

R.E.C.

Dentro la Sfida del Clima

Dalla teoria alla pratica: verso un
regolamento per la sostenibilità e la
qualità ambientale in edilizia

Università degli Studi di Trento

Prof.ssa Sara Favargiotti (responsabile scientifico)

Prof. Rossano Albatici

Dr. Anna Codemo (post-doc Caritro)

Arch. Francesco Baldo

Comune di Trento

Arch. Elisabetta Miorelli (referente)

Ing. Silvio Fedrizzi (referente UniCittà)

geom. Manuel Vescovi

ing. Annalisa Longhi

Autori

Rossano Albatici, Sara Favargiotti, Anna Codemo, Francesco Baldo
Università degli Studi di Trento
DICAM | Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica

Il gruppo di ricerca DICAM - Università di Trento, costituitosi nel quadro dell'accordo Università e Città tra Università di Trento e Comune di Trento, vede una configurazione scientifica multidisciplinare composta da:
prof.ssa Sara Favargiotti responsabile scientifico con prof. Rossano Albatici post doc Anna Codemo
Collaboratore: Francesco Baldo

Assessorato del Comune di Trento:
dott.ssa Monica Baggia - Assessora con delega in materia di urbanistica e sviluppo economico

Servizio edilizia privata e del Comune di Trento:
Arch. Elisabetta Miorrelli - Dirigente servizio Edilizia Privata e geom.
Manuel Vescovi, ing. Annalisa Longhi
Ing. Silvio Fedrizzi - Dirigente del Servizio Urbanistica e referente Uni
Città



UNIVERSITÀ
DI TRENTO
Dipartimento di
Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica



COMUNE
DI TRENTO



Indice

3 Schede di Approfondimento	69
3.a STRUMENTI OPERATIVI	70
St_01 Risparmio e riuso delle acque	74
St_02 Invarianza idraulica	78
St_03 Regimazione delle acque piovane	80
St_04 Qualità dell'acqua	82
St_05 Indice RIE (Riduzione dell'Impatto Edilizio)	84
St_06 Indice Microclimatico (IM)	88
St_07 Riflessione solare	90
St_08 Materiali sostenibili e di riciclo	92
St_09 Recupero degli edifici e flessibilità	94
St_10 Inserimento nel contesto	96
St_11 Mobilità sostenibile	98
St_12 Funzionalità e sicurezza degli spazi	102
St_13 Connessioni ecologiche	106
St_14 Qualità dell'aria	110
3.b DISPOSITIVI PROGETTUALI	112
D_01 Recupero delle acque meteoriche	114
D_02 Sistemi di recupero acque grige	116
D_03 Sistemi di risparmio idrico	118
D_04 Sistemi di laminazione	120
D_05 Sistemi di filtrazione	122
D_06 Sistemi di infiltrazione sotterranei	124
D_07 Sistemi di infiltrazione superficiali	126
D_08 Pavimentazioni permeabili	128
D_09 De-pavimentazione (de-paving)	130
D_10 Giardini della pioggia (rain gardens)	131
D_11 Giardini tascabili	132
D_12 Orti urbani	133
D_13 Messa a dimora di alberi e arbusti	134
D_14 Ventilazione urbana	135
D_15 Corridoi ecologici	136
D_16 Tetti verdi intensivi o estensivi	137
D_17 Pergole verdi o fotovoltaiche	139
D_18 Rifugi climatici (climate shelter)	140
D_19 Materiali con alta riflessione solare	141
D_20 Materiali con contenuto riciclato	142
D_21 Parcheggi per biciclette e servizi accessori	143
D_22 Sistemi di moderazione del traffico (traffic calming)	144
4 Interviste	147
5 Appendici	155
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA IMMAGINI	166

1 Progetto REC	7
1.a OBIETTIVI E RISULTATI ATTESI	9
1.b CRONOPROGRAMMA E ATTIVITÀ	10
1.c STRUMENTI OPERATIVI COORDINATI	11
1.d NORMATIVA ALLO STATO DI FATTO	12
1.e METODOLOGIA DELLA RICERCA	14
1.f CASI STUDIO	18
2 Matrice REC	27
2.a SCHEDE PAESC	30
2.b OBIETTIVI	36
2.c SFIDE	44
S_01 - Preservare gli ecosistemi	46
S_02 - Migliorare il microclima locale	48
S_03 - Arrestare il consumo di suolo	50
S_04 - Aumentare la resilienza climatica	52
S_05 - Affrontare la scarsità idrica	54
S_06 - Contenere le emissioni clima-alteranti	56
S_07 - Ridurre il consumo di materie prime	58
S_08 - Migliorare il benessere urbano	60
2.d STRUMENTI OPERATIVI	62
2.e DISPOSITIVI PROGETTUALI	65

Il Comune di Trento, quale firmatario del "Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia", ha approvato nel 2022 il **Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima** (PAESC). Questo piano è stato sviluppato con l'obiettivo di integrare le strategie di mitigazione delle emissioni di CO₂ e le misure di adattamento ai cambiamenti climatici nelle politiche comunali, dimostrando l'impegno del Comune verso un futuro più sostenibile e resiliente.

Il PAESC si allinea perfettamente con il Piano Energetico Ambientale Provinciale (PEAP) 2021-2030, che definisce un quadro d'azione a lungo termine. Entrambi i piani puntano a ridurre l'impatto ambientale attraverso azioni concrete e misurabili, sia per la mitigazione delle emissioni che per l'adattamento ai cambiamenti climatici in atto. Queste misure possono essere implementate in modo efficace attraverso strumenti come il Regolamento edilizio comunale, che gioca un ruolo chiave nella pianificazione urbana e nello sviluppo sostenibile della città.

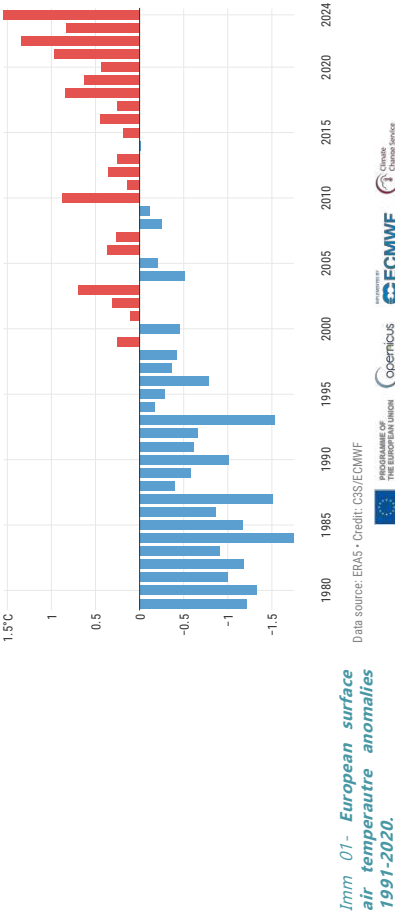
Si inserisce in questo contesto il Progetto REC con lo scopo di **definire e proporre misure efficaci per migliorare la qualità e la sostenibilità ambientale** di tutte le nuove costruzioni e interventi edilizi. Il progetto mira a sviluppare strategie operative da integrare direttamente nel Regolamento Edilizio Comunale, affinché il Comune possa non solo regolamentare, ma anche guidare e promuovere una progettazione volta alla sostenibilità ambientale a tutela del territorio.

La città di Trento è una città alpina⁰¹, caratteristica che ne influenza profondamente il tessuto socio-economico e la relazione con il territorio naturale circostante. Il legame con la natura è infatti una delle principali risorse della città, che si riflette sia nella qualità della vita dei cittadini sia nel settore economico. Tuttavia, questa stretta relazione con l'ambiente rende il Comune particolarmente sensibile agli effetti dei cambiamenti climatici, che stanno trasformando il modo di vivere e gestire il territorio.

Gli effetti del cambiamento climatico sono diventati sempre più visibili, con un incremento nella frequenza e nell'intensità degli eventi meteorologici estremi, oltre alle previsioni attese⁰². Negli ultimi anni il Nord Italia ha assistito a numerosi eventi alluvionali, come quelli che hanno colpito l'Emilia e la Lombardia, e alla siccità estrema in regioni come la Sicilia, dimostrando quanto il problema sia diffuso e grave.

01 Città alpina dell'anno 2024; <https://www.cittaalpina.org>

02 Il clima è già cambiato - gli impatti di siccità e caldo estremo sulle città, i territori e le persone; rapporto 2022 Legambiente Città clima; a cura di Gabriele Nanni e Andrea Minutolo; con il contributo di Unipol gruppo.



Un recente rapporto pubblicato il 26 settembre 2024 dal Copernicus Climate Change Service (C3S) conferma che l'estate del 2024 è stata la più calda mai registrata, con una temperatura media di 1,54 °C sopra la media del periodo 1991-2020. Anche il Mar Mediterraneo ha registrato un record storico con una temperatura superficiale media che ha raggiunto i 28,45 °C a metà agosto 2024. Questi dati rappresentano solo uno degli indicatori di un riscaldamento globale che avanza a ritmi preoccupanti.⁰³

Il territorio della Provincia di Trento non è esente da queste dinamiche: nel 2022, ad esempio, la tragedia del distacco del seracco sulla Marmolada ha messo in luce la vulnerabilità dei ghiacciai alpini, con un pesante costo di vite umane. Questo evento drammatico ha rappresentato un segnale chiaro dell'urgenza di intervenire non solo per mitigare gli effetti del cambiamento climatico, ma anche per adattarsi a una nuova realtà climatica.

Per tutte queste ragioni, l'importanza di piani integrati di mitigazione e adattamento non è mai stata così evidente. Le azioni di mitigazione, come la promozione del trasporto pubblico e la piantumazione di tetti verdi sono fondamentali per la riduzione delle emissioni di CO₂. Tuttavia, è altrettanto cruciale attuare azioni di adattamento, come una gestione più efficiente delle acque di run-off o strategie per mitigare l'effetto isola di calore.

Il Progetto REC, attraverso **misure implementabili e monitorabili**, vuole contribuire nel fornire al Comune di Trento gli strumenti necessari per rispondere a queste sfide, **promuovendo un'edilizia sostenibile e resiliente in linea con gli obiettivi climatici europei e internazionali**.

Le attività di ricerca sono coordinate dal gruppo di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica (DICAM) dell'Università di Trento in collaborazione con il Servizio edilizia privata e SUAP e il Servizio sostenibilità e transizione ecologica del Comune di Trento, e hanno come obiettivi:

- **individuazione di azioni volte al miglioramento dell'efficiamento energetico** sul patrimonio edilizio, della sostenibilità e della qualità ambientale degli interventi edilizi con riferimento agli strumenti di programmazione allo specifico contesto territoriale del Comune di Trento;
- **definizione di misure efficacemente implementabili e monitorabili da introdurre nel regolamento Edilizio Comunale**, raccolta di casi studio ed esperienze di successo come apparato conoscitivo e scientifico di riferimento (best practices) anche attraverso interviste mirate e sopralluoghi diretti;
- **attivazione di processi di comunicazione, sensibilizzazione e condivisione sociale** degli obiettivi e delle soluzioni ad un pubblico specializzato e non.

Gli impatti attesi del progetto in riferimento alla città di Trento e alla comunità universitaria sono:

- **implementazione di misure volte ad incentivare la transizione ecologica nel settore edilizio in modo da concorrere agli obiettivi del PAESC;**
- **perseguimento di obiettivi di benessere della collettività e delle generazioni future** coerentemente agli obiettivi agenda 2030, con contestuali ricadute positive per cittadini e popolazione afferente al mondo universitario;
- **opportunità di percorsi di formazione per laureandi per applicare proprie competenze su un caso reale**, creando una sinergia positiva Comune e Università.

03 C3S seasonal outlook: summer 2024: <https://climate.copernicus.eu/esotc/2023>

La ricerca ha una durata di 11 mesi, concludendosi nell'autunno del 2024, e prevede un'organizzazione delle attività attraverso le seguenti fasi operative.

Fase 1: approfondimenti tematici presso i Servizi competenti nei settori della sostenibilità ambientale, edilizia e pianificazione urbanistica comunali

Fase 2: ricognizione delle norme e degli strumenti di programmazione relativi all'edilizia sostenibile in provincia di Trento (PEAP, PAESC, Disposizioni in materia di edilizia sostenibile L.P. 1/2008 e relativo regolamento attuativo)

Fase 3: attività di ricerca di casi studio nazionali come apparato scientifico di riferimento al fine di portare pratiche e processi di successo (best practices)

Fase 4: elaborazione di un documento di sintesi propedeutico alla introduzione di misure volte al miglioramento della sostenibilità e della qualità ambientale nel Regolamento Edilizio Comunale

Fase 5: comunicazione dei risultati attraverso elaborazioni e materiale grafico (presentazioni e report) e divulgazione

Il Comune di Trento, attraverso i suoi Servizi tecnici, si impegna a perseguire gli obiettivi delineati dai principali documenti strategici, tra cui il Piano Energetico Ambientale Provinciale (PEAP), la Strategia Provinciale per lo Sviluppo Sostenibile (SproSS) e il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) di Trento.

Nell'ambito della nostra ricerca, sono stati organizzati vari incontri con i Servizi del Comune e gli stakeholder locali, come ordini professionali e associazioni di categoria. Questi confronti sono stati cruciali per discutere le tematiche affrontate e orientare correttamente il progetto.

In particolare, gli incontri con i Servizi tecnici del Comune hanno consentito di tracciare un quadro dei progressi compiuti fino a oggi e dello stato attuale della documentazione, inclusi i progetti in corso e quelli già redatti.

È fondamentale tenere a mente la **trasversalità delle tematiche trattate e l'importanza di un allineamento continuo tra i vari servizi comunali**. Proprio per questo, si ritiene opportuno fornire una "fotografia" aggiornata della situazione.

Di seguito è riportato un elenco, non esaustivo, dei Servizi del Comune di Trento e dei rispettivi strumenti mirati a perseguire gli obiettivi individuati dalla SproSS, quali biodiversità, risorse idriche, riduzione delle emissioni, sicurezza del territorio ed economia circolare.

Tab 01- Servizi del comune di Trento e relativi Strumenti utili in ottica sostenibile

Strumento	Servizio
PAESC	SOSTENIBILITÀ E TRANSIZIONE ECOLOGICA
PIANO REGOLATORE	URBANISTICA
Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS)	MOBILITÀ E RIGENERAZIONE URBANA - MOBILITÀ SOSTENIBILE
REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE	EDILIZIA PRIVATA E SUAP
REGOLAMENTO DEL VERDE	GESTIONE STRADE E PARCHI - PARCHI E GIARDINI
REGOLAMENTO FOGNATURE	OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA

1.d NORMATIVA ALLO STATO DI FATTO

Nella prima fase di ricerca e allineamento rispetto agli strumenti del Comune di Trento, il gruppo di ricerca ha raccolto e studiato la normativa vigente sul territorio Comunale ricomprendendo aspetti Provinciali e Nazionali.

Testo cardine per la gestione del territorio nella Provincia di Trento è la **normativa urbanistica L.P. 15/2015**, che ha sostituito quasi completamente la **L.P. 1/2008** "Pianificazione Urbanistica e governo del territorio" per la quale rimangono in vigore il **Titolo IV " Disposizioni in materia di edilizia sostenibile e libretto del fabbricato"**; Capo II premialità edilizia sostenibile con articoli da 83 a 91 e successiva Delibera della Giunta Provinciale nr. 2091/2021 e relativo allegato alla normativa specificata con DGP 2091 permette, nel rispetto di determinati elementi di sostenibilità, l'accesso a sconti sul contributo di costruzione e la premialità in termini di incremento della SUN.

Nel 2009 è stato introdotto il Decreto del Presidente della Provincia **nr. 11-13/Lg** con importanti aspetti legati al fotovoltaico tra i quali: per le nuove costruzioni il soddisfacimento di almeno il 65% dei consumi.

Uno strumento di controllo importante è la VAS (Valutazione ambientale strategica) introdotta a livello europeo dalla Direttiva 2001/42/CE e recepita in Italia con il D.Lgs. 152/2006.

