8 Gestione degli impianti: illuminazione**

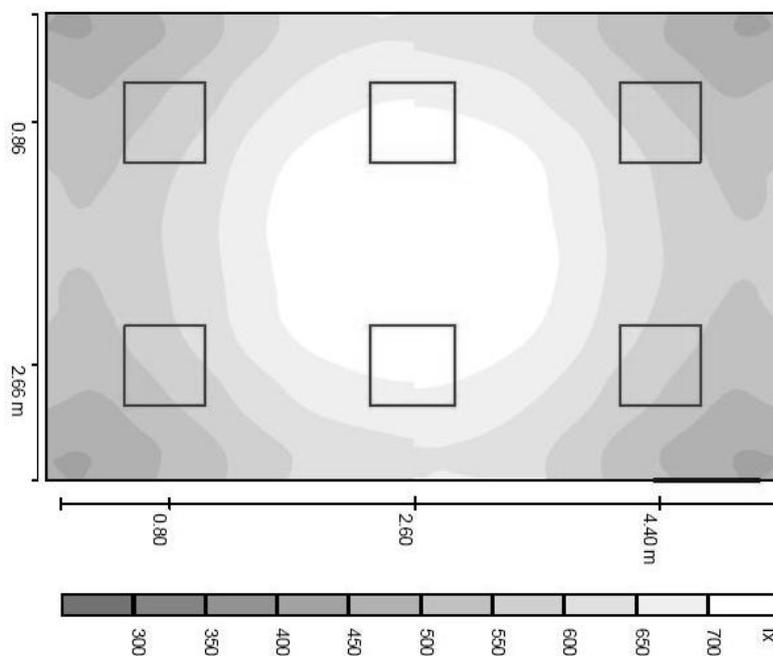
La finalità del credito QI6.1 è fornire agli utenti la possibilità di effettuare una regolazione dell'impianto di illuminazione compatibile con le loro necessità, in modo da favorire la produttività e il comfort degli occupanti l'edificio. Il soddisfacimento del credito, che porta all'acquisizione di un punto, prevede di garantire la possibilità di regolazione individuale dell'impianto di illuminazione per almeno il 90% degli occupanti in maniera da poter adattare l'intensità luminosa alle necessità e alle referenze individuali e garantire il controllo dell'impianto di illuminazione in tutti gli spazi collettivi in maniera da poter adattare l'intensità luminosa alle necessità e alle preferenze del gruppo di utenti. Dal punto di vista generale, nel caso in esame gli apparecchi illuminanti saranno in numero tale da garantire i livelli di illuminamento previsti dalle normative vigenti, sia per l'illuminazione normale che per la illuminazione di sicurezza. L'illuminazione delle zone di viabilità interna, corridoi, scale, atri, zone comuni in genere, non dispone di comandi in loco sulla linea di alimentazione, ma è controllata dal sistema di supervisione, sia per motivi di sicurezza, sia per motivi di integrazione ed interazione tra spazi contigui. Il sistema di illuminamento è inoltre stato progettato per funzionare con accensione multilivello; tipicamente livello notturno 25%, livello basso 50%, livello alto 100%. I comandi dell'operatore sono indirizzati al sistema attraverso pulsantiere e selettori localmente disposti presso le postazioni caposala, banchi di accettazione o aree di presidio permanente. Eventuali singoli comandi locali oppure per mezzo di sensoristica di rilevazione della presenza, permettono il comando contemporaneo di più circuiti in limitate zone particolari (wc pubblici, antibagni, corridoi di servizio). Tutte le pulsantiere saranno quindi liberamente programmate per scenari predefiniti e macrofunzioni; il sistema può provvedere a funzioni automatiche contemporanee quali le riduzioni per le ore notturne, l'esclusione di zone a regime esclusivamente diurno, etc.. Di seguito viene riportato un esempio di impianto illuminotecnico relativo solo ad una piccola porzione dell'ospedale (una sala riunioni). In figura 5.26 si notano il sistema di illuminamento della sala, che è costituito da 6 apparecchi del tipo "illuminante ottica speculare" con lampade 4 x 18W, e i comandi con variatore di luminosità, utilizzati nel caso ad esempio, di accensione del videoproiettore.

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**



**Figura 5.26:** Schema impianto illuminazione e relativi apparecchi di regolazione

Associata alla planimetria riportante lo schema tecnico (figura 5.26), è possibile visionare la figura 5.27, che rappresenta un esempio di risultato dello studio condotto sull'illuminazione di ogni stanza dell'edificio allo scopo di identificare le migliori soluzioni illuminotecniche da adottate per garantire il comfort visivo e percettivo degli utenti.



**Figura 5.27:** Risultato studio illuminotecnico condotto sulla sala di figura 5.26

### **5.7.9 Gestione degli impianti: comfort termico**

La finalità del credito QI6.2 è di permettere ai singoli utenti, o gruppi di persone che utilizzano gli spazi collettivi, un elevato controllo sugli impianti atto a garantire il comfort termico, in modo da favorire il comfort, il benessere e la produttività degli occupanti dell'edificio. Il soddisfacimento dei requisiti previsti nel credito determina l'acquisizione di un punto. Non sono previsti ulteriori punti per prestazione esemplare. Il credito impone di garantire la possibilità di controllo e regolazione individuale del comfort per almeno il 50% degli occupanti dell'edificio, al fine di garantire la regolazione locale e il conseguente soddisfacimento dei bisogni e delle preferenze individuali. Risulta inoltre indispensabile dotare di regolazioni d'impianto ogni spazio condiviso da uno o più occupanti al fine di consentire una regolazione che soddisfi i bisogni e le preferenze del gruppo. Le finestre apribili possono essere usate, al posto di sistemi individuali di controllo degli impianti, per gli occupanti di quelle aree che distano meno di 6 metri dalla parete esterna e lateralmente meno di 3 metri dalle due estremità del serramento apribile. La superficie della finestra apribile dovrebbe ad ogni essere superiore al 4% della superficie netta del pavimento.

Per lo studio del grado di controllo e regolazione del comfort termico dell'edificio, è stata presa in considerazione (per semplicità di calcolo) solo una piccola porzione di edificio. Lo studio può tuttavia essere agevolmente esteso in maniera analoga all'intero stabile. L'area oggetto studio comprende la metà orientale del primo piano dell'economale; questa zona è caratterizzata principalmente dalla presenza di uffici e di una sala conferenze.

Di seguito viene riportato l'esempio della documentazione da presentare per perseguire il soddisfacimento del requisito: La planimetria in figura 5.28 mostra la porzione di edificio considerata; nella planimetria è possibile visionare la dislocazione delle varie stanze a la relativa numerazione, inoltre è possibile valutare la presenza o meno di finestre. Nella tabella 5.30 viene proposto invece l'elenco dei dispositivi presenti nella planimetria atti ad assicurare un adeguato comfort termico agli utenti, e relativa descrizione. Le informazioni riguardanti la tipologia e la dislocazione dei dispositivi per il comfort termico sono state reperite dalle planimetrie degli impianti meccanici ed elettrici.

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**



**Figura 5.28:** Planimetria area in esame con identificazione delle stanze oggetto studio

In tabella 5.31 sono riportati l'elenco delle stanze e la relativa destinazione d'uso. Viene inoltre specificato (come richiesto dal manuale) se si tratta di postazioni in cui operano una o più persone. Infine, per ogni stanza, sono identificate le apparecchiature che sono state eventualmente installate per assicurare il comfort termico degli utenti. Da notare è la presenza delle finestre; la presenza di finestre apribili entro un raggio di sei metri dall'utente può essere considerata quale dispositivo al fine del soddisfacimento del requisito. Nel caso specifico si notano la presenza in ogni stanza di termostati e finestre; ciò garantisce, almeno per questa porzione di struttura, il soddisfacimento del credito.

**Tabella 5.30:** Descrizione apparecchiature per il "comfort termico" individuate nell'area esaminata

DESCRIZIONE APPARECCHIATURE		
An.	Dispositivo di diffusione circolare immissione aria a coni regolabili in allumin	
BRn.	Bocchetta di ripresa aria a semplice ordine di alette fisse	
DEn.	Diffusore a flusso elicoidale ad alta induzione con alette orientabili	
FCPn.	Ventilconvettore a parete, regolatore ON/OFF con comunicazione, commutazione stagionale remota	
°t	Termostato / sonda temperatura ambientale	†

CAPITOLO 5  
 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

**Tabella 5.31:** *Elenco dispositivi per il “comfort termico” individuati nell’area oggetto studio*

LOCALE	DESTINAZIONE D'USO	INDIVIDUAL E	CONDIVISO	DISPOSITIVI PER GARANTIRE IL COMFORT TERMICO					
				An.	BRn.	DEn.	FCPn.	°t	FINESTRE A MENO DI METRI 6
A	UFF.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	1	0	2	1	3
B	UFF.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	1	0	2	1	3
C	UFF.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	1	0	2	1	3
D	UFF.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	1	0	2	1	3
E	UFF.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	1	0	2	1	3
F	UFF.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	1	0	2	1	3
G	UFF.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	1	0	2	1	3
H	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
I	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
L	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
M	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
N	UFF.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	1	0	2	1	3
O	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
P	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
Q	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
R	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	1
S	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
T	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
U	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
V	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
Z	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	1
J	UFF.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	2
K	SALA CONF.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	4	6	0	1	0

### 5.7.10 Comfort termico: progettazione

La finalità del credito QI7.1 è di fornire un ambiente termicamente confortevole che favorisca il benessere e la produttività degli occupanti dell'edificio.

Il comfort termico all'interno della struttura ospedaliera è stato affidato agli impianti HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) i quali sono noti in Italia come UTA (Unità Trattamento Aria). Tali impianti, allocati sui piani tecnici degli edifici ospedaliero ed economale, consentono di trattare e controllare la "qualità" dell'aria da immettere negli ambienti sotto il profilo igrotermico e della purezza oltre che della quantità (portata), sia nel periodo estivo che invernale. Un esempio della struttura delle UTA è visibile in figura 5.29; queste sono costituite principalmente da una sezione per la filtrazione dell'aria esterna e/o di ripresa, una sezione di riscaldamento con batteria alettata calda, una sezione di raffreddamento - deumidificazione con batteria alettata fredda e bacinella di raccolta condensa, una sezione di umidificazione (ad acqua o a vapore), una sezione di post-riscaldamento con una batteria alettata calda, infine, una sezione ventilante di mandata e/o di ripresa dell'aria.