È una procedura che permette di integrare considerazioni di carattere ambientale nell'elaborazione, adozione e approvazione di strumenti di pianificazione e programmazione che riguardano diversi settori di attività, tra i quali l'energia, i trasporti, la pianificazione del territorio e la gestione dei rifiuti, e possono avere effetti significativi sull'ambiente. Obiettivo della VAS è garantire, fin dalle prime fasi decisionali, la sostenibilità delle scelte da intraprendere e monitorarne nel tempo gli effetti sull'ambiente.

La valutazione ambientale strategica si applica ai piani e programmi che rientrano nell'ambito di applicazione definito dalla normativa nazionale (art. 6 del D.Lgs.152/2006). In Provincia di Trento la disciplina di riferimento è rappresentata dal **decreto del Presidente della Provincia 3 settembre 2021, n. 17-51/Leg per i piani e programmi** la cui approvazione compete alla Provincia, dPP 17 luglio 2020, n. 8-21/Leg e dPP 14 settembre 2006, n. 15-68/Leg .

Sul comune di Trento è inoltre in vigore il documento: **"Regolamento per la diffusione della edilizia sostenibile del 2007"**, che tramite dei punteggi legati ad una progettazione sostenibile permette l'accesso a determinate agevolazioni. Il documento ripercorre i seguenti temi:

Asse 1 Inserimento ambientale e requisiti propedeutici

1.1 Analisi del sito e scelte localizzative

1.2 Sistemazioni esterne e qualità del verde

Asse 2 Contenimento dei consumi energetici

2.1 Invernali (riscaldamento)

2.2 Estivi (raffrescamento) ed elettrici

2.3 Idrici (e riuso dell'acqua)

Asse 3 Sistema costruttivo e qualità dei materiali dell'involucro edilizio

3.1 Muri perimetrali e superfici verticali opache
3.2 Serramenti e superfici trasparenti
3.3 Elementi orizzontali: solai e coperture

Asse 4 Comfort e riduzione dell'inquinamento indoor

4.1 Inquinamento elettromagnetico

4.2 Inquinamento acustico

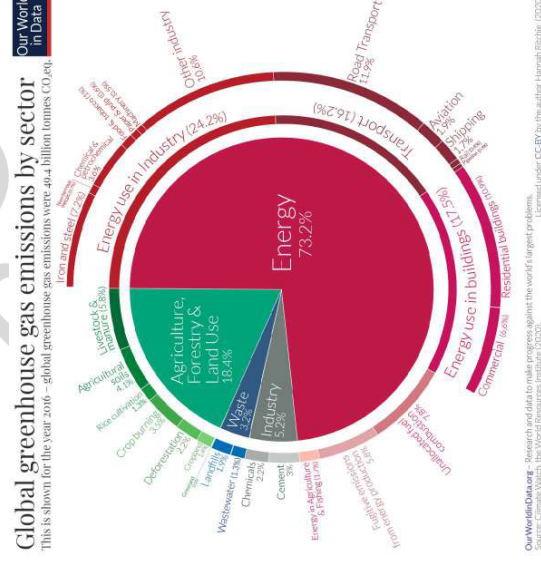
4.3 Inquinamento dell'aria

Asse 5 Valori sociali

5.1 Integrazione paesaggistica e partecipazione

Asse 6 Azioni coordinate

Lo studio della normativa in vigore verte all'approfondimento dei temi legati alla riduzione dell'impatto climatico del costruito rispetto al sistema città - ambiente. In particolare, si è indagato l'insieme di strumenti utili per guidare una progettazione sostenibile e resiliente, analisi indispensabile per evidenziare le tematiche attualmente mancanti, e poter proporre nuovi strumenti.



1.e METODOLOGIA DELLA RICERCA

Imm 03 - Grafico che rappresenta la metodologia di progetto

L'obiettivo della ricerca è di fornire un supporto scientifico per l'integrazione di misure per l'adattamento e la mitigazione climatica negli strumenti tecnico normativi del comune di Trento. Per raggiungere questo obiettivo, è stato adottato un approccio circolare e iterativo basato sulla ricognizione delle esigenze nel contesto della città di Trento e sullo studio di casi nazionali e internazionali di rilevante interesse.



In coerenza con le fasi operative descritte nei paragrafi precedenti, lo studio è orientato a:

- i) definire gli **obiettivi** volti alla sostenibilità e resilienza climatica;
- ii) formulare specifiche **sfide** per perseguire gli obiettivi;
- iii) proporre **strumenti** misurabili, quantificabili e monitorabili che possano essere messe in campo dal Comune per aggiornare gli strumenti attuativi;
- iv) esporre **dispositivi**, ovvero strumenti progettuali per l'attuazione degli strumenti.

Tale struttura viene sintetizzata da una matrice che identifica strumenti e dispositivi innovativi a sostegno della transizione ecologica nel settore edilizio. Ogni strumento e dispositivo vengono successivamente approfonditi in specifiche schede.

In particolare, la metodologia adottata per i punti i) e ii) consiste in:

- studio e sintesi degli obiettivi nel contesto trentino evidenziati da piani e documenti in vigore (e.g. PEAP, PAESC);
- studio della letteratura per individuare obiettivi e ambiti di applicazione innovativi.

La metodologia adottata per il punto iii) prevede:

- l'individuazione e l'esplorazione di casi studio nazionali come apparato di riferimento per l'integrazione di pratiche, processi e azioni di successo negli strumenti attuativi;
- interviste con amministratori pubblici dei casi studio selezionati per evidenziare aspetti positivi e negativi delle pratiche adottate;
- l'attivazione di un processo di consultazione e revisione delle strategie proposte con i portatori di interesse locali (e.g. altri servizi del Comune di Trento, rappresentanti degli ordini)

La metodologia adottata per il punto iv) consiste in:

- raccolta e sintesi di casi studio progettuali di rilevanza nazionale e internazionale.

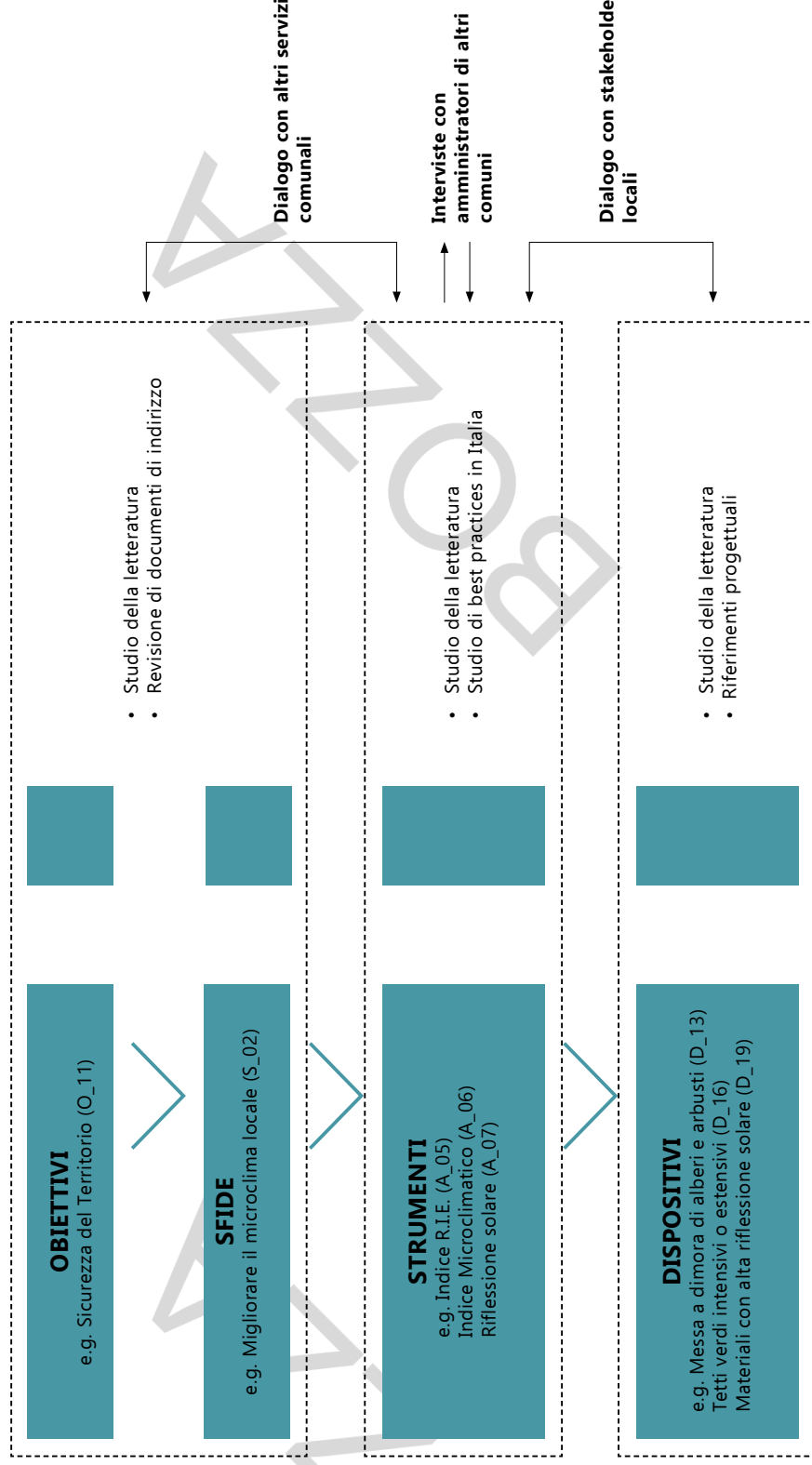
A pagina seguente si riporta lo schema della metodologia adottata.



Imm 04- Plateau de Saclay, Grand Paris, Michel Desvigne, Paris-Saclay, 2009-2021;

Il cluster Paris-Saclay è una nota "città campus" a sud ovest di Parigi dove il paesaggio e gli spazi aperti sono di fondamentale importanza. All'interno di queste aree vi è una commissione di programmi che combina: istruzione superiore, ricerca, imprese e sviluppo residenziale. I sistemi edificati compatti riducono al minimo l'impatto sugli appezzamenti agricoli e sul suolo in generale di modo che la struttura paesaggistica esistente sia valorizzata e amplificata. I terreni agricoli sono preservati e l'intero territorio si configura come un arcipelago ecologicamente coerente. Il risultato è uno spazio pubblico a scala territoriale che integra le strutture ecologiche necessarie al funzionamento dei nuovi quartieri: zone umide per la gestione della biodiversità e vasti bacini di stoccaggio dell'acqua data la scarsa permeabilità del suolo.

**Obiettivi di sostenibilità
e resilienza climatica**
Allineamento del REC alle sfide di Trento



Strumenti monitorabili e misurabili
Aggiornamento di requisiti definiti per
interenti edili

**Possibili soluzioni
per rispettare i requisiti**
Strumenti di supporto per i progettisti

1.f CASI STUDIO

Lo studio di riferimenti e casi studio è stato fondamentale per redigere il presente documento, in particolare modo il riferimento ad altre esperienze svolte nelle città italiane. Di seguito si riportano il confronto delle procedure urbanistiche attive in altri comuni. Gli strumenti e processi in vigore presso alcune di queste realtà sono stati approfonditi tramite interviste, il cui estratto è riportato nel capitolo "4. Interviste".

Per la scelta dei casi studi si è deciso di partire dal documento di Legambiente: Rapporto Città - Clima 2022, che riporta in sintesi i passi fatti verso la sostenibilità e l'ambiente da parte dei Comuni italiani. Nelle pagine finali del documento è riportato quanti e quali comuni trattano nei propri sistemi normativi i temi legati alla sostenibilità. Oggi i comuni italiani sono 7.896⁰⁴; la permeabilità dei suoli viene trattata da 335 comuni, i tetti verdi da 528, 847 comuni hanno inserito il tema del risparmio idrico, il recupero delle acque meteoriche è trattato da 794 comuni, il recupero delle acque grigie da 285 comuni, la fitodepurazione è trattata da 135 Comuni.⁰⁵

A partire da questo studio, sono state selezionate 6 città di cui approfondire l'impalcato normativo e le norme specifiche: Bologna, Milano, Brescia, Reggio Emilia, Bolzano e Modena. Inoltre, si riporta un **breve approfondimento di tre Regolamenti Edilizi che più hanno influenzato la ricerca: Bolzano, Milano e Bologna** per evidenziarne la struttura e i contenuti.

In primo luogo, si evidenziano le differenze nella struttura dei regolamenti edilizi, secondo un **indice condiviso che è definito dal Regolamento Edilizio Tipo (RET)**, previsto dall'Intesa raggiunta il 20/10/2016 tra Stato, Regioni e ANCI, che prevede la redazione di tre documenti:

- schema del Regolamento edilizio tipo
 - l'insieme di 42 definizioni edilizie-urbanistiche uniformi
 - la raccolta della normativa statale in materia edilizia
- Tale percorso di pone come risposta alle esigenze del legislatore nazionale, espressa con la modifica all'art. 4 del D.P.R. n. 380 del 2001, tra le quali **incrementare la qualità in edilizia in materia di sicurezza e di risparmio energetico**.

Lo schema del Regolamento edilizio tipo prevede un indice suddiviso in due parti: la prima presenta i principi generali su cui deve essere basata l'attività edilizia, la seconda raccoglie le specifiche disposizioni regolamentari locali definite da ogni Comune secondo le peculiarità del proprio territorio.

Nella pagina seguente, si riporta in maniera schematica l'indice del RET con evidenziati i contenuti di interesse.⁰⁶

⁰⁴ Dipartimento per gli Affari Interni e Territoriali, elenco dei comuni italiani vigenti con popolazione riferita al censimento 31/12/2021: https://dati.interno.gov.it/territorio-e-autonomie-locali/sut/elenco_cens_var_comuni_italiani.php

⁰⁵ Il clima è già cambiato - gli impatti di siccità e caldo estremo sulle città, i territori e le persone; rapporto 2022 Legambiente Cittàclima; a cura di Gabriele Nanni e Andrea Minutolo; con il contributo di Unipol gruppo.

⁰⁶ <https://www.mit.gov.it/comunicazione/news/adozione-del-regolamento-edilizio-tipo-ret>

PARTE PRIMA - PRINCIPI GENERALI E DISCIPLINA GENERALE DELL'ATTIVITÀ EDILIZIA

PARTE SECONDA - DISPOSIZIONI REGOLAMENTARI COMUNALI MATERIA EDILIZIA

TITOLO I DISPOSIZIONI ORGANIZZATIVE E PROCEDURALI

Capo I - SUE, SUAP e organismi consultivi

Capo II - Altre procedure e adempimenti edilizi

TITOLO II - DISCIPLINA DELLA ESECUZIONE DEI LAVORI

Capo I - Norme procedurali sull'esecuzione dei lavori

Capo II - Norme tecniche sull'esecuzione dei lavori

TITOLO III - DISPOSIZIONI PER LA QUALITÀ URBANA, PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE E FUNZIONALI.

Capo I - Disciplina dell'oggetto edilizio

1. Caratteristiche funzionali, degli edifici

2. Requisiti prestazioni degli edifici, riferiti alla compatibilità ambientale, all'efficienza energetica e al comfort abitativo, finalizzati al contenimento dei consumi energetici e idrici, all'utilizzo di fonti rinnovabili e di materiali eco-compatibili, alla riduzione delle emissioni inquinanti o climalteranti, alla riduzione dei rifiuti e del consumo di suolo

3. Requisiti e parametri prestazionali integrativi degli edifici soggetti a flessibilità progettuale

4. Incentivi (riduzione degli oneri di urbanizzazione, premi di edificabilità, deroghe ai parametri urbanistico-edilizi, fiscalità comunale) finalizzati all'innalzamento della sostenibilità energetico ambientale degli edifici, della qualità e della sicurezza edilizia, rispetto ai parametri cogenti

...