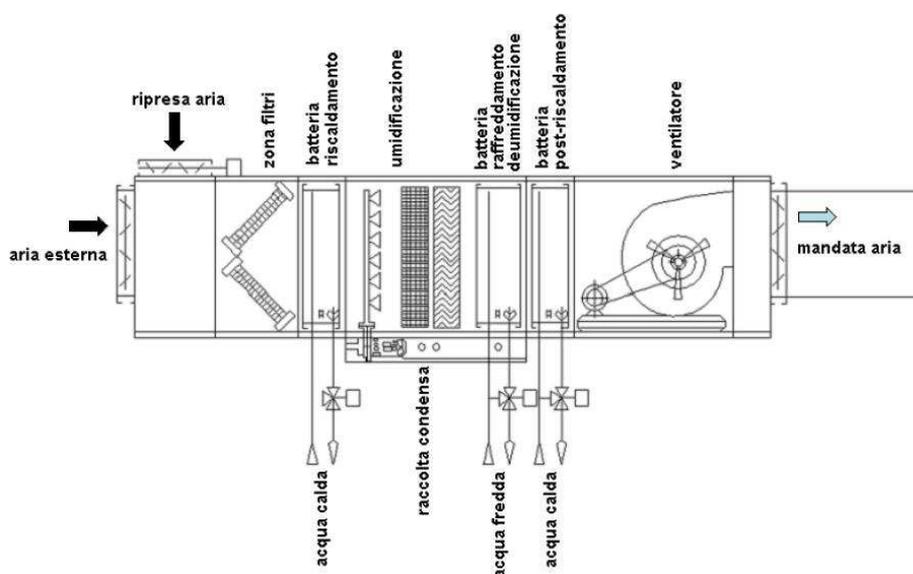


Figura 5.29: UTA, schema funzionale tipo

Gli impianti sono stati dimensionati (come richiesto dal Manuale LEED NC.&R) soddisfacendo i requisiti riportati nella norma UNI 10339 (nuova norma sui ricambi

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

d'aria) in modo tale da mantenere all'interno dei locali le condizioni termo igrometriche riportate in tabella 5.32, con condizioni esterne di:

Inverno                      Tem °C -5 U.R. 90%

Estate (UNI 10339)      Tem °C 34 U.R. 45%

Per il calcolo del fabbisogno invernale si è fatto riferimento ai valori indicati attuativi della L.10/91 (Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia). Inoltre è stata garantita la capacità di soddisfare condizioni più rigide di quelle normate, attraverso il sovradimensionamento della potenza installata.

**Tabella 5.32:** *Condizioni termo igrometriche locali ospedale/economale*

Reparto/Servizio	Temp. Invern.	Temp. Estiva	Umidità relativa invern.	Umidità relativa estiva	Portata aria esterna min. V/h	Filtrazione UNI 10339	Ricircolo aria ambiente
L.R. 23 Febbraio 1999, n.8 e Del. 221 del 26 Luglio 1999, n.221							
Locali Sale Operatorie	>=20°C	<=24°C	50%+/-5%	50%+/-5%	15	AS12 ISO7.5	NO
Annessi Sale Operatorie	>=20°C	<=24°C	50%+/-5%	50%+/-5%	6	AS12	NO
Loc. Terapia Intensiva	>=20°C	<=24°C	50%+/-10%	50%+/-5%	6	AS12	NO
Locali Sterilizzazione	>=20°C	<=24°C	50%+/-10%	50%+/-5%	15	AS12	NO
Locali Sale Parto	>=20°C	<=24°C	45%+/-15%	45%+/-15%	6	AS12	NO
Loc. Emergenze	>=20°C	<=24°C	50%+/-5%	50%+/-5%	15	AS12	NO
Locali Sale Parto	>=20°C	<=24°C	45%+/-15%	45%+/-15%	6	AS12	NO
Loc. Emodinamica	>=20°C	<=24°C	50%+/-5%	50%+/-5%	15	AS12	NO
Loc. Ambulatori Chirurgici	>=20°C	<=24°C	50%+/-5%	50%+/-5%	15	AS12	NO
Osservazione	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	4	A9	NO
Loc. Dialisi	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	6	A9	NO
Loc. Dialisi infettivi	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	6	A9	NO
Loc. Endoscopia	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	10	AS12	NO
Loc. Degenza	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	2	A9	NO
Loc. Degenza infettivi	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	6	A9	NO
Locale fumatori Psichiatria	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	30l/s/pp	A9	NO
Loc. Ambulatori	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	3	A9	SI
Loc. Laboratori	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	6 (7 l/s/pp)	A9	SI
Loc. Radiologia	>=20°C	<=26°C	50%+/-10%	50%+/-5%	6	A9	SI
Loc. Morgue	<=18°C	<=18°C	60%+/-5%	60%+/-5%	15	A9	NO
Loc. Spogliatoi	20°C + 1	28°C+/-1	n.c.	n.c.	5	A6	SI
Viabilità esterna ai reparti	>=20°C	<=27°C	n.c.	n.c.	2	A7	SI
Dep. Farmacia	20°C - 1	26°C+/-1	n.c.	n.c.	0,5	A7	SI
Servizi igienici	>=20°C	n.c.	n.c.	n.c.	-8		NO
Deposito sporco	>=20°C	n.c.	n.c.	n.c.	-2		NO
Cucina	>=20°C	<29°C	n.c.	n.c.	20	A9	NO
Zone commerciali	>=20°C	<=26°C	n.c.	n.c.	11,5 l/s/pp	A7	SI
Zona mensa	>=20°C	<=26°C	n.c.	n.c.	10 l/s/pp	A7	SI
Zone atrio	>=20°C	<=27°C	n.c.	n.c.	3	A7	SI

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

Per quanto riguarda le informazioni richieste dal credito relative alle procedure operative per i sistemi di costruzione, ai controlli di costruzione, ai piani di costruzione, al controllo etc., sono state reperite nel documento “capitolato speciale d’appalto impianti meccanici”. Tali informazioni sono di seguito riportate in maniera riassuntiva.

1. Nella fase di progettazione, l’Esecutore dell’impianto è tenuto, prima della progettazione costruttiva, a fornire per approvazione il programma degli elaborati inerenti il cantiere, il montaggio, le opere, la marca e i modelli degli equipaggiamenti. Tutti gli elaborati sono sottoposti all’esame da parte della Direzione Lavori.

2. Le forniture e gli impianti sono soggetti a verifiche, collaudi e prove in corso d’opera allo scopo di constatare la corrispondenza delle forniture ai progetti approvati, l’esecuzione delle opere secondo la “buona regola d’arte”, lo stato di funzionamento delle apparecchiature e dei singoli componenti.

Inoltre, per le principali apparecchiature, la D.L. può richiedere la effettuazione dei collaudi direttamente presso fornitori e subfornitori.

3. Nella fase di avviamento degli impianti, si provvede a rendere funzionanti e operative le varie apparecchiature, procedendo alle opportune tarature, bilanciamenti, e verifiche per ottenere le condizioni finali di progetto.

4. Tutta la documentazione relativa alle apparecchiature è reperibile nei manuali O&M.

5. Il personale che condurrà gli impianti, deve obbligatoriamente essere presente, come osservatore, durante lo start-up dei vari impianti e sistemi. Inoltre l’Esecutore è tenuto ad effettuare un adeguato addestramento al personale stesso.

6. I collaudi definitivi degli impianti HVAC saranno eseguiti durante le stagioni appropriate quando si verifichino interamente, e con buona approssimazione, le condizioni di progetto, cioè entro la prima stagione invernale e la prima stagione estiva dopo l’ultimazione dei lavori. Le prove sono effettuate secondo la UNI 10339.

Per le questioni sopraesposte, è possibile ritenere che i requisiti inerenti il comfort termico presenti nel credito QI7.1 siano stati adempiti; il progetto può quindi acquisire il punteggio previsto. Il credito QI7.2, inerente la verifica del comfort termico dell’edificio, non è stato affrontato in quanto prevede la realizzazione di un sondaggio successivo la messa in esercizio dell’ospedale.

### **5.7.11 Luce naturale e visione: luce naturale per il 75% degli spazi**

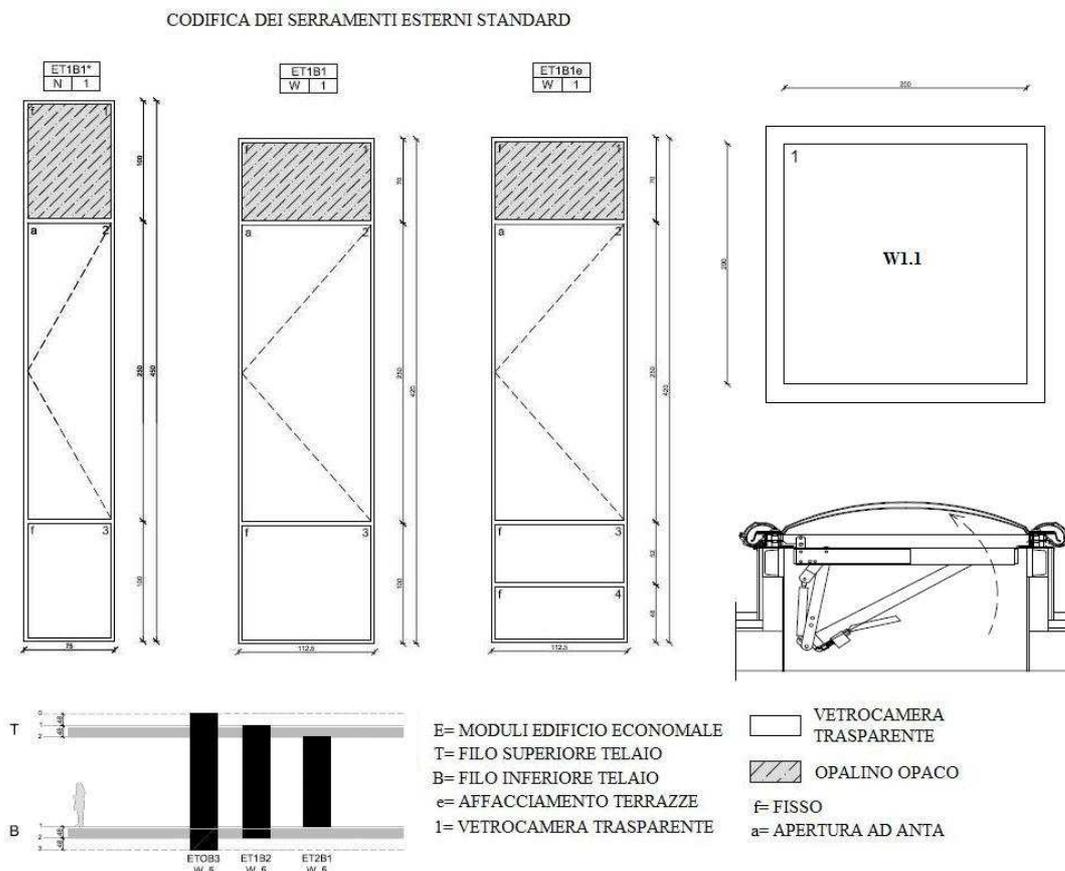
La finalità del credito è garantire nelle aree occupare in modo continuativo, il contatto diretto degli occupanti dell'edificio con l'ambiente esterno attraverso l'illuminazione naturale degli spazi e una adeguata percezione visiva dall'esterno. Il soddisfacimento dei requisiti imposti determina l'acquisizione di un punto. Per l'implementazione sono previste più opzioni. La prima opzione prevede l'utilizzo di un software per dimostrare il raggiungimento di un valore di illuminamento naturale compreso tra un minimo di 250lux ad un massimo di 5000lux in almeno il 75% degli spazi regolarmente occupati, la seconda opzione (quella scelta) prevede il calcolo manuale dell'illuminamento laterale e verticale. L'opzione seconda prevede (per assicurare un efficace utilizzo della luce naturale) l'impiego di sistemi che permettano il direzionamento della luce solare e/o dispositivi atti a controllare l'abbagliamento. La terza opzione prevede invece la verifica del raggiungimento di un valore minimo del fattore di luce diurna, pari al 2% della normativa vigente in almeno il 75% delle aree dell'edificio. La quarta opzione prevede una misurazione in loco della quantità di illuminamento naturale, mentre l'ultima opzione prevede la combinazione dei vari metodi di calcolo sopracitati. Nella determinazione della percentuale di luce naturale (risultato necessario per valutare il soddisfacimento o meno del requisito), è stata presa in considerazione (per semplicità di calcolo) solo una piccola porzione di edificio. Lo studio può tuttavia essere agevolmente esteso in maniera analoga all'intero stabile. L'area oggetto studio comprende la metà orientale del primo piano dell'economale; questa zona è caratterizzata principalmente dalla presenza di uffici e di una sala conferenze. La planimetria in figura 5.32 mostra la dislocazione delle stanze, delle finestre, e relativa identificazione. Inoltre, la planimetria mostra le aree che non sono state considerate ai fini del soddisfacimento del calcolo, in accordo con quanto riportato nel Manuale LEED NC.&R.; "i calcoli devono essere eseguiti su tutti gli spazi occupati in modo continuativo come ad esempio uffici, sale riunioni, zone di ristoro, mentre possono essere trascurate zone come corridoi, ingressi, atri, archivi, lavanderie, servizi igienici. Attraverso la tabella sottostante (tabella 5.33) e la figura 5.30 è possibile visionare la tipologia e le caratteristiche tecniche delle finestre e dei lucernari individuati nel caso in esame.

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

**Tabella 5.33:** *Caratteristiche tecniche e relativi codici identificativi finestre primo piano economale*

	ET1B1-1-W	ET1B1-1-N	ET1B1e-1-W	W1.1
Altezza netta H [m]	3,50	3,50	3,50	2,00
Larghezza netta L [m]	1,12	0,75	1,12	2,00
Area finestra SF [mq]	3,92	2,65	3,92	4,00
Zona utile illuminazione 2H [m]	7,0	7,0	7,0 <td /	
Materiale	Vetrocamera	Vetrocamera	Vetrocamera	Vetrocamera
Valore Tvis Vetrocamera	0,81	0,81	0,81	0,81

L'area utile di illuminazione è stata calcolata seguendo la procedura riportata nel manuale. La sigla Tvis rappresenta l'indice di trasmissione luminosa nel visibile; il valore riportato fa riferimento, nel caso in esame, a vetrocamera normale. I calcoli successivi sono stati condotti in modo differente rispetto a quanto richiesto, in quanto questa tipologia di finestre è caratterizzata da un'altezza del davanzale nulla.



**Figura 5.30:** *Caratteristiche tecniche e relativi codici identificativi delle finestre e dei lucernari, locazione primo piano edificio economale*

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

Il calcolo è da suddividersi a seconda della tipologia d'illuminazione delle varie zone identificate. Nel caso in esame, tutte le stanze identificate sono naturalmente illuminate per mezzo di illuminazione laterale a meno della sala conferenze, la quale riceve illuminamento naturale per mezzo di due lucernari identificati nelle figure 5.30/5.32 con la sigla W1.1.

Nella tabella sottostante (tabella 5.34) sono riportate le stanze identificate nella planimetria; queste sono state raggruppate per tipologia, in modo tale da dover effettuare un solo calcolo per ogni tipologia. Questa operazione è possibile laddove le stanze presentino le medesime caratteristiche quali: metratura, tipologia finestre, numero di finestre. La tabella riporta inoltre il numero di stanze contenute nella medesima classe; ad esempio, sono presenti sette uffici di tipologia uno. Ogni ufficio di tipologia 1 è caratterizzato dalla presenza di 3 finestre ET1B1-1-W, ed ha una superficie pari a 59 mq.

**Tabella 5.34:** *Suddivisione ed identificazione dei locali e delle finestre.*

TIPOLOGIA LOCALE	DESTINAZIONE D'USO	NUMERO LOCALI	FINESTRE PER SATANZA			
			ET1B1-1-W	ET1B1-1-N	ET1B1e-1-W	W1.1
1	Uff.	7	3	0	0	0
2	Uff.	10	0	2	0	0
3	Uff.	1	1	2	0	0
4	Uff.	1	0	2	0	0
5	Uff.	1	1	0	0	0
6	S. Conf.	1	Illuminazione verticale			2
7	Uff.	1	0	0	1	0
8	Uff.	1	0	0	2	0

Nella tabella 5.35 sono riportati i risultati del calcolo della percentuale di illuminamento naturale laterale per ogni gruppo di stanze seguendo la procedura proposta nel manuale. Per il soddisfacimento del credito è necessario che il valore di luce naturale sia compreso tra un valore minimo di 0,15 ed un massimo di 0,18, calcolato come prodotto tra la trasmissione luminosa (Tvis) per il rapporto tra l'area della finestra e quella del pavimento (RFP). I valori ottenuti sono abbastanza in accordo con i valori di accettabilità proposti da LEED, alcuni tuttavia superano il valore di soglia; ciò sta a

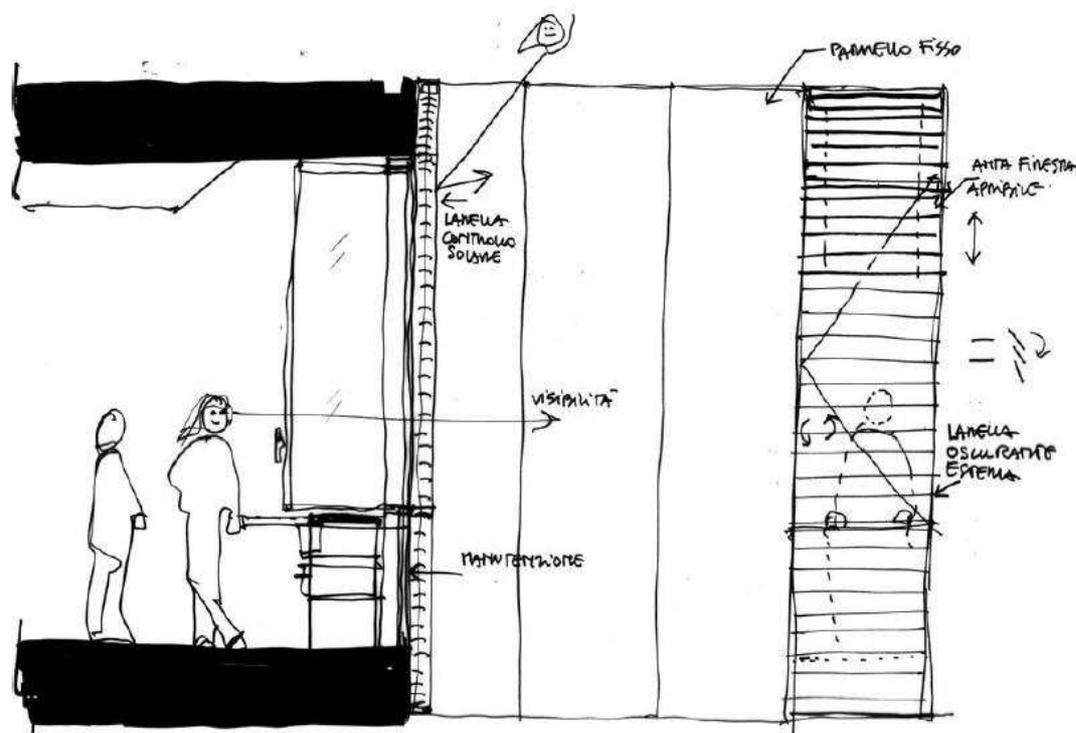
CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

significare che il livello di illuminamento è eccessivo, portando possibili fenomeni di abbagliamento. Tuttavia, a tal proposito, tutte le singole finestre facenti parte l'economale e l'ospedale sono dotate di dispositivi per il controllo del fenomeno sopracitato; in figura 5.31 viene proposto un disegno esplicativo realizzato in fase di progettazione preliminare che mostra i dispositivi antiabbagliamento adottati.

**Tabella 5.35:** Risultati del calcolo della percentuale di illuminamento naturale laterale

ILLUMINAZIONE LATERALE							
Tipologia locale	1	2	3	4	5	7	8
Superficie pavimento SP [mq]	59	20	45	26	16	21	22
Area illuminamento SF [mq]	11,76	5,3	9,22	5,3	3,92	3,92	7,84
RFP = (SF/SP)	0,199	0,265	0,205	0,204	0,245	0,187	0,356
RFP x Tvis	0,161	0,215	0,166	0,165	0,198	0,151	0,289

Nel complesso, per quanto riguarda l'illuminazione naturale laterale, è possibile ritenere che, almeno per l'area esaminata, il requisito sia stato soddisfatto; difatti, la percentuale di aree nelle quali il livello di illuminamento naturale (espresso come Prodotto Tvis - RFP) è superiore a 0,15, è maggiore del limite imposto del 75%.



**Figura 5.31:** illuminazione naturale; le finestre sono state dotate di schermature esterne per evitare problemi di surriscaldamento ed abbagliamento ma consentire allo stesso tempo una buona visibilità esterna.

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

Nella tabella 5.36 sono riportati i risultati del calcolo della percentuale di illuminamento naturale dall'alto riguardante la sala conferenze (area 6). Dal calcolo risulta che la percentuale di illuminamento naturale è di poco inferiore al limite minimo del 75% imposto. Risulta importante evidenziare che questo tipo di area può rientrare nella categoria di locali per i quali l'attività lavorativa può essere ostacolata dalla presenza di eccessivo illuminamento.

**Tabella 5.36:** Risultati del calcolo della percentuale di illuminamento naturale verticale

ILLUMINAZIONE VERTICALE	
Tipologia locale	6
Superficie pavimento SP [mq]	124
Altezza lucernario [m]	4
70% altezza lucernario [m]	2,8
Luce naturale utile sotto lucernario [mq]	90
Percentuale area illuminata	72%



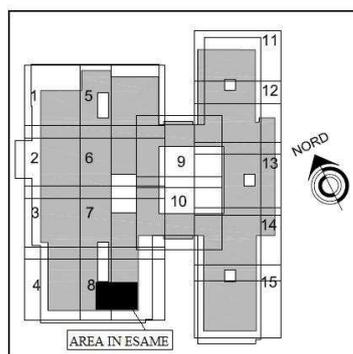
**Figura 5.32:** Lay-Out disposizione stanze e finestre, in rosso le aree trascurate assieme ai corridoi

L'area esaminata ha soddisfatto i requisiti imposti per cui riceve un punto; non riceve ulteriori punti per prestazione esemplare: superficie illuminata naturalmente <95%.

### 5.7.12 Luce naturale e visione: visuale esterna per il 90% degli spazi

La finalità del credito QI8.2 è garantire nelle aree occupate in modo continuativo, il contatto diretto degli occupanti dell'edificio con l'ambiente esterno attraverso l'illuminazione naturale degli spazi e una adeguata percezione visiva dall'esterno.

Per il rispetto del requisito è necessario assicurare, in almeno il 90% degli spazi occupati in modo continuativo, che attraverso le superfici trasparenti poste ad una altezza misurata a partire dal piano di calpestio compresa tra 0,85 e 2,3 metri, gli occupanti abbiano una visione diretta verso l'ambiente esterno senza ostacoli interposti. Nel caso in esame, è stata presa in considerazione (per semplicità di calcolo) solo una piccola porzione di edificio. Lo studio può tuttavia essere agevolmente esteso in maniera analoga all'intero stabile. L'area oggetto studio comprende una piccola porzione posta a sud-ovest del secondo piano dell'ospedale (figura 5.33); questa zona è caratterizzata principalmente dalla presenza di locali medici e locali adibiti a degenze.