Capo II - Disciplina degli spazi aperti, pubblici o di uso pubblico

Capo III - Tutela degli spazi verdi e dell'ambiente

Contiene disposizioni regolamentari riguardanti le regole tecniche e i requisiti qualitativi per la relazione e la salvaguardia di:

1. Aree verdi

2. Parchi urbani e giardini di interesse storico e documentale

3. Orti urbani

4. Parchi e percorsi in territorio rurale

5. Sentieri

6. Tutela del suolo e del sottosuolo

è prevista la possibilità di rimandare ad apposito regolamento comunale che tratti la materia del verde pubblico e privato, in modo specifico e coordinato con tutte le altre norme vigenti di settore, (ove possibile in forma di allegato allo stesso Regolamento Edilizio)

Capo IV - Infrastrutture e reti tecnologiche

1. Approvvigionamento idrico

2. Depurazione e smaltimento delle acque

...

6. Ricarica dei veicoli elettrici

7. Produzione di energie da fonti rinnovabili, da cogenerazione e reti di teleriscaldamento

...

Capo V - Recupero urbano, qualità architettonica e inserimento paesaggistico

Contenente ulteriori indicazioni operative per il recupero e la riqualificazione dei luoghi e per la promozione e la salvaguardia del decoro urbano e la sicurezza pubblica, da coordinare con le particolari disposizioni di settore e norme di piano

...

6. Coperture degli edifici

Capo VI - Elementi costruttivi

...

2. Serre bioclimatiche

3. Impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili a servizio degli edifici

4. Coperture, canali di gronda e pluviali

TITOLO IV - VIGILANZA E SISTEMI DI CONTROLLO

TITOLO V - NORME TRANSITORIE

PARTE SECONDA
TITOLO III - DISPOSIZIONI PER LA QUALITA' URBANA, PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE E FUNZIONALI.

Capo I - Disciplina dell'oggetto edilizio

PARTE SECONDA
TITOLO III - DISPOSIZIONI PER LA QUALITA' URBANA, PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE E FUNZIONALI.

Capo I - Norme igienico-edilizie

- Capo II** - Norme in materia di sostenibilità degli edifici
- Art. 40 - Criteri progettuali per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche degli edifici
 - Art. 41 - Impianti di riscaldamento
 - Art. 42 - Contenimento dei consumi idrici
 - Art. 43 - Sistemi di illuminazione
 - Art. 44 - Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili negli edifici
 - Art. 46 - Aree a verde
 - Art. 47 - Dotazioni per la ricarica dei veicoli elettrici
 - Art. 48 - Spazi comuni per il deposito biciclette e locali spogliatoio
 - Art. 49 - Spazi di relazione condominiale e per il gioco dei bambini

Capo III - Disciplina degli spazi aperti, pubblici o di uso pubblico

Capo IV - Infrastrutture e reti tecnologiche

- Art. 57 - Approvvigionamento alle reti dei servizi
- Art. 58 - Scarico delle acque bianche e nere

Capo V - Recupero urbano, qualità architettonica e inserimento paesaggistico

Capo III - Tutela degli spazi verdi e dell'ambiente

Capo IV - Infrastrutture e reti tecnologiche

Capo V - Recupero urbano, qualità architettonica e inserimento paesaggistico

TITOLO IV - VIGILANZA E SISTEMI DI CONTROLLO

TITOLO V - NORME TRANSITORIE

ALLEGATI

...

PARTE SECONDA
TITOLO III - DISPOSIZIONI PER LA QUALITA' URBANA, PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE E FUNZIONALI.

Capo I - Disciplina dell'oggetto edilizio

art.27 Caratteristiche costruttive e funzionali degli edifici

- E8 Controllo dell'illuminamento naturale
- E9 Controllo della temperatura superficiale e della temperatura operante
- E11 Convivenza con la fauna urbana
- E18 Dotazioni impiantistiche minime e per la mitigazione dei danni da alluvioni
- E19 Dotazioni per la mobilità

art. 28 Requisiti prestazionali degli edifici per la compatibilità ambientale nel contesto urbano

- P1 Benessere microclimatico
- P2 Risparmio e riuso delle acque
- P3 Sostenibilità energetica ed emissività
- P4 Regolazione dei cicli naturali
- P5 Economia circolare dei materiali da costruzione da scavo

art. 29 Requisiti e parametri prestazionali integrativi degli edifici soggetti a flessibilità progettuale

art.30 Incentivi volumetrici finalizzati all'innalzamento della qualità e della sicurezza edilizia, rispetto ai parametri cogenti

Capo II - Disciplina degli spazi aperti, pubblici o di uso pubblico

art. 35 Strade

art. 38 Aree per parcheggio

art. 39 Piazze ed aree Pedonalizzate

Capo III - Tutela degli spazi verdi e dell'ambiente

art. 46 Aree verdi e alberature

art. 51 tutela del suolo e del sottosuolo

Capo IV - Infrastrutture e reti tecnologiche

- art. 53 Depurazione e smaltimento acque
- art. 57 Ricariche dei veicoli elettrici
- art. 58 Produzione di energie da fonti rinnovabili, da cogenerazione e reti di teleriscaldamento

Capo V - Recupero urbano, qualità architettonica e inserimento paesaggistico

- art. 61 Facciate degli edifici ed elementi architettonici di pregio
- art. 65 Coperture degli edifici

Capo VI - Elementi costruttivi

- art. 77 Serre bioclimatiche
- art. 78 Impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili a servizio degli edifici

APPENDICE. SCHEDE DI APPROFONDIMENTO

- 2. BM Indice di Benessere Microclimatico
- 3. Albedo. Coefficiente di riflessione delle superfici orizzontali esterne
- 4. RIE. Indice di Riduzione dell'impatto Edilizio

ALLEGATO

Regolaneto del verde pubblico e privato

PARTE SECONDA
TITOLO III - DISPOSIZIONI PER LA QUALITA' URBANA, PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE E FUNZIONALI.

Capo I - Disciplina dell'oggetto edilizio

art.31 Sostenibilità ambientale degli interventi

- 4. Disposizioni generali per il livello minimo di sostenibilità ambientale
- 5. Orientamento degli edifici
- 7. Spazi aperti di pertinenza degli edifici: controllo del microclima urbano e funzionalità
- 8. Disciplina del principio di invarianza idraulica e idrologica
- 9. Spazi accessori per biciclette
- 10. Impianti di ricarica per i veicoli elettrici
- 13. Linee generali per il contenimento dei consumi energetici
- 16. Serre bioclimatiche e sistemi passivi di captazione dell'energia
- 19. Fonti rinnovabili per la produzione di energia
- 20. Materiali e colori delle coperture
- 21. Contabilizzazione dei consumi di acqua potabile negli edifici Classi E1-E7
- 22. Adozione di dispositivi per la regolazione del flusso di acqua negli edifici Classi E1-E7
- 23. Sistema di distribuzione acqua calda sanitaria negli edifici Classi E1-E7
- 25. Riutilizzo delle acque piovane negli edifici Classi E1-E7
- 26. Contenimento dei consumi idrici negli edifici classe E8
- 32. Riduzione delle emissioni indoor dei materiali da costruzione
- 33. Emissioni di Co2eq e indice di riduzione dell'impatto climatico (RIC)
- 34. Relazione di sostenibilità ambientale
- 35. Incentivi
- 37. Tetti e pareti verdi

Capo II - Disciplina degli spazi aperti, pubblici o di uso pubblico

Capo III - Tutela degli spazi verdi e dell'ambiente

...

art. 47 Aree verdi

art.51 Tutela del suolo e del sottosuolo

art. 52 connessioni ecologiche in ambito urbano e peri urbano

art. 53 connessione alla rete verde comunale

art.55 Approvvigioniatore idrico

art. 60 ricarica dei veicoli elettrici

Capo V - Recupero urbano, qualità architettonica e inserimento paesaggistico

Capo VI - Elementi costruttivi

- art. 81 Serre bioclimatiche

TITOLO IV - VIGILANZA E SISTEMI DI CONTROLLO

TITOLO V - NORME TRANSITORIE

ALLEGATI

"I" - Schede tecniche art. 31 - Sostenibilità ambientale degli interventi

"III" - Classi di alberi

"IV" - "Schema di calcolo dei danneggiamenti agli alberi"

"V" - Studio dell'evoluzione della natura e dell' utilizzo della colorazione nel' edilizia storica di Brescia"

Nella pagina precedente, sono stati confrontati alcuni indici dei regolamenti edilizi, prendendo in esame il "Regolamento Edilizio Tipo", il Regolamento Edilizio attuale della città di Trento, e quelli di Bologna e Brescia. Si precisa che ogni comune ha la possibilità di adattare lo strumento normativo, rendendo l'analisi trasversale complessa. Per questo motivo, pur avendo esaminato altri casi studio, non è stato considerato utile riportare i loro dettagli. Ad esempio, Bolzano ha introdotto l'Indice di Riduzione di Impatto Climatico ma non affronta ulteriori temi nello strumento. Milano, invece, mantiene un regolamento tradizionale, integrando le tematiche ambientali nel "Piano delle Regole" del Piano Urbanistico Generale. Reggio Emilia sviluppa questi argomenti in appositi allegati al proprio regolamento.

Inoltre, si sottolinea che i comuni delle regioni Emilia-Romagna e Lombardia operano rispettivamente sotto la legge n. 24 del 2017 e la legge n. 12 del 2005. Queste norme, conformi all'art. 117 della Costituzione (aggiornato nel 2001), stabiliscono le linee guida per il governo del territorio, introducendo il Piano Urbanistico Generale per l'Emilia-Romagna e il Piano di Governo del Territorio per la Lombardia.

Queste differenze legislative sono fondamentali per confrontare i regolamenti edilizi, richiedendo uno studio ampio delle norme e dei piani di pianificazione. Nonostante differenze di struttura, gli strumenti condividono gli obiettivi di contenere il consumo di suolo, promuovere la rigenerazione urbana, migliorare la qualità edilizia e valorizzare l'ambiente e il paesaggio.

BOLOGNA⁰⁷

Il Piano Urbanistico Generale di Bologna comincia con un'analisi approfondita del territorio, che costituisce la base per la definizione di requisiti in base alla localizzazione urbanistica. Il Regolamento Edilizio contiene due articoli fondamentali legati alla sostenibilità e resilienza: art. 27 e art. 28. Tali temi compaiono anche in altri articoli del documento, come ad esempio nell'art. 38 (aree per parcheggio). In particolare, l'art. 28 **"Requisiti prestazionali degli edifici per la compatibilità ambientale nel contesto urbano"** include le seguenti prestazioni:

- P1 Benessere microclimatico e albedo
 - Indice di Benessere Microclimatico BM
 - Coefficiente di riflessione delle superfici orizzontali esterne
- Albedo
- P2 Risparmio e riuso delle acque
- P3 Sostenibilità energetica ed emissività
- P4 Regolazione dei cicli naturali
 - Indice di Riduzione dell'Impatto Edilizio (RIE)
 - Bilancio di permeabilità
 - Vincolo idrogeologico
- P5 Economia circolare dei materiali da costruzione da scavo

MILANO⁰⁸

Il comune di Milano attua il Piano di Governo del Territorio e i relativi documenti tra i quali il Piano delle Regole, documento assimilabile alle norme di attuazione di un Piano Regolatore Generale. Il Piano delle Regole contiene le indicazioni in merito alla sostenibilità ambientale e all'attenzione al benessere climatico nella città. In particolare, l'art. 10 Sostenibilità ambientale e resilienza urbana contiene disposizioni per promuovere e incentivare la sostenibilità ambientale e resilienza urbana mediante l'introduzione di nuovi standard: emissioni di CO₂ (3) e riduzione impatto climatico (4). L'attuazione dell'articolo è facilitata dal documento tecnico in allegato, che fornisce i calcoli necessari alla:

- verifica delle prestazioni relative alla minimizzazione delle emissioni climateranti;
- procedura di verifica per il raggiungimento dell'indice di riduzione impatto climatico RIC.

Nel dettaglio, le misure per la minimizzazione delle emissioni di CO_{2eq} sono:

3.3.1 Soluzioni a elevate prestazioni energetiche

- Soluzioni progettuali atte a minimizzare le emissioni di CO_{2eq} connesse agli usi energetici dell'edificio

3.3.2 Interventi di rinaturalizzazione, anche attraverso forme di verde integrato negli edifici

- Dotazione di superfici e coperture verdi

3.3.3 Tecnologie per un ridotto consumo idrico e per il riutilizzo delle acque meteoriche

- Recupero delle acque meteoriche
- Dotazione di dispositivi per il risparmio idrico

3.3.4 Utilizzo di materiali sostenibili e/o a contenuto riciclato

- Ricorso a materiali da costruzione con contenuto di recupero o riciclato

3.3.5 Adozione di finiture superficiali con un alto coefficiente di riflettanza solare

- Realizzazione di superfici esterne che riducono l'effetto 'isola di calore'

- Realizzazione di coperture che riducono l'effetto 'isola di calore'

3.3.6 Soluzioni per la mobilità sostenibile

- Dotazione di spazi idonei per il parcheggio di biciclette e installazione di punti ricarica per veicoli elettrici

Per le verifiche di CO_{2eq} e RIC, i fogli di calcolo forniscono le compensazioni o monetizzazioni per il mancato raggiungimento dei valori o altresì gli incentivi a cui si può accedere ad obiettivi raggiunti sulla base dei valori ottenuti.

⁰⁷ [http://dru.iperbole.bologna.it/pianificazione?filter=Piano%20Urbanistico%20Generale%20\(PUG\)](http://dru.iperbole.bologna.it/pianificazione?filter=Piano%20Urbanistico%20Generale%20(PUG))

⁰⁸ <https://www.comune.milano.it/area-tematiche/rigenerazione-urbana-e-urbanistica/pgt-approvato-e-vigente-milano-2030/sostenibilita-ambientale-e-resilienza-urbana>

BOLZANO⁰⁹

Gli strumenti urbanistici del Comune di Bolzano sono simili a quelli di Trento. Il Regolamento Edilizio di Bolzano è stato fra i primi a contenere l'Indice di Riduzione di Impatto Climatico, citato poi da molte altre amministrazioni.

Inoltre, il Comune di Bolzano è stato tra i primi comuni in Italia ad introdurre linee guida per il drenaggio urbano nel 2008. In tale documento, presente ad oggi in molti altri comuni italiani (e.g. Bologna, Milano, Reggio Emilia), vengono presentati metodi per l'infiltrazione delle acque meteoriche e la gestione delle stesse. Oltre a questo documento, Bolzano nel 2023 ha redatto delle linee guida per il parcheggio delle biciclette.

In conclusione, questo studio ha messo in luce aspetti non ancora affrontati dal Comune di Trento e limiti del Regolamento Edilizio. In particolare:

- il Comune di Trento e, in generale la Provincia di Trento, sono allineati al resto del Paese sulle tematiche legate all'efficienza energetica e alla produzione di energia da fonti rinnovabili (FER);
- i temi del benessere microclimatico e delle infrastrutture verdi e blu sono meno incentivati rispetto ad altre amministrazioni nel Regolamento Edilizio;
- la struttura del Regolamento Edilizio di Trento presenta quindi delle lacune all'interno dell'indice.

Questa analisi dei riferimenti e dei casi studio ha permesso di delineare con precisione le aree di intervento e gli elementi da sottoporre ai tecnici comunali, con l'obiettivo di avanzare nella lotta ai cambiamenti climatici attraverso strumenti mirate per l'adattamento e la mitigazione. Nel prossimo capitolo, verrà illustrato come queste analisi siano state messe in relazione con le schede del PAESC, tracciando una direzione coerente con le evidenze raccolte.