**Figura 5.33:** Area oggetto studio  
(sud-ovest secondo piano ospedale)

Per prima cosa si è accertato, con esito positivo, che le superfici trasparenti rispettino le imposizioni poste dal requisito. Successivamente si è realizzata la planimetria dell'area seguendo le indicazioni del Manuale LEED NC.&R. (figura 5.34). Questa fa riferimento alla prima delle due possibili metodologie di calcolo proposte. Questa metodologia, *visione diretta delle superfici trasparenti perimetrali utili*, determina la percentuale della superficie in pianta degli spazi occupati in modo continuativo, in cui si ha una visuale diretta degli spazi esterni. Per questo calcolo sono stati trascurati gli effetti degli arredi o delle partizioni interne mobili.

Anche attraverso la colorazione della planimetria, è possibile identificare i luoghi che non sono stati inclusi nel calcolo in quanto ad occupazione occasionale: corridoi, servizi

**CAPITOLO 5**  
**APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO**

igienici, depositi. In planimetria sono inoltre visibili, grazie alla diversa colorazione, le zone con e senza vista sull'esterno; queste zone sono state identificate attraverso la costruzione delle "linee di visione" per ogni finestra. Si noti che l'area di non visibilità maggiore risiede nel locale medico due, ed è dovuta alla presenza di una colonna portante. In tabella 5.37, sono riportati tutti i locali, la relativa identificazione, l'ubicazione corrispondente in planimetria, l'esclusione o meno dal calcolo. Inoltre è riportato il calcolo effettuato per valutare o meno il rispetto del credito.

**Tabella 5.37:** *Calcolo della percentuale del rapporto tra le superfici delle Viste con l'Area del pavimento*

NUMERO IDENTIFICATIVO	DESTINAZIONE D'USO	AREA PAVIMENTO [mq]	VISIONE ORIZZONTALE	VISTE [mq]
1	Locale medici	22	SI	21,2
2	Locale medici	44	SI	41,9
3	Soggiorno	40	SI	39,6
4	Degenza	22	SI	21,75
5	Degenza	22	SI	21,75
6	Degenza	22	SI	21,75
7	Degenza	22	SI	21,75
8	Corridoio	Spazi con occupazione occasionale		
9	Deposito	Spazi con occupazione occasionale		
10	Medico di guardia	12	SI	11,3
11	Visita medica	15	SI	14,7
12	Servizi igienici	Spazi con occupazione occasionale		
<b>TOTALE</b>		221		215,7
Percentuale del rapporto tra le superfici delle Viste con l'Area del pavimento: (215,7/538)				97,5%

Dal risultato ottenuto risulta che la percentuale del rapporto tra le superfici delle Viste con l'Area del pavimento è del 97,5%. Questa percentuale è ben superiore a quella richiesta (90%) per il soddisfacimento del credito. Si rammenta che si tratta solo di una porzione dell'intero edificio e non è illogico pensare che nel complesso valore è destinato a mutare.

CAPITOLO 5  
APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

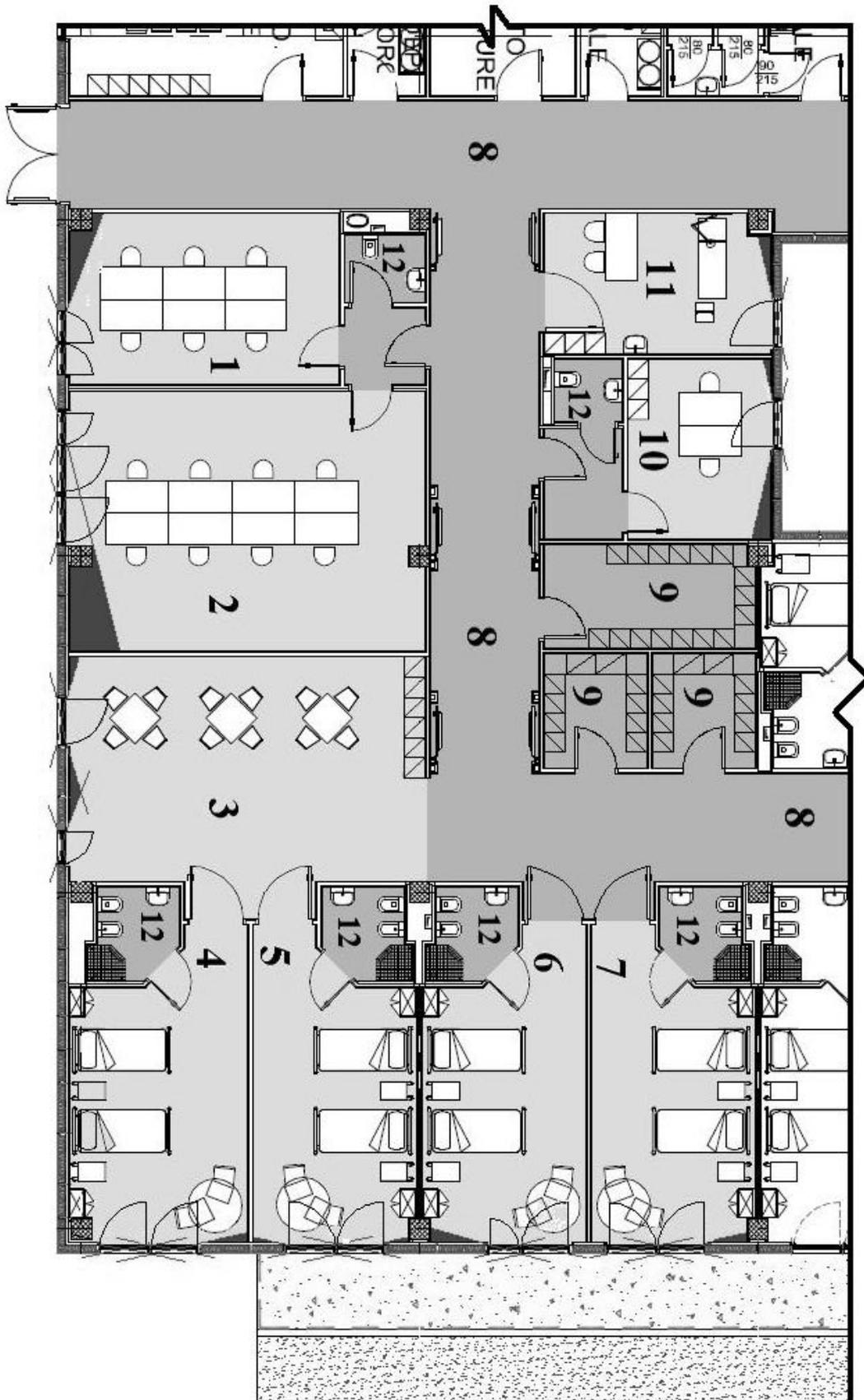


Figura 5.34: Linee della visione diretta verso l'esterno.

## **5.8 Risultati**

Come già citato il fine ultimo del lavoro svolto, ossia l'applicazione del sistema di valutazione LEED al progetto del complesso ospedaliero di Prato, non è stato guidato dalla volontà di vedere se la struttura presentasse i requisiti per ottenere o meno la certificazione LEED, bensì dalla necessità di comprendere quanto fosse difficoltosa l'applicazione della metodologia ad un caso reale. Questo nasce dalla volontà dello studio di progettazione Altieri di sottoporre in futuro i propri edifici alla valutazione ambientale e ottenere (nel caso di esito positivo) l'attestato di sostenibilità edilizia.

Di seguito vengono comunque riportati i risultati ottenuti ed il relativo livello di certificazione che il progetto avrebbe potuto ottenere nel caso in cui fosse sottoposto all'esame di un certificatore LEED. Prima di questo risulta tuttavia necessario premettere alcune questioni:

1. La valutazione LEED delle prestazioni ambientali, e l'eventuale invio della documentazione dovrebbe essere stata condotta in due distinte fasi; la fase di progettazione e la fase di costruzione, in accordo con quanto riportato nel paragrafo 3.4.3 "Iter di Certificazione". Ciò non è stato possibile in quanto la metodologia è stata applicata in uno stato avanzato di accantieramento del fabbricato. Chiaramente ciò non ha consentito di valorizzare la principale caratteristica della metodologia che consiste nella modifica delle scelte progettuali verso scelte più ecocompatibili in modo da guidare il l'edificio verso il rispetto dei requisiti presenti nel sistema di valutazione stesso.

2. La documentazione (che dovrebbe rispettare precise indicazioni riportate nel Manuale LEED Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni) attestante il rispetto o meno del requisito o del prerequisito corrisponde solo nella sostanza ma non nella forma a quella richiesta da LEED. Ciò è dovuto ad una serie di ragioni, tra cui il fatto che il lavoro di applicazione del sistema di valutazione ha valenza accademica, nel senso che per ogni requisito sono riportate quelle informazioni che sarebbero risultate necessarie per dimostrare il rispetto o meno del requisito; una documentazione completa (secondo le richieste LEED) sarebbe risultata eccessivamente pesante e di scarsa valenza ai fini del lavoro di tesi svolto.

## CAPITOLO 5

### APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

3. Nell'applicazione della metodologia sono stati riportati (in quanto di scarso interesse ai fini del lavoro di tesi) i documenti relativi a: Requisiti minimi di programma, Principali dati di progetto, Occupazione ed utilizzo, Documentazione generale.

4. Il mancato soddisfacimento o altresì la mancata applicazione di alcuni prerequisiti e requisiti è da imputare in alcuni casi alla particolare contesto nel quale il lavoro è stato condotto, in particolar modo alla mancata collaborazione tra chi ha condotto lo studio, i progettisti, i costruttori, i fornitori; condizione indispensabile per la buona riuscita di un processo di certificazione di questo tipo. Nonostante alcune difficoltà derivanti da questo fatto, è possibile ritenere che una buona parte dei requisiti presenti nei crediti delle varie aree ambientali, è soddisfabile semplicemente attraverso l'elaborazione dei dati e delle informazioni contenute nel progetto esecutivo (PE).

5. Il mancato soddisfacimento o altresì la mancata applicazione di alcuni prerequisiti e requisiti è da imputare alla particolarità del fabbricato. Dall'applicazione della metodologia emerge come, in alcuni casi, le richieste proposte per il soddisfacimento del requisito risultino incompatibili con le necessità di una struttura ospedaliera. Ad esempio il credito SS 3 (Recupero e riqualificazione dei siti contaminati) richiede l'edificazione (previa bonifica) su siti contaminati, allo scopo di evitare l'utilizzo, la contaminazione di aree incontaminate. Questo credito risulta essere in contrasto con l'impotenza di selezione (da parte del gruppo di progettazione) di un sito di questo tipo. La selezione del sito per strutture di questo tipo è definita a priori dall'ente committente (Comune, Provincia, Regione) ed esula quindi dalla volontà dello studio di progettazione o dal costruttore.

Un'altro credito nel quale si hanno difficoltà di adempimento risulta essere il credito MR 6 "Materiali rapidamente rinnovabili", che impone l'utilizzo di materiali quali sughero, gomma naturale, cotone, bambù, linoleum, paglia che sono perlopiù incompatibili con le esigenze di igiene, facilità di pulizia, costo, durabilità che caratterizzano i materiali da impiegare per strutture di questo tipo.

## CAPITOLO 5

### APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

6. La documentazione necessaria per il soddisfacimento di alcuni crediti è invece reperibile solo nella fase di occupazione dell'edificio, ad esempio il credito QI 7.2 inerente la verifica, da parte degli utilizzatori e degli occupanti dell'edificio, del comfort termico. Risulta evidente che questo credito può essere valutato solamente nella fase post-costruzione, quando l'edificio entrerà nella fase di occupazione.