Imm. 06-
**Angsila Oyster
Scaffolding Pavilion, Chat
Architects, Thailandia, 2023.**

Il progetto mira a rivitalizzare l'industria ittica e alimentare di Angsila con un prototipo di infrastruttura eco-turistica per le ostriche. Il progetto prevede una tipica impalcatura di bambù tradizionalmente utilizzata per la coltivazione delle ostriche. La parte inferiore è permanente e ospita un allevamento di ostriche, la parte superiore è temporanea e permette di effettuare dimostrazioni culinarie e di dimostrazione per poter far conoscere le attività tradizionali. La comunità di pescatori negli ultimi decenni si è trovata a lottare per sostenere il proprio stile di vita contro i rifiuti abbandonati dalle fabbriche e dai sobborghi che sono disposti lungo le rive dei fiumi e dei canali in relazione alla baia di Angsila.



⁰⁹ <https://opencity.comune.bolzano.it/Servizi/Richiedere-la-Certificazione-RIE-Riduzione-dell-impatto-Edilizio>

Uno dei principali risultati dello studio è la creazione di una matrice che sistematizza le misure per promuovere la sostenibilità e la resilienza climatica da integrare nel Regolamento Edilizio Comunale. La matrice sintetizza le diverse misure e le colloca all'interno di un quadro di obiettivi di sostenibilità più ampio, definito a livello sia Provinciale che Comunale. In particolare, essa collega gli obiettivi delineati nella SproSS con le misure da adottare nel Regolamento Edilizio, utilizzando un **approccio a cascata che parte dagli obiettivi, passa per le sfide, e definisce strumenti e dispositivi concreti.**

Considerando che l'analisi affronta un problema complesso, dovuto alle numerose interazioni tra edifici, città e comunità, la matrice permette di visualizzare chiaramente le relazioni tra gli obiettivi e le misure regolamentari. In questo modo, si garantisce che lo strumento proposto sia non solo coerente ma anche flessibile e adattabile nel tempo. La matrice evidenzia le interconnessioni tra le diverse misure, mostrando come ciascuna possa contribuire al raggiungimento di più obiettivi contemporaneamente.

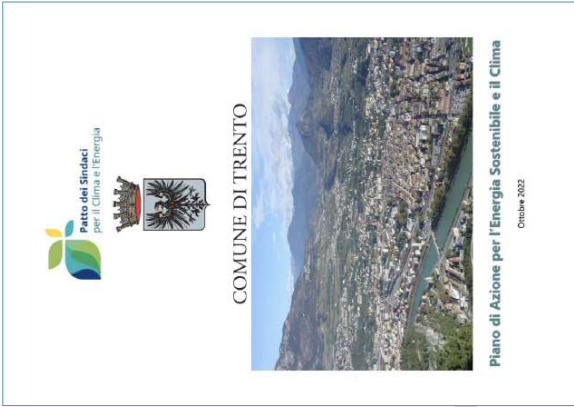
Gli scopi principali della matrice sono:

- Comprendere la complessità: agevolare la visione delle interconnessioni all'interno del sistema e delle influenze reciproche, prevedendo anche relazioni inaspettate.
- Facilitare la collaborazione: creare una comprensione comune tra le varie parti coinvolte, migliorando la comunicazione e favorendo un quadro condiviso tra i servizi tecnici comunali.
- Individuare i temi chiave: identificare i punti d'azione cruciali per raggiungere gli obiettivi prefissati.

Nelle sezioni successive, saranno presentati i risultati del progetto REC e saranno approfonditi gli elementi della matrice, quali obiettivi, sfide, strumenti e dispositivi, congiuntamente allo studio delle schede del PAESC.

2.a SCHEDE PAESC

PAESC	OBIETTIVI	SFIDE	STRUMENTI	DISPOSITIVI
-------	-----------	-------	-----------	-------------



Tab. 03- Matrice - PAESC

Imm. 07- PAESC della città di Trento 2022, frontespizio documento

Nel 2014, il Comune di Trento ha aderito al Patto dei sindaci, un movimento lanciato dalla Commissione Europea nel 2008 con l'obiettivo di ridurre le emissioni ad effetto serra e mitigare il cambiamento climatico globale prevedendo un primo obiettivo di riduzione al 2020 pari al 20% delle emissioni di CO₂. Con il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), approvato nel 2015, Trento ha superato l'obiettivo europeo, raggiungendo nel 2019 una riduzione di CO₂ del 22% rispetto al 2006, anno di riferimento. Nel 2020, il Comune di Trento ha aderito al nuovo Patto dei sindaci per il clima e l'energia (PAESC) integrando le misure di mitigazione delle emissioni di CO₂ e di adattamento ai cambiamenti climatici e impegnandosi a implementarle nelle politiche, strategie e piani. Gli obiettivi aggiornati prevedono una riduzione pari ad almeno il 40% delle emissioni climateranti entro il 2030 e il raggiungimento della neutralità climatica nel 2050. Inoltre si prevede l'introduzione di analisi di rischio e vulnerabilità del territorio e l'individuazione di azioni per l'adattamento.

Il PAESC fornisce le strategie e gli obiettivi di sostenibilità e resilienza climatica per il territorio comunale. Esso è strutturato in un Piano di Mitigazione (composto da 26 azioni) e un Piano di Adattamento (composto da 12 azioni)¹⁰.

10 Le azioni di mitigazione si basano sul documento propedeutico del 2019: "Definizione delle misure di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici" del Comune di Trento redatto nell'ambito del "Programma Straordinario Di Intervento Per La Riqualificazione Urbana E La Sicurezza Delle Periferie – Programma Di Rifunzionalizzazione e Riuso Sostenibile Dell'area Santa Chiara"

A partire dallo studio delle azioni del PAESC, nell'ambito della presente ricerca si selezionano le schede più inerenti al tema della sostenibilità ambientale e resilienza climatica nell'edilizia privata. In particolare, vengono estrapolate e approfondite 8 azioni di mitigazione e 9 azioni di adattamento.

Di seguito si riportano le schede del PAESC, di cui quelle sottolineate sono le azioni coerenti con il tema dello studio. Inoltre, si presenta la struttura delle singole schede.

Ad oggi sono stati investiti molti sforzi verso le azioni di mitigazione cioè quelle azioni rivolte a: diminuire le emissioni, i consumi e gli altri indici a disposizione per combattere le "cause" del cambiamento climatico. Tuttavia è sempre più evidente che siamo in ritardo nella lotta ai cambiamenti che colpiscono i nostri territori ed è quindi urgente disporre di azioni volte all'adattamento, queste ultime ad oggi non risultano ancora sufficientemente diffuse e comprese.



Imm 08- High Line Section 2, James Corner Field Operations, New York, 2011

Un parco pubblico costruito lungo il percorso sopraelevato di una ex linea ferroviaria per il trasporto delle merci che collega tre quartieri del West Side di Manhattan. Nel suo sviluppo definisce sette paesaggi composti da: una fitta piantumazione di arbusti a fiore, un'area più vasta dove un tempo dei si accostavano dei binari di servizio, una parte più stretta caratterizzata da una passerella rialzata e in fine la vegetazione composta da piante ed erbe lasciate tra i vecchi binari.

> nelle pagine successive
Tab 04- Azioni di Mitigazione
Tab 05- Azioni di Adattamento
da PAESC 2022
Le Azioni sottolineate sono quelle prese in esame e oggetto di studio per il presente progetto REC

Tab 06- Azioni di Adattamento
focus di dettaglio sulle azioni di adattamento dal PAESC 2022 con: Rischio, Indicatori di monitoraggio e breve descrizione

Azioni di Mitigazione	
Settore comunale	PUB-01 Efficientamento dell'impianto di Pubblica Illuminazione e implementazione di tecnologie smart
	PUB-02 Efficienza negli edifici ed impianti comunali
	PUB-03 Efficienza degli impianti sportivi (gestiti da ASIS)
	PUB-04 Smart City control Room e Innovazione
	PUB-05 Mobilità sostenibile per i dipendenti comunali
Settore edilizio (Residenziale e Terziario non comunale)	RES-01 Pianificazione per l'efficienza energetica nell'edilizia privata (Residenziale e Terziario)
	RES-02 Interventi per l'efficienza nell'Edilizia Residenziale Pubblica
	TER-01 Turismo sostenibile
	ENER-01 Diffusione di impianti per la produzione di energia da FER
Energie rinnovabili reti di teleriscaldamento e forme di cooperazione	ENER-02 Reti di teleriscaldamento
	ENER-03 Comunità energetiche
	MOB-01 Regolamentazione del traffico e Preservazione del centro storico
	MOB-02 Ammodernamento mezzi, regolamentazione traffico
Settore Trasporti e Mobilità	MOB-03 Trento in bicicletta e a piedi
	MOB-04 Potenziamento delle infrastrutture del TPL ed integrazione dei Sistemi trasporto
	MOB-05 Mobility Management e Innovazione nella mobilità
	COM-01 Campagna di comunicazione e sensibilizzazione
Comunicazione e cooperazione	COM-02 "Nutrire Trento" per una produzione e un consumo sostenibile
	COM-03 Build in Wood: utilizzo del legno nel settore edilizio
	COM-04 Fibra nelle case
	COM-05 Giovani per il clima
Progetti di trasformazione e rigenerazione urbana intersettoriali	COM-06 Gestione dei rifiuti ed Economia Circolare
	TRU-01 Santa Chiara Open Lab
	TRU-02 Climate Positive Circular Communities a Piedadcastello
	TRU-03 Recupero e riqualificazione di zone dismesse
	- Nuove aree verdi per l'assorbimento di CO2

AD-01 Riduzione del consumo di suolo	
Ondate di calore, Precipitazioni estreme, inondazioni e allagamenti	• % Δ superficie asfaltata
	• % Δ area urbanizzata
L'urbanizzazione permanente aggrava problemi climatici come le isole di calore, il rischio idrologico e la frammentazione degli ecosistemi. Il PEAP 2021 promuove il risparmio di suolo, la rigenerazione di aree dismesse e un'urbanistica efficiente. Il Comune di Trento sostiene questa linea con il nuovo PRG	
AD-02 Green Infrastructures: Tetti verdi e pareti verdi	
Ondate di calore, Precipitazioni estreme	• Numero di edifici con tetti verdi e pareti verdi.
I servizi ecosistemici e le infrastrutture verdi come tetti e pareti vegetali offrono benefici ambientali e climatici: migliorano il microclima, assorbono CO ₂ , riducono il rischio idrogeologico e il consumo energetico. A Trento, la pianificazione incoraggia l'uso di queste soluzioni nei nuovi edifici.	
AD-03 Aree ombreggiate e riqualificazione urbana	
Rischio: Ondate di calore	• % di percorsi pedonali e ciclabili con grado di ombreggiamento sufficiente
	• % di superficie a verde pubblico reale in ambito urbano rispetto alla superficie urbanizzata.
L'ombreggiamento urbano a Trento riduce le isole di calore, migliorando il microclima. Il Comune sta piantumando alberi, creando pergolati e introducendo strutture ombreggianti in parchi e scuole. Tra i progetti in corso, "Tutti al fresco!" mira a installare moduli di ombreggiamento in aree pubbliche ad alta frequentazione.	
AD-04 Cool Roofs and Pavement	
Ondate di calore	• Aree di coperture convertite da colore scuro a colore chiaro da verificare tramite analisi cromatica del territorio mediante un software GIS
L'uso di materiali con alta albedo e emissività riduce il calore urbano. A Trento, i "tetti freddi" e coperture chiare nelle aree industriali possono mitigare le isole di calore. Il Comune incentiverà materiali riflettenti nelle nuove costruzioni per migliorare il microclima e ridurre le temperature locali.	
AD-05 Utilizzo dell'acqua: sistemi di nebulizzazione e acqua lungo i percorsi	
Ondate di calore	• Superfici pubbliche interessate da sistemi di nebulizzazione;
	• Metri lineari di rogge interrata ripristinate
L'uso di sistemi di nebulizzazione e fontane migliora il microclima urbano, raffresca passivamente e crea comfort. A Trento, il ripristino delle rogge storiche potrebbe ridurre le isole di calore e gestire meglio le acque, rispettando il contesto storico e le norme urbanistiche.	
AD-06 Riqualificazione urbana: nuovi spazi permeabili	
Ondate di calore, precipitazioni intense	• Numero di interventi realizzati
	• Aumento della superficie urbana permeabile
L'uso di suoli e materiali permeabili contrasta le isole di calore e gestisce il deflusso delle acque piovane, riducendo erosione e inquinamento. Il Comune di Trento valuta pavimentazioni permeabili per strade e parcheggi e potrebbe rafforzare i requisiti di verde e permeabilità nei lotti urbani.	• km di strade interessate da nuovi sistemi drenanti
	• Vincoli normativi più stringenti
AD-07 Rain Gardens	
Precipitazioni estreme	• Aree destinate a giardini drenanti
I giardini di pioggia riducono il deflusso delle acque meteoriche e migliorano la resilienza urbana, trattengono e filtrando l'acqua piovana. Possono essere realizzati in spazi pubblici o privati, con una stratigrafia che favorisce l'infiltrazione e riduce l'inquinamento, ma necessitano attenzione per percolamento e ristagni.	
AD-11 Vasche di fitodepurazione	
Precipitazioni estreme	• Parchi risistemati con vasche di fitodepurazione
Il progetto per l'area S. Chiara prevede la riqualificazione del parco con un sistema di fitodepurazione che trattiene e depura l'acqua piovana, usata poi per irrigare. Questo sistema aumenta la biodiversità e crea spazi di alta qualità estetica e microclimatica, ottimizzando l'uso delle risorse idriche.	
AD-12 Tutela della biodiversità	
Precipitazioni estreme	• Monitoraggio specie invasive
Il Comune di Trento combatte il cambiamento climatico e le specie invasive, come la zanzara tigre, con azioni di disinfezione e progetti educativi. Inoltre, promuove la biodiversità con il progetto Alptrees, che prevede la gestione e piantumazione di alberi, e il "Clima Open Park" per potenziare le aree verdi urbane.	• Persone colpite da malattie trasmesse da insetti di origine tropicale

Azioni di Adattamento	
AD-01	Riduzione del consumo di suolo
AD-02	Green Infrastructures: Tetti verdi e pareti verdi
AD-03	Aree ombreggiate e riqualificazione urbana
AD-04	Cool Roofs and Pavement
AD-05	Utilizzo dell'acqua: sistemi di nebulizzazione e acqua lungo i percorsi
AD-06	Riqualificazione urbana: nuovi spazi permeabili
AD-07	Rain Gardens
AD-08	Rischio idrogeologico
AD-09	Analisi e riduzione delle perdite negli acquedotti
AD-10	Efficienza negli impianti irrigui comunali
AD-11	Vasche di fitodepurazione
AD-12	Tutela della biodiversità

Le schede del Piano di Mitigazione sono una sintesi tecnica in materia energetica ed ambientale e uno strumento di comunicazione non soltanto per addetti ai lavori ma anche per i cittadini e gli stakeholder. Le schede sono composte da:

- Titolo dell'azione
- Settore
- Area di intervento
- Responsabile dell'azione
- Strumento di policy
- Periodo di applicazione
- Descrizione della situazione attuale e degli interventi programmati per i prossimi anni
- Risultati attesi in termini di riduzione dei consumi e delle emissioni*¹
- Indicatori per il monitoraggio e per il rilevamento
- Attori coinvolti
- Strumenti di finanziamento
- Stato di attuazione: Da avviare - Sospesa/ in corso con criticità - In corso - In corso con buoni risultati - Completata/ ampliata
- Se l'azione ha effetti sull'adattamento e/o sulla povertà energetica (€) e sulla Strategia Provinciale per lo Sviluppo Sostenibile

Le schede del Piano di Adattamento sono articolate rispetto ai seguenti contenuti:

- **Rischio:** indica la tipologia di rischio legata al cambiamento climatico cui l'azione è indirizzata;
- **Settore di impatto:** indica il/i macrosettore/i su cui l'azione avrà effetto;
- **Livello di priorità:** indica il livello di urgenza con cui l'azione deve essere implementata;
- **Origine dell'azione:** può essere comunale o sovramunicipale;
- **Settore Responsabile:** nome dell'ufficio del Comune o del soggetto che si occuperà dell'attuazione
- **Stakeholder coinvolti:** indica i soggetti che necessariamente dovranno essere coinvolti affinché l'azione possa essere realizzata con successo;
- **Descrizione dell'azione:** fornisce maggiori informazioni di dettaglio sull'azione proposta;
- **Stato dell'azione e periodo di attuazione:** indica se l'azione è da avviare/in corso/realizzata e il periodo entro il quale verrà completata
- **Indicatori di monitoraggio:** si tratta di alcune grandezze che possono essere misurate periodicamente per effettuare un monitoraggio dell'azione e sui risultati raggiunti;
- **Effetto su mitigazione, povertà energetica e Strategia Provinciale di Sviluppo Sostenibile:** indica effetti diretti ed indiretti sui diversi ambiti
- **Fonti di finanziamento:** ossia le fonti a cui si potrà ricorrere per la realizzazione dell'azione (comunali, statali, regionali, europee o private).

[illegible][illegible]

> nella pagina precedente
Imm 09 e 10 - **Azioni di
mitigazione**, da PAESC 2022

Imm 11 - Azioni di adattamento,
da PAESC 2022

2.b OBIETTIVI

PAESC	OBIETTIVI	SFIDE	STRUMENTI	DISPOSITIVI
-------	-----------	-------	-----------	-------------

All'interno delle schede di mitigazione e adattamento presenti nel PAESC, è evidenziata l'informazione relativa all'effetto dell'azione sugli obiettivi della Strategia Provinciale di Sviluppo Sostenibile (SproSS). Tra le schede, vengono selezionate quelle coerenti con le tematiche affrontate in questo studio. In tal modo, si assicura che gli obiettivi perseguiti siano condivisi a livello provinciale e comunale, garantendo una coerenza strategica tra le politiche di sostenibilità a diverse scale territoriali. Ciò favorisce una visione integrata e armonizzata degli interventi promossi da studi provinciali e approfonditi in documenti di rilevanza comunale. La SproSS rappresenta un documento strategico fondamentale, volto a declinare gli obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS) sul territorio trentino. Tale documento costituisce il quadro di riferimento per promuovere una sostenibilità integrata e coordinata delle azioni provinciali. La SproSS delinea una visione per il Trentino sostenibile e identifica le azioni da intraprendere entro il 2030, organizzate in cinque aree strategiche: Trentino più Intelligente, più Verde, più Connesso, più Sociale e più Vicino ai Cittadini. A supporto di queste aree, vengono definiti 20 obiettivi provinciali di sostenibilità.

Di seguito, sono riportati gli Obiettivi della SproSS, con particolare attenzione a quelli più pertinenti alle tematiche di questo studio.

Tab 07- Obiettivi, evidenziati gli obiettivi che compongono la matrice R.E.C. Da SproSS 2021

Obiettivi provinciali di sostenibilità	Obiettivi Strategici della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile – SNSvS	
PERSONE	Povert�	1 Ridurre l'intensit� della povert� 2 Combattere la deprivazione materiale e alimentare
	Casa	3 Ridurre il disagio abitativo
	Lavoro	4 Ridurre la disoccupazione per le fasce pi� deboli della popolazione 31 Garantire accessibilit�, qualit� e continuit� della formazione 32 Incrementare l'occupazione sostenibile e di qualit�
		47 Eliminare ogni forma di sfruttamento del lavoro e garantire i diritti dei lavoratori
	Formazione scolastica	6 Ridurre il tasso di abbandono scolastico e migliorare il sistema dell'istruzione
Salute e servizi sanitari	Stili di vita	9 Diffondere stili di vita sani e rafforzare i sistemi di prevenzione
		10 Garantire l'accesso a servizi sanitari e di cura efficaci, contrastando i divari territoriali

PIANETA	Biodiversit�	11	Salvaguardare e migliorare lo stato di conservazione di specie e habitat per gli ecosistemi, terrestri e acquatici
		12	Arrestare la diffusione delle specie esotiche invasive
		13	Aumentare la superficie protetta terrestre e marina e assicurare l'efficacia della gestione
		15	Integrare il valore del capitale naturale (degli ecosistemi e della biodiversit�) nei piani, nelle politiche e nei sistemi di contabilit�
		26	Garantire il ripristino e la deframmentazione degli ecosistemi e favorire le connessioni ecologiche urbano/rurali
	Territorio	17	Arrestare il consumo del suolo
		25	Rigenerare le citt�, garantire l'accessibilit� e assicurare la sostenibilit� delle connessioni
	Acqua	27	Assicurare lo sviluppo del potenziale, la gestione sostenibile e la custodia dei territori, dei paesaggi e del patrimonio culturale
		18	Minimizzare i carichi inquinanti nei suoli, nei corpi idrici e nelle falde acquifere, tenendo in considerazione i livelli di buono stato ecologico dei sistemi naturali
		19	Attuare la gestione integrata delle risorse idriche a tutti i livelli di pianificazione
		20	Massimizzare l'efficienza idrica e adeguare i prelievi alla scarsit� d'acqua
		21	Minimizzare le emissioni e abbattere le concentrazioni inquinanti in atmosfera
		24	Assicurare elevate prestazioni ambientali di edifici, infrastrutture e spazi aperti
		42	Incrementare l'efficienza energetica e la produzione di energia da fonte rinnovabile evitando o riducendo gli impatti sui beni culturali e il paesaggio
PROSPERIT�	Sicurezza del territorio	44	Abbattere le emissioni climateranti nei settori non-ETS
		8	Diminuire l'esposizione della popolazione ai fattori di rischio ambientale e antropico
		22	Garantire la gestione sostenibile delle foreste e combattere l'abbandono e il degrado
	R&S -Innovazione e Agenda Digitale	23	Prevenire i rischi naturali e antropici e rafforzare le capacit� di resilienza di comunit� e territori
		28	Aumentare gli investimenti in ricerca e sviluppo
	Economia circolare	29	Aumentare gli investimenti in ricerca e sviluppo
		30	Innovare processi e prodotti e promuovere il trasferimento tecnologico
		33	Dematerializzare l'economia, migliorando l'efficienza dell'uso delle risorse e promuovendo meccanismi di economia circolare
	Responsabilit� sociale d'impresa	37	Abbattere la produzione di rifiuti e promuovere il mercato delle materie prime seconde
		34	Promuovere la fiscalit� ambientale
Turismo sostenibile		35	Assicurare un equo accesso alle risorse finanziarie
		36	Promuovere responsabilit� sociale e ambientale nelle imprese e nelle amministrazioni
		38	Promuovere la domanda e accrescere l'offerta di turismo sostenibile

PROSPERITÀ	Agricoltura	14	Proteggere e ripristinare le risorse genetiche e gli ecosistemi naturali connessi ad agricoltura e silvicoltura e acquacoltura
		39	Garantire la sostenibilità di agricoltura e silvicoltura lungo l'intera filiera
		40	Garantire la sostenibilità di acquacoltura e pesca lungo l'intera filiera
		41	Promuovere le eccellenze italiane
PACE	Mobilità sostenibile	43	Aumentare la mobilità sostenibile di persone e merci
		48	Garantire la parità di genere
		45	Prevenire la violenza su donne e bambini e assicurare adeguata assistenza alle vittime
		7	Combattere la devianza attraverso prevenzione e integrazione sociale dei soggetti a rischio
	Legalità e lotta alla criminalità	50	Intensificare la lotta alla criminalità
		51	Contrastare corruzione e concussione nel sistema pubblico
		52	Garantire l'efficienza e la qualità del sistema giudiziario
		5	Assicurare la piena funzionalità del sistema di protezione sociale e previdenziale
	Diritti	46	Garantire l'accoglienza di migranti richiedenti asilo e l'inclusione delle minoranze etniche e religiose
		49	Combattere ogni discriminazione e promuovere il rispetto della diversità

Di seguito si riportano in sintesi i concetti chiave presenti nei documenti SproSS, relativi a **i sei obiettivi perseguibili con il progetto REC**. Nella SproSS, i 5 obiettivi strategici della programmazione europea sono declinati in 20 obiettivi provinciali, evidenziati nella tabella soprastante. Questi obiettivi sono suddivisi in 5 aree strategiche secondo un criterio di prevalenza. Ad esempio, Biodiversità, Acqua, Riduzione delle emissioni e Sicurezza del territorio rientrano nell'area "Trentino più verde", mentre l'Economia circolare è inclusa nell'area "Trentino più intelligente". Anche nel progetto REC, come sottolineato nei documenti SproSS, viene ribadita l'importanza della trasversalità delle tematiche trattate.

Il primo obiettivo **"Territorio"** non compare all'interno della matrice in quanto gli strumenti applicabili all'interno del regolamento edilizio non potrebbero, da soli, perseguire attivamente questo scopo ma lo si ritiene **di fondamentale importanza per il progetto e i concetti ad esso associati**. Per tale ragione, viene considerato come **obiettivo trasversale**.

Territorio

L'obiettivo si propone di arrestare il consumo di suolo e assicurare lo sviluppo del potenziale, la gestione sostenibile e la custodia dei territori, dei paesaggi e del patrimonio culturale. Gli obiettivi specifici includono: innovare la pianificazione e la governance territoriale; rafforzare l'autonomia per promuovere innovazione, tutela e valorizzazione del territorio; sostenere lo sviluppo integrato del territorio e la resilienza delle comunità; assicurare la gestione sostenibile del capitale naturale; diffondere la cultura dello sviluppo sostenibile del territorio. Inoltre, si intende diffondere consapevolezza e buone pratiche. Gli indicatori chiave sono: famiglie che dichiarano difficoltà di collegamento con mezzi pubblici nella zona in cui risiedono; impermeabilizzazione e consumo

di suolo pro capite; persone che si spostano abitualmente per raggiungere il luogo di lavoro solo con mezzi privati; fiducia nelle istituzioni locali; impermeabilizzazione del suolo da copertura artificiale; incidenza delle aree di verde urbano sulla superficie urbanizzata delle città; indice di accessibilità ad alcuni servizi.

Biodiversità

La strategia provinciale al 2030 propone di salvaguardare e migliorare la conservazione di specie e habitat, aumentando le aree protette e promuovendo le connessioni ecologiche tra contesti urbani e rurali. Gli obiettivi includono la protezione della biodiversità nei paesaggi sensibili, l'innovazione nella pianificazione strategica per garantire funzionalità ecologica e resilienza, e il potenziamento della conoscenza e del monitoraggio. Inoltre, si intende diffondere consapevolezza e buone pratiche. Gli indicatori chiave sono: aree protette, frammentazione del territorio, e numero e superficie delle zone umide di importanza internazionale.

Acqua

La strategia provinciale al 2030 mira a ridurre l'inquinamento di suoli, acque superficiali e falde, migliorando l'efficienza idrica e adattando i prelievi alla scarsità d'acqua. L'obiettivo è proteggere gli ecosistemi acquatici, migliorandone la funzionalità ecologica, innovando la gestione dell'acqua, e promuovendo consapevolezza e buone pratiche. Gli indicatori chiave includono: consumo pro capite d'acqua, efficienza delle reti idriche, percentuale di corpi idrici che hanno raggiunto una buona qualità ecologica e il trattamento delle acque reflue.

Riduzione delle emissioni

La strategia provinciale punta a ridurre le emissioni di gas serra e a migliorare l'efficienza energetica, aumentando la produzione di energia da fonti rinnovabili. Gli obiettivi includono la riduzione delle emissioni dai trasporti, il miglioramento dell'efficienza degli edifici, la promozione della mobilità sostenibile e la riduzione delle emissioni nei settori produttivi e agricoli. Gli indicatori principali includono la qualità dell'aria (PM2.5, PM10, biossido di azoto), energia rinnovabile e le emissioni di gas serra in CO₂ equivalente.

Sicurezza del Territorio

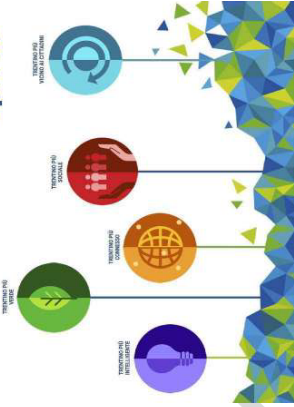
La strategia mira a prevenire rischi naturali e antropici, rafforzando la resilienza delle comunità e promuovendo la gestione sostenibile delle foreste. Gli obiettivi includono la riduzione dell'esposizione ai rischi, la protezione del patrimonio forestale e la sensibilizzazione alla cura del territorio per mitigare i pericoli. Gli indicatori chiave sono: impatti degli incendi boschivi, popolazione a rischio di alluvioni e frane, e mortalità per avvelenamento accidentale.

Economia circolare

La strategia provinciale al 2030 mira a dematerializzare l'economia, migliorando l'uso efficiente delle risorse, riducendo i rifiuti e incentivando il

STRATEGIA PROVINCIALE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

SproSS



Imm 12- Strategia provinciale per lo sviluppo sostenibile - SproSS, frontespizio documento.

mercato delle materie prime riciclate. Gli obiettivi includono l'innovazione nella gestione degli appalti, la promozione dell'economia circolare in ambito produttivo, urbanistico e turistico, e il consumo responsabile. Gli indicatori chiave sono: riduzione dei rifiuti urbani in discarica, aumento della raccolta differenziata e crescita del PIL pro capite.

Un tema che non risulta trattato negli obiettivi sopra citati, ma che viene ritenuto importante in relazione agli obiettivi di ricerca è legato alla **Salutogenesi e biofilia**.

I cambiamenti climatici e il riscaldamento globale stanno avendo un impatto negativo sulla salute umana, influenzando malattie croniche e mortalità, soprattutto nelle popolazioni delle aree urbane.

L'approccio salutogenico sposta l'attenzione dalla protezione della salute, cioè la prevenzione da potenziali rischi e malattie, alla promozione della salute, quindi il potenziamento delle risorse che permettono agli individui di migliorare il proprio stato di benessere. In altre parole, è un approccio alla salute che si concentra sui fattori che promuovono e mantengono la salute, piuttosto che su quelli che causano la malattia. Il termine è stato coniato da **Aaron Antonovsky nel 1979**, che lo definì come "il senso di coerenza" che le persone hanno nella loro vita, che permette loro di gestire lo stress e le difficoltà.

Le strategie di rigenerazione urbana in linea con l'approccio salutogenico devono concorrere a migliorare la qualità della vita sociale, l'abitabilità e la salute, l'attrattività degli spazi urbani.¹¹

La biofilia è intesa come l'amore innato dell'uomo per la natura. Il termine è stato coniato da **Edward O. Wilson nel 1984**, che la definì come la **tendenza degli esseri umani a concentrarsi e ad affiliarsi alla natura e in genere alle forme di vita.** Sempre più diffusamente si ritiene che gli ambienti naturali abbiano un potere rigenerativo sul cervello umano. Arricchire la progettazione dei principi della biofilia può contribuire a creare spazi più vivibili e belli.

La salutogenesi e la biofilia sono due concetti strettamente collegati. Entrambi sottolineano l'importanza della connessione con la natura per uno **stile di vita sano**. In quest'ottica, per affrontare la sfida della salute e del benessere, occorre prestare una duplice attenzione alla qualità della vita e alla **qualità dell'ambiente urbano**.

OBIETTIVI	
O_01	Biodiversità
O_02	Acqua
O_03	Riduzione delle emissioni
O_04	Sicurezza del Territorio
O_05	Economia Circolare
O_06	Salutogenesi e Biofilia

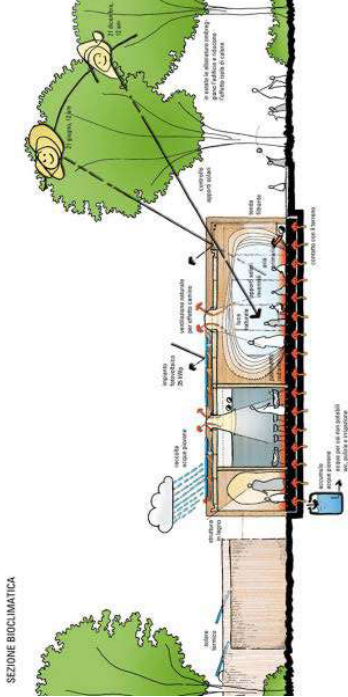
Tab 08- Obiettivi

¹¹ UniTn e PoliTo: Catalogue of integrated circular design (icd) solution, d4.5 design guidelines of climate positive circular community in trento, ARV climate positive circular communities; p. 8-9

In sintesi, **gli obiettivi individuati per perseguire le sfide di mitigazione e adattamento nel Regolamento Edilizio Comunale di Trento sono sei**, di cui primi cinque sono estrapolati dal PAESC e l'ultimo è introdotto dal gruppo di ricerca.