7. Alcuni crediti sono validi solo nel caso in cui il progetto comprenda demolizioni di vecchi edifici o ristrutturazioni (crediti MR 2.1, MR 1.2) e non presentano possibilità di attuazione nel caso del progetto in esame riguardante una nuova costruzione.

8. La mancata collaborazione con i progettisti (fase di progettazione già conclusa al momento dell'applicazione della metodologia di valutazione) e con almeno un Professionista accreditato LEED, ha determinato l'impossibilità di soddisfare i requisiti inerenti i crediti dell'area ambientale "Innovazione nella Progettazione" e quindi, di conseguenza l'impossibilità di ottenimento di 6 punti.

9. Le maggiori difficoltà nell'applicazione della metodologia LEED, sia in termini di implementazione che di reperimento dati, riguardano i crediti delle aree ambientali "Energia e Atmosfera" e "Materiali e Risorse". Per i crediti relativi alla prima area ambientale, le difficoltà principali risiedono nel calcolo delle prestazioni energetiche dell'edificio nel suo complesso e delle singole apparecchiature. Queste difficoltà sono da imputare alla necessità di utilizzo di software (disponibili solo al personale accreditato LEED), e alla necessità di utilizzo di normative UNI di riferimento (disponibili a pagamento) per i calcoli delle prestazioni e dei consumi. Per il soddisfacimento dei requisiti dei crediti inerenti l'area ambientale "Materiali e Risorse", le difficoltà maggiori sono da attribuirsi alla mancanza di informazioni sui materiali impiegati; la qualità, la provenienza e la presenza di eventuali certificazioni degli stessi, sono informazioni in possesso del costruttore e non del progettista. Come già accennato la mancanza di collaborazione con altri soggetti al di fuori dello studio di progettazione ha penalizzato l'implementazione sotto numerosi aspetti. Non è da escludere che una collaborazione più stretta tra i vari soggetti che prendono parte alla filiera di

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

realizzazione dell'opera edile possa portare, senza eccessivi sforzi degli stessi, all'acquisizione di ulteriori punti.

Per quanto riguarda l'area ambientale "Sostenibilità del sito SS"; nella tabella A2.1 in appendice A2, sono riportati i crediti implementati, l'eventuale acquisizione del punteggio previsto, le fonti delle informazioni necessarie al soddisfacimento dei requisiti. Per ogni credito o prerequisito viene inoltre indicato, in modo qualitativo, il grado di difficoltà riscontrato nell'implementazione. Per grado di difficoltà s'intende la difficoltà avuta nel reperire le informazioni ed i dati necessari, le difficoltà di calcolo, di comprensione delle richieste, nonché il tempo speso.

Nel complesso i criteri dell'area ambientale in questione non risultano essere né di difficile soddisfacimento né di difficile implementazione. Nel caso esaminato non sono stati soddisfatti i crediti riguardanti i trasporti alternativi (SS4.2 - SS4.3 -SS4.4). Una progettazione più attenta ai parcheggi preferenziali per bici, veicoli a carburante alternativo, carpool/vanpool, porterebbe senza difficoltà all'acquisizione dei punti corrispondenti ai crediti sopracitati.

Per quanto riguarda l'area ambientale "Gestione efficiente delle acque", nella tabella A2.2 in appendice A2, sono riportati i crediti implementati, l'eventuale acquisizione del punteggio previsto, le fonti delle informazioni necessarie al soddisfacimento dei requisiti.

Nel complesso la progettazione degli impianti idrico/sanitari dell'ospedale risulterebbe compatibile con gli standard proposti nei crediti dell'area ambientale in questione. Il mancato rispetto di alcuni crediti è da imputare principalmente alla difficoltà di reperimento d'informazioni riguardanti i consumi delle varie apparecchiature sanitarie.

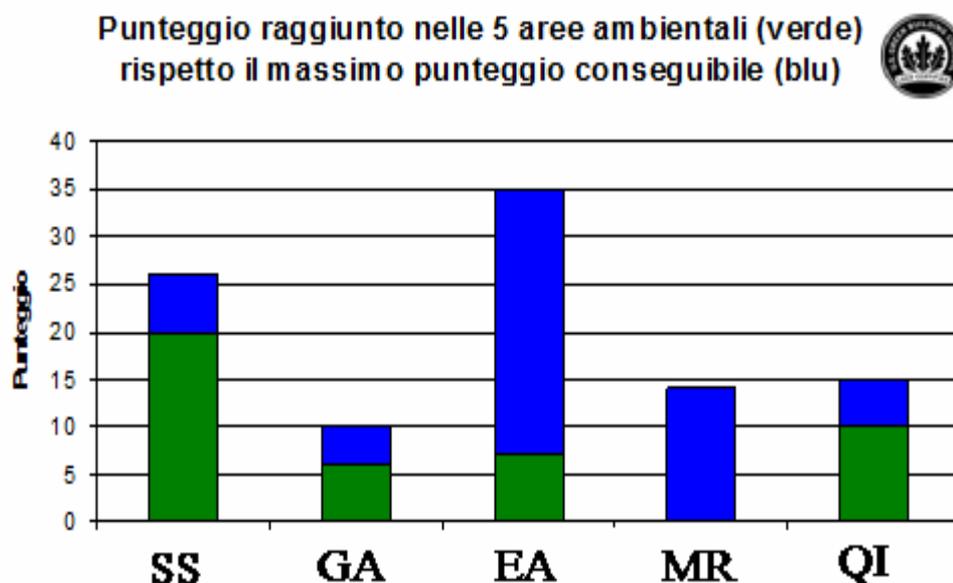
Per quanto riguarda l'area ambientale "Energia e ambiente", nella tabella A2.3 in appendice A2, sono riportati i crediti implementati, l'eventuale acquisizione del punteggio previsto, le fonti delle informazioni necessarie al soddisfacimento dei requisiti. L'implementazione dei crediti si è rilevata alquanto difficoltosa; le principali cause sono da attribuirsi alla mancanza di informazioni ed alla complessità stessa dei requisiti. Ciò non vuol dire in alcun modo che l'edificio sia di scarsa qualità dal punto di vista delle prestazioni energetiche; il principale problema risiede nella difficoltà di dimostrazione delle stesse.

## CAPITOLO 5 APPLICAZIONE METODOLOGIA LEED: OSPEDALE DI PRATO

Per quanto riguarda l'area ambientale "Materiali e risorse", nella tabella A2.4 in appendice A2, sono riportati i crediti implementati, l'eventuale acquisizione del punteggio previsto, le fonti delle informazioni necessarie al soddisfacimento dei requisiti. L'implementazione dei crediti si è rilevata alquanto difficoltosa; la principale causa del mancato soddisfacimento dei requisiti è stata la mancanza di informazioni relative ai materiali utilizzati dovuta all'impossibilità d'accesso da parte dello studio di progettazione ai dati; causa "contratti ancora in via di definizione".

Per quanto riguarda l'area ambientale "Qualità ambientale interna", nella tabella A2.5 in appendice A2, sono riportati i crediti implementati, l'eventuale acquisizione del punteggio previsto, le fonti delle informazioni necessarie al soddisfacimento dei requisiti. Nonostante la difficoltà d'implementazione di alcuni criteri (QI8.1, QI8.2), è possibile reperire gran parte delle informazioni necessarie semplicemente dai documenti contenuti nel progetto esecutivo. Sempre penalizzante è risultata la scarsità d'informazioni relative alle emissioni dei vari materiali impiegati.

L'istogramma seguente (figura 5.35) mostra in maniera riassuntiva il grado di soddisfacimento dei vari criteri raggruppati nelle aree ambientali considerate.



**Figura 5.35:** Iistogramma riassuntivo che mostra i crediti soddisfatti nell'implementazione del sistema di valutazione delle prestazioni ambientali LEED all'edificio "Ospedale di Prato"

L'edificio ha totalizzato 43 punti su un massimo di 100 punti, esclusi i punti "bonus", per cui si aggiudica la certificazione LEED di livello base.



# Conclusioni

In questi anni si sta assistendo ad un notevole incremento, nello sviluppo, nell'implementazione e nell'adozione da parte degli operatori del settore edilizio, di strumenti atti a valutare e certificare la sostenibilità ambientale degli edifici e dei materiali impiegati. Questi strumenti tra cui il Protocollo ITACA, il Sistema LEED e il marchio europeo Ecolabel (i cui criteri sono attualmente in fase di definizione), rappresentano un valido strumento per la valutazione della sostenibilità ambientale, ampliando le funzioni svolte dalla certificazione energetica; questi strumenti difatti considerano non solo le prestazioni energetiche degli edifici, ma anche tutti gli aspetti e gli impatti associati lungo il ciclo di vita del costruito: dalla realizzazione, l'utilizzo, fino alla dismissione. Questi "sistemi di valutazione", che sono stati ampiamente descritti e confrontati nell'elaborato, pur derivando da impostazioni tecnico-culturali differenti (LEED è americano, Ecolabel è europeo, ITACA è italiano), operano in realtà seguendo la medesima logica di base ossia attraverso l'attribuzione di punteggi, ottenuti tramite il soddisfacimento di requisiti caratterizzanti la sostenibilità dell'edificio. Se la somma dei punteggi è "sufficiente", l'edificio ottiene la certificazione ambientale. I criteri che caratterizzano la sostenibilità dell'edificio sono raggruppati in categorie ambientali, che rappresentano delle macroaree d'interesse, ad esempio: la sostenibilità del sito, la gestione della risorsa idrica, l'energia, i materiali, la qualità degli ambienti esterni ed interni, i trasporti.

Obiettivo iniziale del lavoro di tesi è stato quello di effettuare un confronto a livello teorico delle tre metodologie, allo scopo di valutare pregi, livello di dettaglio nell'applicazione, o eventuali carenze delle stesse. L'analisi ha evidenziato una sostanziale omogeneità delle metodologie, con alcune differenze riguardanti singoli e specifici criteri. Ad esempio una delle principali differenze rilevate tra i sistemi LEED ed ITACA è rappresentata dal fatto che il primo non prevede requisiti specifici inerenti l'inquinamento elettromagnetico e l'inquinamento acustico. Il Protocollo ITACA inoltre prevede uno specifico sistema di pesatura che consente una maggior adattabilità dello stesso ai molteplici contesti regionali italiani. È inoltre stato realizzato un confronto a livello di criteri ambientali, anche con i requisiti previsti dal marchio europeo Ecolabel.

I requisiti al momento risultano in fase di definizione e revisione da parte dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) supportata nel processo dall'Università di Padova e dallo Studio Altieri. In particolar modo lo Studio Altieri e il sottoscritto hanno collaborato con l'Università nel fornire all'ISPRA la documentazione tecnica dei progetti di due scuole e una palazzina adibita ad uffici, per permettere all'Istituto di disporre di casi studio sui quali poter verificare, ed eventualmente modificare, i criteri ambientali Ecolabel. Per quanto concerne il confronto tra Ecolabel e gli altri sistemi di certificazione; questo ha evidenziato una serie di differenze sempre a livello di specifici aspetti ambientali considerati; anche in tal caso si è riscontrata una generale uguaglianza in termini di struttura e contenuti dei tre sistemi di valutazione. Per la contestualizzazione nel caso dell'Ecolabel, il lavoro mette in evidenza le differenze con l'attuale revisione; il confronto definitivo potrà essere fatto solo dopo la pubblicazione della decisione europea contenente la versione definitiva dei criteri Ecolabel.

Occasione per sperimentare la metodologia di valutazione della sostenibilità ambientale secondo il sistema LEED è stata offerta dalla collaborazione instaurata con lo Studio di progettazione Altieri di Thiene (VI) che ha mostrato la volontà di studiarne l'applicazione ad un nuovo ospedale progettato dallo studio stesso e attualmente in corso di realizzazione a Prato.

Gli obiettivi principali del lavoro svolto, secondo gli intendimenti dello Studio Altieri, sono stati in primo luogo quello di comprendere quali possano essere le difficoltà e le criticità nell'applicazione della metodologia e contestualmente quello di valutare se il complesso ospedaliero in questione potesse soddisfare un numero di requisiti ambientali tale da poter raggiungere la certificazione LEED. Questa volontà è avallata dal fatto che il manuale LEED Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni usato per la valutazione è stato sviluppato in primo luogo per edifici civili italiani di nuova edificazione ad uso istituzionale e commerciale e non nello specifico per strutture ospedaliere. Questo ha rappresentato il motivo principale a cui imputare le difficoltà operative incontrate nell'applicazione dei requisiti; durante la valutazione è emerso come molti criteri siano stati concepiti e tarati e quindi risultino applicabili solo per alcune tipologie di edifici, e di come siano, in alcuni casi, difficilmente adattabili alle caratteristiche specifiche di una struttura ospedaliera. Le difficoltà incontrate nel

reperimento delle informazioni e dei dati necessari può essere considerato la seconda principale causa a cui attribuire il mancato soddisfacimento di alcuni dei requisiti previsti dallo schema. Questa mancanza di informazioni si è rivelata particolarmente penalizzante nell'analisi dei criteri dell'area ambientale "Materiali e Risorse". Le informazioni necessarie in questo ambito specifico riguardano in particolare le caratteristiche chimico-fisiche, i costi, il contenuto in riciclato, la provenienza dei materiali impiegati: nella maggior parte dei casi non è stato possibile ottenere le informazioni richieste in quanto le procedure di definizione e stipula dei contratti d'appalto con i fornitori risultavano ancora in atto durante il periodo di svolgimento dello studio. Alcuni requisiti specifici riguardanti le prestazioni energetiche dell'involucro dell'edificio e delle apparecchiature non sono stati affrontati a causa delle prevedibili difficoltà di reperimento dei dati e dell'eccessivo tempo necessario: ciò ha consentito di mettere in luce come l'applicazione di questi sistemi di valutazione e certificazione debba essere condotta in stretta collaborazione con tutte le figure coinvolte nella progettazione, ma anche relazionandosi con i fornitori, i costruttori, e tutti i soggetti che prendono parte alla filiera di realizzazione dell'opera edilizia.

Nonostante le difficoltà di analisi incontrate, il progetto preso in esame ha soddisfatto un numero di criteri tale da ottenere un punteggio pari a 43 punti su un totale di 100 disponibili: questo risultato evidenzia un'elevata sensibilità del team di progettazione dello studio Altieri per le tematiche ambientali e della sostenibilità. La struttura considerata, quindi, risulterebbe idonea per ottenere la certificazione LEED di livello base, che richiede un punteggio minimo di 40 punti. Un lavoro congiunto con i progettisti effettuato fin dalle prime fasi della progettazione (nel caso in esame le prestazioni ambientali sono state valutate a progetto già concluso) avrebbe consentito sicuramente il soddisfacimento di un numero superiore di requisiti e quindi l'ottenimento di una certificazione di livello superiore.

Attualmente è in corso di realizzazione da parte dell'associazione americana USGBC (U.S. Green Building Council) il sistema di valutazione LEED "for Healthcare", un protocollo specifico per la "tutela della salute" volto a promuovere una pianificazione, progettazione e costruzione sostenibili delle strutture sanitarie. Questo nuovo rating "Healthcare" che sviluppa pratiche specifiche per i particolari bisogni del settore della sanità, inclusa la degenza a lungo termine, le esigenze ambulatoriali, gli uffici dei

medici, l'assistenza, il settore dell'educazione e della ricerca, permetterà di superare le difficoltà che si possono incontrare nell'applicazione dell'attuale sistema LEED. Per concludere, le metodologie di valutazione esaminate rappresentano un valido strumento per contrastare l'enorme influenza negativa delle costruzioni sull'ambiente e non solo; un fabbricato realizzato secondo i principi dell'eco sostenibilità contenuti in questi strumenti di certificazione, non avrà semplicemente un minor impatto ambientale lungo tutto il ciclo di vita, ma anche si collocherà nella fascia più alta del mercato edilizio, avrà un minor costo operativo e un maggior valore immobiliare, metterà gli utenti in condizione di aumentare la produttività ed infine, metterà i progettisti e tutti i soggetti che prendono parte alla filiera di realizzazione dell'opera edilizia, al riparo da eventuali problemi relativi alla scarsa qualità riguardante un qualsiasi aspetto dell'edificio.

# Appendice

Di seguito si riportano i requisiti del Protocollo ITACA ed i relativi pesi attribuiti in funzione dei valori ritenuti più appropriati per il contesto territoriale complessivo nazionale.

**Tabella A1.1:** Scheda requisiti area ambientale “Qualità ambientale esterna”

1- QUALITÀ AMBIENTALE ESTERNA							
1.1	Comfort ambientale esterno				Voto	Peso %	Voto P.
					0	30	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
1.1.1	Comfort termico degli spazi esterni	0	40	0			
1.1.2	Controllo dei flussi d'aria	0	40	0			
1.1.3	Comfort visivo percettivo	0	20	0			
			100				
1.2	Inquinamento locale				Voto	Peso %	Voto P.
					0	40	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
1.2.1	Inquinamento acustico	0	20	0			
1.2.2	Inquinamento atmosferico	0	20	0			
1.2.3	Inquinamento elettromagnetico	0	10	0			
			100				
		Voto	Peso %	Voto P.			
1.2.3.1	Inq. El. Bassa frequenza	0	50	0			
1.2.3.2	Inq. El. alta frequenza	0	50	0			
			100				
		Voto	Peso %	Voto P.			
1.2.4	Inquinamento del suolo	0	20	0			
1.2.5	Inquinamento delle acque	0	20	0			
1.2.6	Inquinamento luminoso	0	10	0			
			100				
1.3	Integrazione con il contesto				Voto	Peso %	Voto P.
					0	30	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
1.3.1	Integrazione con l'ambiente naturale	0	30	0			
1.3.2	Integrazione con l'ambiente costruito	0	30	0			
1.3.3	Reti infrastrutturali	0	10	0			
			100				
<b>Punteggio complessivo</b>							<b>0,00</b>

## Appendice A1

**Tabella A1.2:** Scheda requisiti area ambientale “Consumo di risorse”

2- CONSUMO DI RISORSE							
2.1	Consumi energetici				Voto	Peso %	Voto P.
					0	30	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
2.1.1	Isolamento termico	0	20	0			
2.1.2	Sistemi solari passivi	0	20	0			
2.1.3	Produzione acqua sanitaria	0	20	0			
2.1.4	Energia elettrica (fonti non rinnovabili)	0	20	0			
2.1.5	Energia inglobata	0	20	0			
			100				
2.2	Consumo di terreno e impatto sulla qualità ecologica				Voto	Peso %	Voto P.
					0	20	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
2.2.1	Variazione valore ecologico sito	0	100	0			
			100				
2.3	Consumo di acqua potabile				Voto	Peso %	Voto P.
					0	20	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
2.3.1	Consumo di acqua potabile	0	100	0			
			100				
2.4	Consumo di materiali				Voto	Peso %	Voto P.
					0	30	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
2.4.1	Riutilizzo strutture esistenti	0	20	0			
2.4.2	Riutilizzo materiali in sito	0	25	0			
2.4.3	Utilizzo materiali regionali-locali	0	25	0			
2.4.4	Materiali di recupero esterni al sito	0	15	0			
2.4.5	Riciclabilità dei materiali	0	15	0			
2.4.6	Ecolabeling	0	0	0			
			100				
<b>Punteggio complessivo</b>							<b>0,00</b>

## Appendice A1

**Tabella A1.3:** Scheda requisiti area ambientale “Carichi ambientali”

3- CARICHI AMBIENTALI						
3.1	Contenimento emissioni gassose		Voto	Peso %	Voto P.	
			0	25	0	
			Voto	Peso %	Voto P.	
3.1.1	Emissione CO2	0	40	0		
3.1.2	Emissione gas acidificanti	0	60	0		
			100			
3.2	Contenimento rifiuti liquidi		Voto	Peso %	Voto P.	
			0	20	0	
			Voto	Peso %	Voto P.	
3.2.1	Gestione acque piovane	0	40	0		
3.2.2	Riuso acque grigie	0	20	0		
3.2.3	Permeabilità superfici calpestabili	0	40	0		
			100			
3.3	Gestione rifiuti solidi da cantiere		Voto	Peso %	Voto P.	
			0	20	0	
			Voto	Peso %	Voto P.	
3.3.1	Rifiuti solidi da costruzione	0	40	0		
3.3.2	Rifiuti solidi da demolizione	0	60	0		
			100			
3.4	Gestione rifiuti		Voto	Peso %	Voto P.	
			0	20	0	
			Voto	Peso %	Voto P.	
3.4.1	Area raccolta rifiuti organici	0	70	0		
3.4.2	Area raccolta rifiuti non organici	0	30	0		
			100			
3.5	Impatto sulle proprietà adiacenti		Voto	Peso %	Voto P.	
			0	15	0	
			Voto	Peso %	Voto P.	
3.5.1	Interferenza fruizione luce naturale	0	40	0		
3.5.2	Erosione del suolo	0	60	0		
			100			
<b>Punteggio complessivo</b>						<b>0,00</b>

## Appendice A1

**Tabella A1.4:** Scheda requisiti area ambientale “Qualità ambiente interno”

4- QUALITÀ AMBIENTALE INTERNO							
4.1	Comfort visivo				Voto	Peso %	Voto P.
					0	20	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
4.1.1	Illuminazione naturale	0	25	0			
4.1.2	Penetrazione diretta radiazione solare	0	20	0			
4.1.3	Uniformità di illuminamento	0	20	0			
4.1.4	Illuminazione artificiale parti comuni	0	25	0			
			100				
4.2	Comfort acustico				Voto	Peso %	Voto P.
					0	30	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
4.2.1	Isolamento acustico di facciata	0	30	0			
4.2.2	Isolamento acustico partizioni interne	0	20	0			
4.2.3	Isolamento acustico di calpestio	0	20	0			
4.2.4	Isolamento acustico sistemi tecnici	0	30	0			
			100				
4.3	Comfort termico				Voto	Peso %	Voto P.
					0	20	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
4.3.1	Temperatura aria periodo invernale	0	30	0			
4.3.2	T. sup. interne periodo invernale	0	30	0			
4.3.3	Inerzia termica	0	40	0			
			100				
4.4	Qualità dell'aria				Voto	Peso %	Voto P.
					0	30	0
		Voto	Peso %	Voto P.			
4.4.1	Controllo umidità delle pareti	0	25	0			
4.4.2	Controllo agenti inquinanti	0	25	0			
			100				
		Voto	Peso %				
4.4.2.1	Fibre minerali	0	50				
4.4.2.2	VOC	0	50				
4.4.2.3	Radon	0	0				
			100				
		Voto	Peso %	Voto P.			
4.4.3	Ventilazione	0	25	0			
			100				
		Voto	Peso %				
4.4.3.1	Ricambi d'aria	0	50				