Una delle informazioni chiave legate alle azioni del PAESC riguarda la stretta relazione con gli obiettivi SproSS. Gli obiettivi stabiliti a livello provinciale vengono accuratamente valutati e analizzati a livello comunale, concretizzandone l'efficacia attraverso le azioni di Mitigazione e Adattamento. Nella pagina successiva, tale relazione è sintetizzata in una tabella che evidenzia l'interconnessione tra: le schede del PAESC, ritenute coerenti con il progetto REC, come descritto nel capitolo 3.3.a "Schede PAESC", e gli Obiettivi della SproSS.

La tabella mette in luce in modo chiaro gli obiettivi maggiormente citati in relazione alle azioni del PAESC. **Il progetto REC intende supportare la relazione tra strumenti comunali e provinciali, con l'obiettivo di rafforzare l'approccio alla sostenibilità.** L'individuazione degli obiettivi cardine, che il Comune di Trento ha definito come prioritari, costituisce la base dell'approccio metodologico impiegato. Per questi obiettivi, sono stati delineati e implementati strumenti concreti di mitigazione e adattamento, fondamentali per il raggiungimento degli standard di



Imm 13- Asilo nido Irde; Mario Cucinella Architects, Guastalla, 2015

Viene costruito a seguito del terremoto del 2012 e alla distruzione dei due asili municipali, la costruzione pone molta attenzione alla sicurezza fisica e all'efficienza energetica concentrandosi però sui bambini sfruttando l'architettura come punto d'incontro tra pedagogia, psicologia e antropologia. L'involucro lega gli spazi interni a quelli esterni e genera un ambiente empatico e protetto simulando il ventre di una balena come nelle favole di Collodi. La scelta degli arredi e dei materiali, naturali e a basso impatto ambientale, è volta a incoraggiare un uso libero ed empatico dello spazio.

2.c SFIDE

PAESC	OBIETTIVI	SFIDE	STRUMENTI	DISPOSITIVI
-------	-----------	-------	-----------	-------------

Le sfide rappresentano aspetti su cui concentrarsi per raggiungere gli obiettivi e permettono di coordinare gli strumenti operativi da poter integrare nel Regolamento Edilizio. In questo contesto, **le sfide fungono da ponte tra obiettivi e strumenti: ogni sfida è progettata per avere un impatto positivo su uno o più obiettivi**, mentre ogni strumento contribuisce a una o più sfide. Questo approccio consente di creare una rete di interventi coerenti e mirati, che rispondono alle esigenze del contesto specifico. **Le sfide sono state definite partendo dagli obiettivi di sostenibilità ambientale e resilienza climatica del contesto trentino, con particolare attenzione alle peculiarità locali e alle priorità e valutando le possibili soluzioni della letteratura esistente e dei casi studio.**

Tab. 10- Matrice - Sfide

L'analisi del contesto trentino ha evidenziato le principali aree di intervento in ambito di sostenibilità e resilienza urbana su cui intervenire. Queste sfide possono spaziare dalla riduzione del consumo di risorse naturali alla gestione dei rischi climatici, passando per l'ottimizzazione dell'uso del suolo e la promozione dell'efficienza energetica. Gli strumenti specifici, a loro volta, sono definiti in modo da affrontare in modo diretto queste sfide e realizzare gli obiettivi prefissati. Per esempio, una sfida legata alla riduzione del consumo di materie prime può includere strumenti come l'adozione di materiali riciclati o la promozione dell'uso di energie rinnovabili, mentre una sfida sulla mitigazione del rischio idrogeologico potrebbe prevedere l'implementazione di sistemi di drenaggio sostenibile. Questo approccio integrato garantisce che gli strumenti adottati non solo rispondano a sfide specifiche, ma contribuiscano agli obiettivi più ampi sulla sostenibilità e la resilienza. In tal modo, il Regolamento Edilizio può essere aggiornato in modo efficace, promuovendo uno sviluppo urbano che sia in linea con le migliori pratiche ambientali e le esigenze della comunità.

Tab. 11- Sfide

SFIDE	
S_01	Preservare gli ecosistemi
S_02	Migliorare il microclima locale
S_03	Ridurre il consumo di suolo
S_04	Mitigare il rischio idrogeologico
S_05	Affrontare la scarsità idrica
S_06	Contenere le emissioni clima-alteranti (CO ₂)
S_07	Ridurre il consumo di materie prime
S_08	Migliorare il benessere urbano

Sono state individuate 8 sfide, che vengono descritte nelle pagine seguenti, intese come processi a medio/lungo termine che individuano e accertano i bisogni degli strumenti operativi.

Nella ricerca le sfide svolgono l'importante ruolo di collante tra gli obiettivi, di carattere generale, e gli strumenti operativi intesi come aspetti misurabili e quantificabili nella valutazione della mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

Gli strumenti individuati declinano quindi gli obiettivi in maniera trasversale in termini operativi rispetto all'ambito tecnico di riferimento.

Tab. 12 - Sfide e Obiettivi
Nella tabella si dà evidenza della relazione tra le sfide e gli Obiettivi di riferimento

OBIETTIVI							
		Biodiversità	Acqua	Riduzione delle emissioni	Sicurezza del territorio	Economia circolare	Salutogenesi e biofilia
		O_01	O_02	O_03	O_04	O_05	O_06
SFIDE		X					X
S_01	Preservare gli ecosistemi						X
S_02	Migliorare il microclima locale				X		
S_03	Ridurre il consumo di suolo				X		
S_04	Mitigare il rischio idrogeologico		X		X		
S_05	Affrontare la scarsità idrica		X				
S_06	Contenere le emissioni clima-alteranti (CO ₂)			X			
S_07	Ridurre il consumo di materie prime			X		X	
S_08	Migliorare il benessere urbano						X

S.01 - Preservare gli ecosistemi

La Convenzione sulla diversità biologica (CBD, ONU, Firmata a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992) definisce gli **ecosistemi** come **"un complesso dinamico formato da comunità vegetali, animali e microrganismi e dal loro ambiente non viventi, le quali grazie alla loro interazione, costituiscono un'unità funzionale"**.¹²

La biodiversità descrive in maniera collettiva gli organismi viventi sulla Terra e le relative interazioni tra di loro. Le attività umane - e.g. la deforestazione, la monocoltura intensiva, l'urbanizzazione, l'allevamento animale e la pesca eccessiva, l'introduzione delle specie esotiche invasive - e più in generale l'inquinamento e i cambiamenti climatici esercitano forti pressioni negative sulla biodiversità.

In ecologia si definiscono:

- **Ecosistemi naturali** quelli che si sono verificati prima che l'agricoltura fosse introdotta in Europa. Questi includono foreste naturali, torbiere, habitat di alta montagna, oceani, laghi e fiumi.
- **Ecosistemi semi-naturali** creati dall'uso del suolo umano negli ultimi 10.000 anni circa, principalmente attraverso diversi tipi di pascolo del bestiame e raccolta della biomassa. Includono habitat come prati di fieno di pianura, brughiere o praterie.
- **Ecosistemi antropogenici** trasformati completamente dall'attività umana, ad esempio attraverso il drenaggio delle zone umide, la coltivazione intensiva e/o le infrastrutture e gli edifici.

La conservazione della biodiversità è fondamentale non solo per il suo valore intrinseco ma anche perché assicura importanti Servizi Ecosistemici (SE) quali: aria pulita, acqua dolce, suolo di buona qualità e impollinazione delle colture. La riduzione della biodiversità risulta avere conseguenze importanti per la società e la salute umana.

I SE sono definiti a livello internazionale come i "contributi degli ecosistemi al benessere umano", generando benefici per gli esseri umani che possono essere utilizzati nelle attività economiche e di altro tipo.

Si distinguono quattro tipologie di servizi ecosistemici.

I servizi di fornitura rappresentano i contributi che vengono estratti o raccolti dagli ecosistemi: esempi sono funghi o pesci raccolti in natura e le colture e le aree al pascolo che ci forniscono pane, carne e altri prodotti alimentari;

I servizi di regolamentazione e manutenzione derivano dalla capacità degli ecosistemi di regolare i processi biologici e di influenzare i cicli climatici, idrologici e biochimici, e quindi mantenere le condizioni ambientali vantaggiose per gli individui e la società.

I servizi culturali sono i servizi esperienziali e intangibili relativi agli ecosistemi la cui esistenza e funzionamento contribuiscono a una serie di benefici culturali, come il miglioramento della salute, la ricreazione o i rituali culturali.

I servizi di supporto, cioè quelli necessari per la produzione degli altri come e.g. la formazione di suolo, il ciclo di nutrienti¹³.

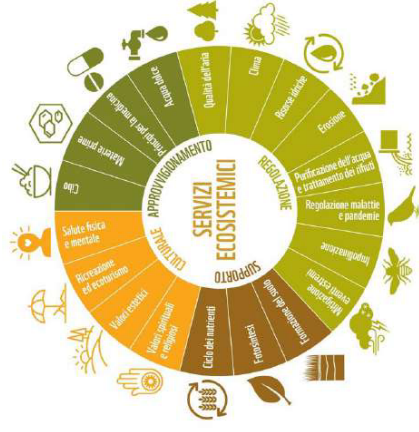
In questo contesto si definiscono le infrastrutture verdi e blu come una rete di ecosistemi urbani che offrono un'alternativa meno costosa e più efficace alle tradizionali infrastrutture 'grigie' per numerose funzioni come smaltimento delle acque meteoriche, ombreggiamento, percorsi urbani, tempo libero. Si specifica che alcune infrastrutture 'grigie' offrono comunque servizi specifici e ad oggi difficilmente sostituibili.

Queste infrastrutture sono una rete di aree naturali e semi-naturali con particolari caratteristiche ambientali che possono essere progettate e gestite per fornire una vasta gamma di servizi ecosistemici, come la depurazione delle acque, la qualità dell'aria, lo spazio per la ricreazione e la mitigazione e l'adattamento del clima.

Questa rete di spazi verdi (suoli permeabili e vegetazione) e blu (acqua) può migliorare le condizioni ambientali e quindi la salute e la qualità della vita dei cittadini¹⁴.

All'interno di questa sfida si sottolinea come elemento fondamentale la gestione del verde pubblico e privato al fine di valorizzare gli ecosistemi e a concorrere alle successive sfide. Per il Comune di Trento si rimanda al regolamento del verde, in questo momento in corso di definizione e approvazione.

Il Comune di Trento dispone inoltre della mappatura riguardante la fornitura di SE (hotspot) a scala urbana utile per eventuali ulteriori studi di pianificazione o su aree più specifici. Questo lavoro è presente per Trento ed è stato redatto inoltre durante il progetto T.U.T. "Trasformazioni Urbane Trento"¹⁵



Imm. 14 - Servizi ecosistemici: di approvvigionamento, di regolazione, di supporto e culturale.

¹⁴ Fonte European Environment Agency: <https://biodiversity.europa.eu/europes-bio-diversity/ecosystems>

¹⁵ A performance-based planning approach integrating supply and demand of urban ecosystem services, Chiara Cortinovis, Davide Geneletti, 2020, ISSN 0169-2046, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103842>

¹² Ispra Ambiente convenzione sulla biodiversità

¹³ Capitale naturale e servizi ecosistemici

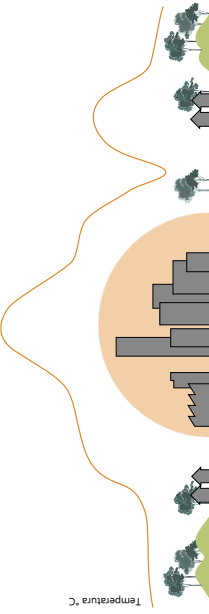
S_02 - Migliorare il microclima locale

Le città sono chiamate a rispondere a tre sfide legate al calore e al microclima: **il riscaldamento globale, le isole di calore urbane e le ondate di calore**. Questi fenomeni, sebbene strettamente interconnessi, hanno impatti distinti sulla qualità della vita urbana e richiedono approcci mirati per essere mitigati.

Il riscaldamento globale è una delle principali preoccupazioni ambientali del nostro tempo, caratterizzato da un aumento delle temperature medie globali dovuto all'accumulo di gas serra nell'atmosfera.

Questo fenomeno influisce in modo particolare sulle aree urbane, amplificando le sue conseguenze attraverso il fenomeno delle ondate di calore (fenomeno esogeno) e delle isole di calore urbane (fenomeno endogeno).

Le isole di calore sono un fenomeno microclimatico caratterizzato da un aumento della temperatura e da una diminuzione dello sbalzo termico tra il giorno e la notte nell'ambiente urbano rispetto all'ambiente rurale circostante. Si tratta di microclimi artificiali che provocano situazioni di disagio termico con ripercussioni dal punto di vista sanitario, ambientale ed energetico.



Le isole di calore sono causate principalmente dalle caratteristiche morfologiche e fisiche dell'ambiente costruito e da fattori antropogenici quali il traffico e i sistemi di raffrescamento. Tra le principali cause troviamo l'alta densità delle costruzioni e delle infrastrutture che assorbono e trattengono il calore con bassa circolazione dell'aria. L'uso di materiali come asfalto e cemento, che predominano nelle aree urbane e hanno una capacità di immagazzinare calore molto più elevata rispetto ai materiali naturali presenti nelle zone rurali. Inoltre, la ridotta vegetazione urbana e la minore presenza di spazi verdi contribuiscono a ridurre l'effetto di raffrescamento naturale che le piante e gli alberi forniscono attraverso l'evapotraspirazione.

Le isole di calore rappresentano un rischio significativo per la salute e il comfort umano. Le temperature più elevate possono causare stress termico, aggravare le condizioni di salute esistenti, e aumentare la frequenza di malattie legate al calore, come colpi di calore e disidratazione. Le ondate di calore, che si verificano quando le temperature superano le medie stagionali per periodi prolungati, diventano quindi più gravi e frequenti nelle aree urbane, amplificando il rischio di emergenze sanitarie.

Per affrontare e ridurre l'impatto delle isole di calore, è essenziale adottare strategie di progettazione urbana che mirino a migliorare il microclima:

- **Morfologia e organizzazione urbana:** è importante progettare le città per ridurre la formazione di isole di calore e impedire la creazione di "canyon" urbani, favorendo la ventilazione.
- **Materiali e colori:** i colori chiari e l'inertza termica dei materiali giocano un ruolo fondamentale nel limitare l'accumulo di calore,

sfruttando materiali con alti valori di albedo.

- **Aree verdi e acqua:** privilegiare lo sviluppo delle aree fresche nelle città, aumentando la presenza della vegetazione e aumentando l'evotraspirazione.
- **Oasi di freschezza:** inserire oasi di freschezza in prossimità delle aree frequentate da persone vulnerabili, come asili nido e case di riposo, è una misura di grande importanza per proteggere i gruppi più a rischio durante le ondate di calore, per esempio aumentando l'ombreggiamento.
- **La città di Trento è soggetta al fenomeno dell'isola di calore:** la differenza di temperatura fra le aree urbane e quelle rurali circostanti è dovuta da un lato dalla topografia e dall'altro dalle caratteristiche morfologiche, superficiali e attività antropogeniche. **L'intensità dell'isola di calore diurna è di circa 3°C, ma in alcuni casi può raggiungere i 6°C.**¹⁶

Le sfide legate al microclima e al calore urbano che le città devono affrontare richiedono un approccio integrato e mirato nella progettazione degli spazi urbani. La riduzione dell'effetto isola di calore e il miglioramento del microclima urbano sono essenziali per garantire un ambiente urbano più sano e vivibile.¹⁷

¹⁶ Progetto TUT, Linee guida accordi urbanistici Comune di Trento, <https://www.comune.trento.it/Aree-tematiche/Ambiente-e-territorio/Urbanistica/Accordi-urbanistici/Linee-guida-per-Accordi-urbanistici>

¹⁷ <https://boiteaoutilis.espace-mont-blanc.com/it/agire/azioni/gestire-il-clima-urbano-isole-di-calore-oasi-di-freschezza-urbane>

S.03 - Ridurre il consumo di suolo

Il suolo è un bene essenziale e non rinnovabile, il consumo di suolo è definito come il fenomeno di progressiva artificializzazione dei suoli, generato dalle dinamiche di urbanizzazione del territorio, monitorabili attraverso specifici indici. Questo processo di trasformazione ha impatti profondi sull'ambiente e sulle risorse naturali, che sono essenziali per il benessere umano per mezzo dei servizi ecosistemici forniti dalla natura.

L'impermeabilizzazione del suolo è generata principalmente dalle coperture artificiali attraverso interventi di nuova edificazione o infrastrutturazione che avvengono su aree precedentemente naturali, piuttosto che su terreni già urbanizzati. L'impermeabilizzazione ha conseguenze significative per l'ambiente sotto diversi aspetti:

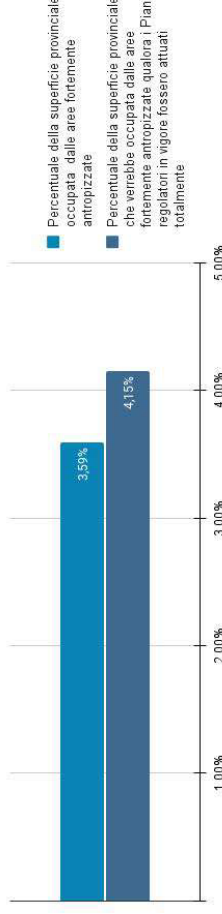
- quando il suolo naturale viene sostituito da superfici impermeabili come asfalto e cemento, si **riduce la capacità del terreno di assorbire l'acqua piovana**. Questo porta a un aumento del deflusso superficiale e a un rischio maggiore di inondazioni.
- La perdita di aree verdi **riduce la capacità del suolo di regolare le temperature e migliorare la qualità dell'aria**, contribuendo così all'intensificazione dell'effetto isola di calore urbano.
- La **diminuzione della produzione alimentare locale e la creazione di occasioni per la socialità**.
- Le aree agricole e forestali forniscono anche habitat per la fauna selvatica e contribuiscono alla biodiversità. Quando queste aree vengono convertite in edifici e infrastrutture **si riducono gli ecosistemi naturali**.

In Italia, il consumo di suolo è **monitorato dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)**, che tiene traccia delle variazioni nella copertura del suolo e analizza le tendenze nel tempo. Il fenomeno del consumo di suolo è associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, derivante dall'occupazione di superfici originariamente agricole, naturali o seminaturali. Questo fenomeno riguarda l'incremento della copertura artificiale del terreno, dovuto principalmente a dinamiche insediative che includono la costruzione di nuovi edifici e infrastrutture, l'espansione delle aree urbane e la densificazione delle città.

Nel 2020 sono stati diffusi da ISPRA i dati del consumo di suolo riferiti al 2019. A seguito dell'introduzione di una serie di correttivi, i dati relativi al consumo di suolo in Trentino nel 2019 sono sensibilmente differenti, e migliori, rispetto a quelli riferiti al 2018. **Il territorio ha sofferto dagli anni '60 un forte incremento che dura tutt'oggi**, nel 2019 l'estensione dei suoli antropizzati risulta pari a circa 22.787 ettari pari al 3,67% (contro il 7,1 nazionale) dell'intera superficie territoriale del Trentino. Il suolo consumato per abitante è 421 metri quadrati, rimanendo superiore alla media nazionale, pari a 354,5; alto anche l'incremento annuo del consumo di suolo, con 52,9 ettari consumati tra il 2018 e il 2019 (pari a 0,98 metri quadrati per abitante, superiore alla media nazionale, pari a 0,9). Trento risulta il primo comune trentino per ettari consumati (2.712).¹⁸

¹⁸ Rapporto sullo stato dell'ambiente 2020, 15. Suolo e Bonifiche, M. Niro a cura di; APPA.

Nonostante la pianificazione urbanistica locale sia ancora fortemente orientata all'espansione, l'estensione delle nuove aree fortemente antropizzate programmate dai PRG dei Comuni della provincia, nel periodo dicembre 2019-2021 ha registrato un andamento in calo.¹⁹



Imm. 16- Superfici che sarebbero antropizzate ad attuazione dei Piani regolatori in vigore al 31 dicembre 2021

In tale contesto, la **LP 15/2015 art. 18 "Limitazione del consumo del suolo"** richiede che gli strumenti di pianificazione territoriale perseguano **l'obiettivo della limitazione del consumo del suolo quale bene comune e risorsa non rinnovabile**, favorendo il riuso urbano attraverso la densificazione e la compresenza di funzioni. Eventuale individuazione di nuove aree urbanizzate deve sottostare a verifiche socio-economiche e alle valutazioni secondo art. 20 per contribuire a garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e per promuovere lo sviluppo sostenibile secondo le direttive europee.

Per affrontare il problema del consumo di suolo, è necessario adottare politiche e sfide che **promuovano l'uso sostenibile del territorio**. Tra gli strumenti chiave ci sono la **promozione del riutilizzo e della riqualificazione** delle aree già urbanizzate, la **limitazione dell'espansione urbana e la creazione di spazi verdi e corridoi ecologici** che possano mitigare gli effetti della copertura artificiale. È fondamentale anche incentivare pratiche di sviluppo urbano che integrino la sostenibilità ambientale, come la progettazione di edifici a basso impatto e la pianificazione di infrastrutture che favoriscano la permeabilità del suolo.

Il consumo di suolo rappresenta una sfida significativa per la sostenibilità ambientale e il benessere umano. Gli strumenti per mitigare questo fenomeno devono essere integrate in un quadro più ampio di gestione del territorio e pianificazione urbana, mirato a preservare le risorse naturali e mantenere i servizi ecosistemici vitali per il nostro futuro.

¹⁹ Osservatorio del paesaggio trentino, Quante aree agricole o naturali potrebbero in futuro trasformarsi in aree fortemente antropizzate?, editoriale 13/10/2024

S.04 - Affrontare il rischio idrogeologico

L'urbanizzazione e il fenomeno di sigillatura del suolo rappresentano sfide significative per la gestione delle acque piovane. Con l'espansione urbana e l'aumento delle superfici impermeabili, le città affrontano crescenti difficoltà nel **gestire il deflusso delle acque meteoriche**. Questo problema è esacerbato dall'intensificazione degli eventi di precipitazioni estreme, che può portare a danni considerevoli alle infrastrutture e, in casi gravi, alla perdita di vite umane. Le tradizionali strategie di gestione delle acque, basate principalmente sul convogliamento delle acque piovane verso i corsi d'acqua e attraverso un sistema fognario centralizzato, si sono dimostrate sempre meno efficaci contro **eventi meteorologici estremi che, sebbene rari in passato, sono diventati sempre più frequenti e intensi**.

Questo approccio tradizionale, orientato alla rimozione rapida delle acque piovane dalle aree urbane, non tiene conto delle dinamiche naturali del ciclo idrologico e non è in grado di gestire adeguatamente le condizioni meteorologiche estreme. Il rapido deflusso delle acque piovane può infatti sovraccaricare le infrastrutture fognarie, provocare allagamenti e inondazioni, e contribuire all'erosione e alla degradazione del suolo.

Una soluzione efficace a questo problema è rappresentata dai sistemi di drenaggio urbano sostenibile (**Sustainable Urban Drainage Systems - SUDS**), che si basano su approcci integrati per la gestione delle acque piovane sfruttando soluzioni naturali (Nature Based Solutions - NBS). **Questi sistemi mirano a imitare i processi naturali di infiltrazione e drenaggio dell'acqua**, riducendo l'impatto delle superfici impermeabili e migliorando la gestione del deflusso per mezzo delle infrastrutture verdi e blu. Tra le principali strategie dei SUDS ci sono la laminazione localizzata e diffusa, la depurazione naturale e il riutilizzo dell'acqua.

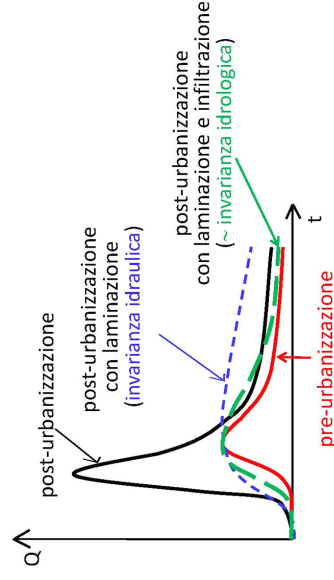
La laminazione localizzata e diffusa implica la gestione delle acque piovane attraverso interventi progettati per ritardare e ridurre il deflusso. Questo può includere l'uso di aree di accumulo temporaneo, come bacini di trattamento e giardini di pioggia, che consentono all'acqua di infiltrarsi lentamente nel suolo piuttosto che defluire rapidamente nei corsi d'acqua. La depurazione naturale, attraverso processi di filtrazione e purificazione del deflusso, può essere realizzata mediante l'uso di vegetazione e sistemi di filtrazione biologica, che contribuiscono a migliorare la qualità dell'acqua e a ridurre l'inquinamento.

Il riutilizzo dell'acqua prevede la raccolta e la rielaborazione delle acque piovane per usi non potabili, come l'irrigazione di spazi verdi e la pulizia delle strade, riducendo la domanda di acqua potabile.

L'infiltrazione nel suolo rappresenta un ulteriore elemento per la gestione sostenibile delle acque piovane. Integrando superfici permeabili come pavimentazioni porose e giardini filtranti, le aree urbane possono aumentare la capacità di assorbimento e ridurre il volume di acqua che defluisce rapidamente.

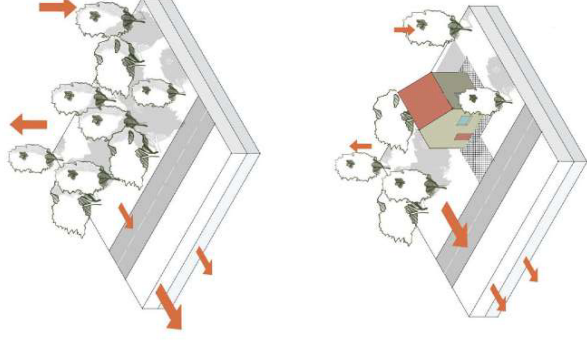
Queste soluzioni contribuiscono a mantenere l'equilibrio idrologico e

Imm 17- Portate di run off pre e post urbanizzazione, rappresentazione schematica.



a preservare le risorse idriche locali.

Adottare una gestione sostenibile delle acque piovane non solo aiuta a **ridurre i danni da inondazioni e migliorare la qualità dell'acqua**, ma anche a proteggere l'ambiente e la salute pubblica. Trasformare l'uso del suolo per integrare vegetazione e superfici permeabili, e sviluppare infrastrutture che supportano l'infiltrazione e la depurazione naturale, è essenziale per garantire la resilienza e la sostenibilità delle città di fronte ai cambiamenti climatici e agli eventi meteorologici estremi.



Imm 18 - Scambi idrici in un lotto pre e post urbanizzazione

Imm 19- Alluvione, Valencia, 29-30 ottobre 2024.

La sera del 29 ottobre la Spagna con la città di Valencia e dintorni è stata colpita da fortissime piogge che hanno causato allagamenti mortali per centinaia di persone. Il fenomeno chiamato Dana Depression Aislada en Niveles Altos è tipico dei mesi autunnali provocato da bassa pressione e strettamente legato all'aumento delle temperature. Una bolla di aria fredda con direzione ovest-est si increspa e scende di quota scontrandosi con masse di aria calda e umida più vicine al suolo e presenti in particolar modo in questo periodo date le alte temperature del Mediterraneo, 3-4°C sopra la media. Il fenomeno ha portato sul suolo dai 200 ai 500 mm in 8 ore.



S.05 - Affrontare la scarsità idrica

La scarsità idrica è un fenomeno che si manifesta come un decremento dell'acqua disponibile in una specifica area e periodo di tempo, che può colpire anche regioni non necessariamente aride.

La scarsità idrica diventa particolarmente problematica quando i periodi di siccità si intensificano e si prolungano, creando un deficit idrico che compromette la ricarica degli acquiferi e riduce la portata dei corsi d'acqua. Queste condizioni hanno **ripercussioni significative sia sugli ecosistemi naturali sia sulle attività umane**, generando gravi conseguenze socioeconomiche e ambientali.

Il deficit idrico prolungato può influire negativamente su diversi aspetti cruciali. Per esempio, la riduzione della ricarica degli acquiferi **può compromettere le riserve di acqua sotterranea**, che sono fondamentali per l'approvvigionamento idrico durante i periodi di siccità. La diminuzione della portata dei corsi d'acqua, a sua volta, **può danneggiare gli habitat acquatici** e ridurre la disponibilità di acqua per uso agricolo, industriale e domestico. Le conseguenze di tali impatti si riflettono in **danni ambientali e socioeconomici** significativi, inclusi la perdita di biodiversità, la diminuzione della produzione agricola e la crescita della pressione sui sistemi di approvvigionamento idrico.

Nel territorio antropizzato (urbano e non), la gestione della scarsità idrica **richiede l'implementazione di strategie mirate che si concentrano sull'ottimizzazione dell'uso dell'acqua e sulla riduzione degli sprechi**. Una delle principali strategie per affrontare il problema è la promozione della consapevolezza e delle pratiche di risparmio idrico. Le politiche che incoraggiano l'uso responsabile dell'acqua, attraverso campagne educative e regolamentazioni, sono essenziali per ridurre il consumo e migliorare l'efficienza.

In Europa, l'uso domestico dell'acqua rappresenta il 12% (144 litri a persona al giorno). Le anomalie climatiche peggiorano la situazione: nell'estate del 2015, le risorse idriche erano inferiori del 20% rispetto al 2014, con solo il 10% in meno di piogge.²⁰

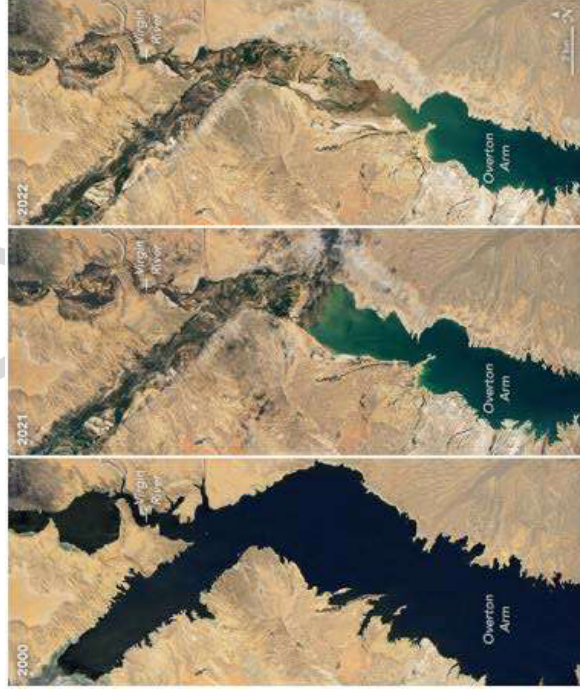
Un'altra strategia importante è **il riuso delle acque**, che può contribuire significativamente a mitigare la scarsità idrica. Il riuso può includere l'uso delle acque grigie, provenienti da lavandini e docce, per l'irrigazione o il raffreddamento industriale. Inoltre, l'adozione di tecnologie per il trattamento e il riutilizzo delle acque reflue può ridurre la dipendenza dalle risorse idriche naturali e migliorare la sostenibilità dei sistemi idrici urbani.