## Appendice A1

4.4.3.2	Estrazione aria locali privi di ventilazione	0	50	
			100	
		Voto	Peso %	Voto P.
4.4.4	Inquinamento elettromagnetico	0	25	0
			100	
		Voto	Peso %	
4.4.4.1	Campi EM. (50 Hz)	0	50	
4.4.4.2	Campi EM. (100 kHz – 300GHz)	0	50	
			100	
<b>Punteggio complessivo</b>				<b>0,00</b>

**Tabella A1.5: Scheda requisiti area ambientale “Qualità del servizio”**

5- QUALITÀ DEL SERVIZIO						
5.1	Manutenzione edilizia ed impiantistica			Voto	Peso %	Voto P.
				0	25	0
		Voto	Peso %	Voto P.		
5.1.1	Protezione dell'involucro	0	40	0		
5.1.2	Accessibilità dell'involucro	0	30	0		
5.1.3	Accessibilità ai sistemi tecnici	0	30	0		
			100			
5.2	Monitoraggio dei consumi			Voto	Peso %	Voto P.
				0	25	0
		Voto	Peso %	Voto P.		
5.2.1	Monitoraggio dei consumi	0	100	0		
			100			
5.3	Aree comuni di svago			Voto	Peso %	Voto P.
				0	25	0
		Voto	Peso %	Voto P.		
5.3.1	Aree comuni di svago	0	100	0		
			100			
5.4	Qualità spazio abitativo			Voto	Peso %	Voto P.
				0	25	0
		Voto	Peso %	Voto P.		
5.4.1	Flessibilità degli spazi interni	0	60	0		
5.4.2	Spazi multifunzionali comuni	0	40	0		
			100			
<b>Punteggio complessivo</b>						<b>0,00</b>

## Appendice A1

**Tabella A1.6:** Scheda requisiti area ambientale “Qualità della gestione”

6- QUALITÀ DELLA GESTIONE						
6.1	Disponibilità documentazione tecnica edificio	Voto	Peso %	Voto P.		
		0	20	0		
		Voto	Peso %	Voto P.		
6.1.1	Disponibilità documentazione tecnica	0	100	0		
			100			
6.2	Manuale d'uso per gli utenti	Voto	Peso %	Voto P.		
		0	20	0		
		Voto	Peso %	Voto P.		
6.2.1	Manuale d'uso per gli utenti	0	100	0		
			100			
6.3	Manutenzioni programmate	Voto	Peso %	Voto P.		
		0	20	0		
		Voto	Peso %	Voto P.		
6.3.1	Manutenzioni programmate	0	100	0		
			100			
6.4	Sicurezza dell'edificio	Voto	Peso %	Voto P.		
		0	40	0		
		Voto	Peso %	Voto P.		
6.4.1	Sicurezza dell'edificio	0	100	0		
			100			
<b>Punteggio complessivo</b>						0,00

**Tabella A1.7:** Scheda requisiti area ambientale “Trasporti”

7- TRASPORTI						
7.1	Integrazione con il trasporto pubblico	Voto	Peso %	Voto P.		
		0	35	0		
		Voto	Peso %	Voto P.		
7.1.1	Integrazione con trasporto pubblico	0	100	0		
			100			
7.2	Misure per favorire il trasporto alternativo	Voto	Peso %	Voto P.		
		0	30	0		
		Voto	Peso %	Voto P.		
7.2.2	Favorire il trasporto alternativo	0	100	0		
			100			
7.3	Prossimità ai servizi locali	Voto	Peso %	Voto P.		
		0	35	0		
		Voto	Peso %	Voto P.		
7.3.1	Prossimità ai servizi locali	0	100	0		
			100			
<b>Punteggio complessivo</b>						0,00

## Appendice A2

**Tabella A2.1: Risultati analisi area ambientale “Sostenibilità del sito”**

SOSTENIBILITÀ DEL SITO								
CREDITO	TITOLO	SOSTENIBILITÀ DEL SITO	FONTE DATI - DOCUMENTAZIONE	CODICE	RISPETTO	PRESTAZIONE ESEMPLARE	PUNTI	DIFFICOLTÀ
SS Percorso 1	Prevenzione dell'inquinamento da attività di cantiere		Piano di sicurezza e coordinamento - Relazione	POPE_RLAI_010301	SI	Non prevista	/	Bassa
SS scritto 1	Selezione del sito		Rilievo area	POPE_DSA1_031000	SI	Non prevista	1	Bassa
SS scritto 2	Densità edilizia e vicinanza ai servizi		Analisi del sito	Allegato_K				
			Rilievo area	POPE_DSA1_031000	SI	Non prevista	5	Media
			Google maps	/				
SS scritto 3	Recupero e riqualificazione siti contaminati		Piano di gestione ambientale	POPE_RLAI_011200	SI	Non prevista	1	Media
SS scritto 4.1	Trasporti alternativi: accesso ai trasporti pubblici		Relazione generale	POPE_RLAI_010301	SI	SI	6	Bassa
SS scritto 4.2	Trasporti alternativi: portabici e spogliatoi		Relazione generale	POPE_RLAI_010301	NO	NO	NO	Media
SS scritto 4.3	Trasporti alternativi: veicoli a bassa em. e a carburante alt.		Relazione tecnica attività di gestione	POPE_RLAI_000300	NO	/	/	/
SS scritto 4.4	Trasporti alternativi: capacità dell'area di parcheggio		Rilievo	POPE_DSIO_010000	NO	/	/	/
SS scritto 5.1	Sviluppo del sito: proteggere e ripristinare l'habitat		Layout cantiere	POPE_DSA1_031200	SI	NO	1	Media
			Relazione generale	POPE_RLAI_010301				
SS scritto 5.2	Sviluppo del sito: massimizzare gli spazi verdi		Pianimetria generale	POPE_DSIO_010101	SI	SI	1	Bassa
SS scritto 6.1	Acque meteoriche: controllo della quantità		Capitolato speciale d'appalto - impianti meccanici	POPE_RLMI_000800	SI	NO	1	Bassa
			Analisi del sito	Allegato_K				
SS scritto 6.2	Acque meteoriche: controllo della qualità		Vasche prima pioggia	POPE_DSIO_760100	SI	SI	1	Bassa
SS scritto 7.1	Effetto isola di calore: superfici esterne		Pianimetria_C	POPE_DSIO_025000	SI	NO	1	Media
SS scritto 7.2	Effetto isola di calore: coperture		Pianimetria_piano secondo_economico	POPE_DSA2_130301				
			Pianimetria_piano tecnico_economico	POPE_DSA2_130401				
			Pianimetria_piano primo_ospedale	POPE_DSA1_120201				
			Pianimetria_piano primo_ospedale	POPE_DSA1_120302	SI	NO	1	Media
			Pianimetria_piano primo_ospedale	POPE_DSA1_120402				
			Pianimetria_piano primo_ospedale	POPE_DSA1_120502				
			App.meccaniche - economie/ospedale	POPE_DSMx_100x00				
SS scritto 8	Riduzione dell'inquinamento luminoso		Rel.Imp.el.e speciali: Plan_Illuminazione_Esterna	POPE_DSEO_010400	SI	Non prevista	1	Media
PUNTEGGIO MASSIMO ACQUISIBILE AREA AMBIENTALE SOSTENIBILITÀ DEL SITO							26	
TOTALE PUNTEGGIO ACQUISITO AREA AMBIENTALE SOSTENIBILITÀ DEL SITO							20	

## Appendice A2

**Tabelle A2.2 - A2.3 – A2.4: Risultati analisi aree ambientali**

“Gestione delle acque – Energia e ambiente – Materiali e risorse”

GESTIONE DELLE ACQUE									
CREBITO	TITOLO	FONTE DATI - DOCUMENTAZIONE	CODICE	RISPETTO	PRESTAZIONE ESEMPLARE	PUNTI	DIFFICOLTÀ		
GA Pre requisito 1	Riduzione dell'uso dell'acqua	Relazione specialistica impianti meccanici	POPE_RLM1_000100	SI/NO	Non prevista	/	Medio/Alta		
GA Credito 1	Gestione efficiente delle acque a scopo irriguo	Relazione di calcolo impianti meccanici Imp. Mecc.; Planimetria esterna irrigazione	POPE_RLM1_000200 POPE_DSM1_101600	SI	NO	4	Media		
GA Credito 2	Tecnologie innovative per le acque reflue	Relazione di calcolo impianti meccanici Planimetria fognatura acque nere	POPE_RLM1_000300 POPE_DS10_700000	SI/NO	NO	2	Media		
GA Credito 3	Riduzioni dell'uso dell'acqua	/	/	SI/NO	NO	/	/		
PUNTEGGIO MASSIMO ACQUISIBILE AREA AMBIENTALE GESTIONE DELLE ACQUE									
TOTALE PUNTEGGIO ACQUISITO AREA AMBIENTALE GESTIONE DELLE ACQUE									
6									
ENERGIA E AMBIENTE									
CREBITO	TITOLO	FONTE DATI - DOCUMENTAZIONE	CODICE	RISPETTO	PRESTAZIONE ESEMPLARE	PUNTI	DIFFICOLTÀ		
EA Pre requisito 1	Commissioning di base dei sistemi energetici dell'edificio	Capitolato speciale d'appalto - impianti meccanici	POPE_RLM1_000800	SI	Non prevista	/	Media		
EA Pre requisito 2	Prestazioni energetiche minime	/	/	SI/NO	Non prevista	/	Alta		
EA Pre requisito 3	Gestione di base dei fluidi refrigeranti	Relazione di calcolo impianti meccanici	POPE_RLM1_000200	SI	Non prevista	/	Bassa		
EA Credito 1	Ottimizzazione delle prestazioni energetiche	/	/	SI/NO	Non prevista	SI/NO	Alta		
EA Credito 2	Produzione in sito delle energie rinnovabili	Relazione specialistica - Impianto elettrico Capitolato speciale d'appalto - impianto elettrico	POPE_RLE1_000100 POPE_RLE1_000700	SI	SI	7	Media		
EA Credito 3	Commissioning avanzato dei sistemi energetici	Analisi del sito	Allegato K	NO	/	/	/		
EA Credito 4	Gestione avanzata dei fluidi refrigeranti	/	/	NO	Non prevista	/	/		
EA Credito 5	Misure e collaudi	/	/	NO	Non prevista	/	/		
EA Credito 6	Energia verde	/	/	NO	NO	NO	Media		
PUNTEGGIO MASSIMO ACQUISIBILE AREA AMBIENTALE ENERGIA E AMBIENTE									
TOTALE PUNTEGGIO ACQUISITO AREA AMBIENTALE ENERGIA E AMBIENTE									
7									
MATERIALI E RISORSE									
CREBITO	TITOLO	FONTE DATI - DOCUMENTAZIONE	CODICE	RISPETTO	PRESTAZIONE ESEMPLARE	PUNTI	DIFFICOLTÀ		
MR Pre requisito 1	Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili	Isola ecologica Piano di gestione ambientale	POPE_DSA3_124000 POPE_RLA1_011200	SI	Non prevista	/	Medio/Alta		
MR Credito 1.1	Rinfrigo degli edifici: mantenimento delle murature, solai e coperture esistenti	/	/	ristrutturazioni/ demolizioni	Non prevista	NO	/		
MR Credito 1.2	Rinfrigo degli edifici: mantenimento del 50% dei elementi non strutturali interni	/	/	ristrutturazioni/ demolizioni	Non prevista	NO	/		
MR Credito 2	Gestione dei rifiuti da costruzione	/	/	/	NO	NO	/		
MR Credito 3	Rinfrigo dei materiali	/	/	/	NO	NO	/		
MR Credito 4	Contenuto di riciclabile	/	/	NO	NO	NO	/		
MR Credito 5	Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata	/	/	NO	NO	NO	/		
MR Credito 6	Materiali rapidamente rimovibili	Computo metrico estimativo: opere civili	POPE_RLA1_010501	NO	NO	NO	Medio/Alta		
MR Credito 7	Legno certificato	/	/	Non Definito	Non prevista	/	/		
PUNTEGGIO MASSIMO ACQUISIBILE AREA AMBIENTALE MATERIALI E RISORSE									
TOTALE PUNTEGGIO ACQUISITO AREA AMBIENTALE MATERIALI E RISORSE									
14									
TOTALE PUNTEGGIO MASSIMO ACQUISIBILE AREA AMBIENTALE GESTIONE DELLE ACQUE									
0									

## Appendice A2

**Tabella A2.5:** Risultati analisi area ambientale “Qualità ambientale interna”

QUALITÀ AMBIENTALE INTERNA							
CREDITO	TITOLO	FONTI DATI - DOCUMENTAZIONE	CODICE	RISPETTO	PRESTAZIONE ESEMPLARE	PUNTI	DIFFICOLTÀ
QI Prerequisito 1	Prestazioni minime per la qualità dell'aria	Pianta primo piano economale Imp.condizionamento piano primo economale	POPE_DSA2_130201 POPE_DSM2_210500	SI	Non prevista	/	Medio/Alta
QI Prerequisito 2	Controllo ambientale del fumo di tabacco	Relazione generale Pianta piano terra 5/14 ospedale Impianto di condizionamento	POPE_RLAI_010301 POPE_DSA1_141401 POPE_DSM1_210x00	SI	Non prevista	/	Media
QI Credito 1	Monitoraggio della portata dell'aria di rinnovo	/	/	/	Non prevista	/	/
QI Credito 2	Incremento della ventilazione	/	/	/	Non prevista	/	/
QI Credito 3.1	Piano di gestione/IAQ: fase costruttiva	Piano di sicurezza e coordinamento - Relazione Capitolato speciale d'appalto - Opere edili	POPE_RLAI_010301 POPE_RLAI_0108r01	SI	Non prevista	1	Media
QI Credito 3.2	Piano di gestione/IAQ: prima dell'occupazione	/	/	/	Non prevista	/	/
QI Credito 4.1	Materiali basso emissivi: adesivi, primers, sigillanti, materiali cementizi e finiture per legno	Capitolato speciale d'appalto - Opere edili	POPE_RLAI_010801	NO	Non prevista	NO	Media
QI Credito 4.2	Materiali basso emissivi: pitture	Capitolato speciale d'appalto - Opere edili	POPE_RLAI_010801	SI	Non prevista	1	Media
QI Credito 4.3	Materiali basso emissivi: pavimentazioni	Capitolato speciale d'appalto - Opere edili Tabella finiture	POPE_RLAI_010801 POPE_RLAI_011001	SI	Non prevista	1	Media
QI Credito 4.4	Materiali basso emissivi: prodotti in legno e fibre vegetali	Capitolato speciale d'appalto - Opere edili	POPE_RLAI_010801	SI	Non prevista	1	Media
QI Credito 5	Controllo delle fonti chimiche ed inquinanti indoor	/	/	/	Non prevista	/	/
QI Credito 6.1	Controllo e gestione degli impianti: illuminazione	Impianti elettrici - Ospedale Calcoli esecutivi - Impianti elettrici e speciali	POPE_DES1_110600 POPE_RLE1_000200	SI	Non prevista	1	Media
QI Credito 6.2	Controllo e gestione degli impianti: comfort termico	Relazione specialistica - Impianti elettrico Pianta primo piano economale	POPE_RLE1_000100 POPE_DSA2_133101	SI	Non prevista	1	Medio/Alta
QI Credito 7.1	Comfort termico: progettazione	Imp.condizionamento piano primo economale Relazione di calcolo impianti meccanici	POPE_DSM2_210500 POPE_RLMI_000200	SI	Non prevista	1	Media
QI Credito 7.2	Comfort termico: verifica	Capitolato speciale d'appalto - impianti meccanici	POPE_RLMI_000800	SI	Non prevista	1	Media
QI Credito 8.1	Luce naturale e visione: luce naturale per il 75% degli spazi	/	/	Fase occupazione	Fase occupazione	/	/
QI Credito 8.2	Luce naturale e visione: visuale esterna per il 90% degli spazi	Pianta primo piano economale Abaco_serr_esterni_+1 Abaco serramenti standard Pianta secondo piano 8/15 ospedale	POPE_DSA2_133101 POPE_DSA2_650201 POPE_DSA2_6504r01 POPE_DSA1_145701	SI	NO	1	Alta
PUNTEGGIO MASSIMO ACQUISIBILE AREA AMBIENTALE				QUALITÀ AMBIENTALE INTERNA		15	
TOTALE PUNTEGGIO ACQUISITO AREA AMBIENTALE				QUALITÀ AMBIENTALE INTERNA		10	



# Bibliografia

**Ahmet Hadrovic**, Bioclimatic Architecture: Searching for the Path to Haven Booksurge Llc, **2008**.

**Arena F., Scipioni A.** La Life Cycle Assessment nell'industria di processo. Tesi di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Chimica, Anno Accademico 2002.2003. Università degli Studi di Padova, Padova, **2003**.

**Balasso Romolo**, Pierfrancesco Zen, "Il piano casa della Regione Veneto, Commento e guida pratica alla legge regionale 8 luglio 2009, n. 14", Maggioli Editore, **2009**.

**Bonoli A., Cecchini F., Ciancabilla F., De Robertis C., Franchini F., Menescardi, Neri P.** Analisi del ciclo di vita di un termovalorizzatore: il caso Silla 2 dell'AMSA di Milano. ENEA, Bologna **2004**.

**CIB** World Building Congress, "Building for Enviromental and Economic Sustainability (BEES): Software for selecting cost-effective green building products", Wellington, New Zealand, April **2001**.

**Compendio** del "Rapporto Energia Ambiente 2009, Luglio **2009**; documento disponibile all'indirizzo [www.enea.it](http://www.enea.it)

**De Qualitate** "Rivista Italiana della qualità", ISSN 1123-3249, settembre **2008**.

**Desideri U., Leonardi D., Arcioni L., Consalvi C.**, 2° Workshop della RETE ITALIANA LCA "Sviluppi dell'LCA in Italia, percorsi a confronto", 13 marzo **2008**.

**Galeotto Alberto** Il quadro normativo UNI a supporto della proposta di legge numero 1952 "Sistema casa qualità), 10 aprile **2009**.

**G. Masera, M. F. Ruta**, "Sostenibilità e innovazione in edilizia. Atti del 7° Convegno nazionale", ISTeA 2008, Aracne, **2010**.

**Heli Koukkari** and Leena Sarvaranta, "Ageing challenges in the construction sector" International Journal of Strategic Property Management **2005**.

**International Energy Forum**, "Statistical Review of world Energy" Giugno **2008**.

**ISO, ISO 14025:2000, Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations, 2000.**

**ISO, ISO 14040:2006, Environmental management, Life cycle assessment – Principle and Framework. International Organisation for Standardisation, Genève 2006.**

**ISO, ISO 15392:2008 Sostenibilità in edilizia, Principi generali, 2008.**

**ISO, ISO 21929-1:2006 Sostenibilità in edilizia - Indicatori di sostenibilità - Parte 1: Quadro per lo sviluppo di indicatori per gli edifici, 2006.**

**ISO, ISO 21930:2007, Sustainability in building constructions – Environmental declaration of building products, 2007.**

**ISO, ISO 21931-1:2006 - Sostenibilità in edilizia - Quadro dei metodi di valutazione per le prestazioni ambientali nei lavori di costruzione – Parte 1: Edifici, 2006.**

**Jerry Yudelson, “green building terminology”, New Society Publishers, 2007.**

**Lavagna Monica, ”Iniziative e percorsi normativi verso la sostenibilità in edilizia”, 2009.**

**Lavagna Monica, 2° Workshop della RETE ITALIANA LCA “Sviluppi dell’LCA in Itali, percorsi a confronto”, 13 marzo 2008.**

**Legge Regionale n. 4 del 09 marzo 2007, “Iniziative ed interventi regionali a favore dell’edilizia sostenibile” 2007.**

**Legge Regionale n. 14 del 09 marzo 2009, “Intervento regionale a sostegno del settore edilizio e per favorire l’utilizzo dell’edilizia sostenibile” 2009.**

**Manuale LEED Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni, “Green Building nuove costruzioni e ristrutturazioni”, 2009.**

**Michelle Cottrell, Guide to the LEED Green Associate (GA) Exam, Green Association Services 2010.**

**Nazioni Unite, “Modernizzazione e gestione dell’abitazione plurifamiliare, analisi delle risposte al questionario”, 2008.**

**Nemry F., Uihlein A.**, "potenziali di miglioramento ambientale degli edifici residenziali", IMPRO-Building, **2008**.

**Norris M, Shiels P.**, "Rapporto nazionale sullo sviluppo edilizio nei paesi europei", Dublino, **2004**.

**Protocollo ITACA** per la valutazione della qualità energetica ed ambientale di un edificio, Relazione e Documenti, Roma, 15 gennaio **2004**.

**Ralph Horne, Tim Grant, Karli Verghese**, "Life Cycle Assessment, Principles, Pratiche and Prospects", CSIRO PUBLISHING, **2009**.

**Rapporto Conferenza Euro costruttori**, "Tendenze del mercato europeo delle costruzioni al 2010, alloggi sociali e riqualificazione delle zone suburbane", Roma **2008**.

**REGOLAMENTO (CE) N. 66/2010 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO** del 25 novembre 2009 relativo al marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE), **2009**.

**Scipioni Antonio** "Dispense di Gestione ambientale strategica", Centro Studi Qualità Ambiente, Università degli Studi di Padova, Padova, A.A. 2006-**2007**.

**Scudo Gianni**, Silvia Piardi, "Edilizia sostenibile", Sistemi Editoriali, **2002**.

**SETAC** A Technical framework for Life Cycle Assessment. Workshop report from the Smuggler Notch, Vermont **1991**.

**SETAC** (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), 1993 documento disponibile al sito [www.setac.org](http://www.setac.org), **1993**.

**UNCED**, United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3-14 June **1992**.

**UNEP, SETAC** Life Cycle Management. A business guide to sustainability. United Nation Environment Programme **2007**

**UNEP**, "Edilizia e il cambiamento climatico", **2007**.

**UNI**, UNI 11277:2008 "Sostenibilità in edilizia - Esigenze e requisiti di ecocompatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione", **2008**.

## SITI INTERNET CONSULTATI

- <http://www.apat.gov.it>
- <http://www.athenasmi.org>
- <http://envest2.bre.co.uk>
- <http://www.ecosmes.net>
- <http://www.enea.it>
- <http://www.gbcitalia.org>
- <http://www.ief.org>
- <http://www.iisbeitalia.org>
- <http://www.infrastrutture.gov.it>
- <http://www.iso.org>
- <http://lct.jrc.ec.europa.eu>
- <http://www.regione.veneto.it>
- <http://www.setac.org>