La gestione delle acque piovane rappresenta un'altra area chiave nella lotta contro la scarsità idrica. L'implementazione di sistemi di drenaggio urbano sostenibile, come i giardini di pioggia e le pavimentazioni permeabili, può favorire l'infiltrazione e la raccolta delle acque piovane, contribuendo così a ricaricare gli acquiferi e a ridurre il rischio di inondazioni. Inoltre, la progettazione di infrastrutture verdi e l'adozione di tecniche di gestione delle acque basate sulla natura possono migliorare la resilienza delle città alle variazioni climatiche e alle periodiche crisi idriche.

Infine, la gestione sostenibile delle risorse idriche richiede una pianificazione

²⁰ European Environment Agency editoriale: 2019. *Uso dell'acqua in Europa — Quantità e qualità esposte a grandi sfide*. <https://www.eea.europa.eu/it/segnali/segnali-2018/articoli/uso-dell'acqua-in-europa-2014#:~:text=Il%20settore%20minerario%20e%20manifatturiero,aria%20da%20regione%20a%20regione>

integrata che consideri sia le esigenze ambientali sia quelle antropiche. È fondamentale sviluppare strategie di lungo termine che prevedano l'adattamento alle condizioni climatiche variabili e l'ottimizzazione delle risorse disponibili. La scarsità idrica, sebbene rappresenti una sfida significativa, può essere affrontata efficacemente attraverso un approccio proattivo e integrato che promuova la conservazione, il riuso e una gestione razionale delle risorse idriche.



Imm 20- lago Mead, Nevada.

Una combinazione di siccità e aumento della domanda, per la crescita della popolazione nel sud-ovest degli Stati Uniti. Hanno comportato una diminuzione drammatica di uno dei bacini idrici più grandi degli Stati Uniti, nel 2007 il livello del lago era sceso di 30 metri nel 2022 aveva perso il 70% della sua capacità.

S.06 - Contenere le emissioni clima-alteranti

La riduzione delle emissioni antropiche di gas serra rappresenta una delle sfide fondamentali nella lotta contro i cambiamenti climatici indotti dall'attività umana. Questo impegno contribuisce a mitigare gli effetti negativi del riscaldamento globale e promuovere un futuro più sostenibile.

Ridurre la produzione delle emissioni dalla produzione di energia è un percorso principale che coinvolge i vari attori si pensi: alle normative nazionali (e.g. comunità energetiche), a quelle provinciali (e.g. nr 11-13/leg 2009 per il fotovoltaico) e lo stesso Regolamento Edilizio Comunale di Trento che ha recepito le disposizioni in materia di fonti energetiche, efficientamento energetico da progettazione e sistemi di illuminazione per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni. Nel quadro del presente studio e in aggiunta alle politiche già in vigore, gli strumenti che possono ridurre la produzione di emissioni clima-alteranti riguardano prevalentemente **l'implementazione delle infrastrutture naturali che da un lato assorbono CO2 e dall'altra favoriscono ulteriori pratiche sostenibili**, come spostamenti ecologici e riduzione dei sistemi di raffrescamento.

Analizzando i dati storici, è possibile osservare progressi significativi nel periodo tra il 1990 e il 2015. Durante questo intervallo di tempo, le emissioni nazionali totali di gas serra, espresse in CO₂ equivalente, sono diminuite del 16,7% rispetto ai livelli del 1990, con una riduzione dello 0,6% nel solo anno 2015.

Nel 2023, la città di Trento ha raggiunto il primo posto all'interno dello studio "Ecosistema urbano" di Legambiente in collaborazione con Il Sole 24 ore. Il capoluogo mantiene un buon livello di qualità dell'aria per NO₂, Pm10 e Pm2,5, mentre peggiora nel numero di giorni di superamento dell'ozono. Diminuiscono i consumi idrici da 149,7 litri procapite al giorno a 147,4 e positiva a anche la gestione dei rifiuti.²¹

Questa diminuzione delle emissioni è stata influenzata da diversi fattori. La crisi economica globale ha portato a una contrazione dei consumi energetici e alla riduzione della produzione industriale, contribuendo a una diminuzione delle emissioni di gas serra. Tuttavia, oltre a questo fattore ciclico, sono emersi cambiamenti strutturali significativi che hanno avuto un impatto positivo sulle emissioni. Un contributo importante è derivato dall'espansione delle fonti di energia rinnovabile. L'energia idroelettrica e l'energia eolica hanno visto una crescita significativa, diminuendo la dipendenza da fonti fossili come carbone e petrolio, principali responsabili delle emissioni di gas serra. L'adozione di fonti rinnovabili e l'incremento dell'efficienza energetica hanno avuto un effetto diretto sulla riduzione delle emissioni di CO₂.

Nonostante i progressi, alcune sfide rimangono, ad esempio nel settore dei trasporti. In Italia, i trasporti sono responsabili del 52% delle emissioni di ossidi di azoto (NOx) e del 21% delle emissioni di particelle di polveri sottili (PM10), che rappresentano una minaccia significativa per la salute pubblica e l'ambiente. Questo indica che, sebbene siano stati fatti progressi nella riduzione delle emissioni di gas serra, è necessaria un'ulteriore attenzione per ridurre le emissioni nel settore dei trasporti.²²

21 Ecosistema Urbano trentesima edizione, Legambiente; 2023

22 Documento di indirizzo per la pianificazione urbana in un'ottica di Salute Pubblica; Documento di indirizzo per la pianificazione urbana in un'ottica di Salute Pubblica; Ministero della Salute; p.39

Per continuare a progredire verso gli obiettivi climatici globali, è essenziale mantenere e ampliare gli sforzi per ridurre le emissioni di gas serra. Questo implica promuovere tecnologie a basse emissioni di carbonio, aumentare l'uso delle energie rinnovabili e migliorare l'efficienza energetica. È fondamentale sviluppare politiche e misure che riducano le principali fonti di inquinamento per garantire un ambiente più sano.

In questo contesto, **le infrastrutture verdi e blu e le NBS hanno un ruolo importante nella mitigazione e adattamento** ai cambiamenti climatici e **nell'assorbimento degli inquinanti**. Le infrastrutture verdi, come parchi, giardini e tetti verdi, contribuiscono a ridurre le temperature urbane e migliorano la qualità dell'aria grazie all'assorbimento di CO₂ e all'evapotraspirazione. Queste soluzioni non solo aiutano a controllare le emissioni di gas serra, ma offrono anche benefici aggiuntivi, come il miglioramento della qualità della vita urbana e la resilienza agli eventi climatici estremi.

Molti studi evidenziano gli effetti negativi causati dall'inquinamento, in particolare quello dell'aria, sull'ambiente e specialmente sull'uomo, mostrando una stretta relazione tra gli inquinanti stessi (quali ad esempio ozono e particolato atmosferico) e gravi patologie cardio e cerebro-vascolari e polmonari, con conseguenti costi sociali ed economici che ne possono derivare.²³

Integrando soluzioni basate sulla natura e investendo in trasporti a zero emissioni, come percorsi pedonali, ciclabili e mezzi elettrici, è possibile affrontare le sfide climatiche in modo sostenibile e migliorare la qualità ambientale e della vita urbana. Questi approcci non solo riducono le emissioni di gas serra e migliorano la qualità dell'aria, ma promuovono anche uno stile di vita più attivo e salutare, riducono la congestione stradale e migliorano la sicurezza. La transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio può così essere supportata da una rete di spazi che arricchisce l'ecosistema urbano, favorendo una migliore qualità della vita per tutti i cittadini.

Altrettanti lavori hanno dimostrato l'azione positiva della vegetazione sulla qualità dell'aria²⁴ e sulla salute psico-fisica degli abitanti delle città, evidenziando anche la minore incidenza di patologie diffuse quali obesità, diabete e malattie mentali, nelle persone che vivono in prossimità di aree verdi, confermando come la vegetazione sia un elemento essenziale per mantenersi in un buon stato di salute.²⁵

In Italia, il settore dei trasporti su strada rileva negli ultimi anni un aumento delle emissioni, coincidente con un aumento del consumo di carburante. Nel 2022, le emissioni di gas serra risultano pari al 91,5% del settore dei trasporti (l'aviazione nazionale risulta pari al 2,3%) e al 26,6% delle emissioni totali nazionali.²¹ Le autovetture concorrono al 63,8%, i veicoli commerciali (pesanti e leggeri) al 20,2% e gli autobus al 3,3%.²⁶

23 Powe N. A. & Willis K. G., 2004. Mortality and morbidity benefits of air pollution (SO2 and PM10) absorption attributable to woodland in Britain. *J. Environ Manage*, 70: 119-128

24 Litschke T. & Kuttler W., 2008. On the reduction of urban particle concentration by vegetation – a review. *MetZe*, 17, pp. 229-240

25 Department of Health (2005). *Choosing Activity: a physical activity action plan*. Cm 6374, London, Department of Health. cabeuril.com/2 (2005)

26 Le emissioni nazionali di gas serra Settore Trasporti - 2022: Dipartimento per la valutazione - ISPRA, i controlli e la sostenibilità ambientale; Antonella Bernetti, Marco Cordella.

S.07 - Ridurre il consumo di materie prime

Il settore delle costruzioni è da tempo riconosciuto come uno dei principali responsabili del consumo di risorse e della produzione di rifiuti a livello globale. Consuma infatti circa il 50% di tutti i materiali utilizzati e genera il 36% dei rifiuti totali nell'Unione Europea.²⁷ Un esempio significativo è il calcestruzzo, che da solo rappresenta circa l'8% delle emissioni globali di CO₂ ed è la seconda sostanza più consumata dopo l'acqua.²⁸ Questa situazione sottolinea l'urgenza di adottare pratiche più sostenibili e di ridurre l'uso delle risorse primarie, in particolare attraverso una transizione verso un'economia circolare.

L'economia circolare rappresenta un cambiamento radicale rispetto al tradizionale modello lineare di produzione e consumo. Il modello lineare, basato sul "prendi, usa, getta", porta inevitabilmente a un esaurimento delle risorse e a un aumento dei rifiuti. Al contrario, **l'economia circolare si fonda su sei principi chiave: rigenerare, condividere, ottimizzare, ripetere, virtualizzare e scambiare.**²⁹ Questi concetti possono essere applicati a prodotti, edifici, quartieri, città e persino intere economie, offrendo un quadro per una gestione più sostenibile delle risorse. L'economia circolare è un sistema rigenerativo in cui l'uso delle risorse e gli sprechi, le emissioni e le perdite di energia sono ridotti al minimo diminuendo i cicli di materiali ed energia. Ciò può essere ottenuto tramite **progettazione, manutenzione, riparazione, riutilizzo e riciclaggio di lunga durata.**³⁰

Una delle principali sfide per il settore delle costruzioni è la transizione verso un sistema circolare, che richiede una riduzione significativa del consumo di risorse naturali, della produzione di rifiuti e delle emissioni di gas serra. Per raggiungere questo obiettivo, è essenziale **implementare strategie che includano il riutilizzo e il riciclo dei materiali.** Ad esempio, è fondamentale effettuare un'analisi approfondita del potenziale riutilizzo dei materiali e del loro riciclo.

La transizione verso un sistema circolare nel settore delle costruzioni può comportare anche cambiamenti significativi nella progettazione e nella costruzione degli edifici. L'adozione di pratiche di progettazione che favoriscano la durabilità e la modularità degli edifici può contribuire a ridurre la necessità di risorse e a prolungare la vita utile delle strutture. Inoltre, l'utilizzo di materiali riciclati e riciclabili, come i materiali da costruzione derivati da demolizioni o da processi industriali, può ridurre ulteriormente la dipendenza dalle risorse vergini.

Un altro aspetto importante è **l'ottimizzazione dei processi di costruzione e di gestione dei rifiuti.** L'implementazione di tecnologie avanzate e di pratiche di gestione efficienti può ridurre gli sprechi e migliorare l'efficienza energetica durante la costruzione e l'uso degli edifici. Ad esempio, l'adozione di tecniche di costruzione a basso impatto ambientale e l'integrazione

²⁷ (Eurostat, 2021)

²⁸ Habert, G., Miller, S.A., John, V.M. et al. *Environmental impacts and decarbonization strategies in the cement and concrete industries*. *Nat Rev Earth Environ* 1, 559–573 (2020). <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0093-3>.

²⁹ Bradley R, Jawahir IS, Badurdeen F, Rouch K. *A total life cycle cost model (TLCCM) for the circular economy and its application to post-recovery resource allocation*. *Resour. Conserv. Recycl.* 2018 Aug;135:141–9. doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.017.

³⁰ Martin Geissdoerfer, Paulo Savaget, Nancy M.P. Bocken, Erik Jan Hultink, *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?*, *Journal of Cleaner Production*, Volume 143, 2017, Pages 757–768, ISSN 0959-6526.

di soluzioni di gestione dei rifiuti più sostenibili possono contribuire a minimizzare l'impatto ambientale complessivo del settore.

La riduzione del consumo di materie prime nel settore delle costruzioni è essenziale per affrontare le sfide ambientali globali. L'adozione di un modello circolare, basato su riutilizzo, riciclo e ottimizzazione delle risorse, offre una via promettente per ridurre l'impatto ambientale del settore e promuovere una gestione più sostenibile delle risorse.

Attraverso l'implementazione di queste pratiche e strategie, è possibile contribuire a una riduzione significativa della domanda di risorse primarie, migliorare l'efficienza energetica e ridurre le emissioni di gas serra, supportando così una transizione verso un futuro più sostenibile.



Imm 21- Germania, Lützerath, 2023.

Il paese di Lützerath in Germania sfoltito dal 2017 per permettere i lavori di scavo della miniera di carbone ancora oggi nel 2023, è oggetto della cronaca per la lotta di attivisti contro il progetto della miniera.

S_08 - Migliorare il benessere urbano

Il cambiamento climatico e il riscaldamento globale hanno avuto un **impatto sulla salute umana, influenzando morbidità e mortalità, soprattutto per i residenti delle aree urbane**.³¹ Sono quindi necessarie azioni per mitigare tali impatti, garantire condizioni di vita sicure e sane, supportare stili di vita più sani e ridurre l'esposizione a fattori di stress.³² In questo contesto, si sottolinea la transizione dal concetto di città sana a **città salutogenica** che mira alla promozione della salute.³³ Secondo l'orientamento salutogenico, **l'attenzione è rivolta al mantenimento della salute, al rafforzamento delle risorse sanitarie e alla creazione di ambienti che promuovono la salute e non solo alla protezione della salute** (ovvero alla prevenzione di potenziali rischi per la salute e malattie).³⁴

Nel contesto nazionale italiano sono definiti i **Livelli Essenziali di Assistenza (LEA)** quali prestazioni e servizi che il Servizio Sanitario Nazionale (SSN) deve fornire a tutti i cittadini, gratuitamente (utilizzando risorse pubbliche) o dietro pagamento di una quota di partecipazione (ticket).

Il DPCM del 12 gennaio 2017 aggiorna i LEA e individua tre grandi livelli di assistenza:

- prevenzione collettiva e sanità pubblica, che include la tutela della salute e della sicurezza degli ambienti, la promozione della salute e dell'attività fisica e la sicurezza stradale;
- assistenza ospedaliera, che riguarda i servizi forniti in regime di ricovero e pronto soccorso;
- assistenza distrettuale, che comprende i servizi sanitari territoriali e ambulatoriali.

Nel livello di Prevenzione collettiva e sanità pubblica, sezione B "Tutela della salute e della sicurezza degli ambienti aperti e confinati", la voce 3 è dedicata alla **"Valutazione igienico-sanitaria degli strumenti di regolazione e pianificazione urbanistica"**. Questo programma promuove criteri per proteggere gli ambienti di vita dagli inquinanti ambientali e sviluppare spazi favorevoli alla salute e all'attività fisica. Prevede anche valutazioni preventive dei piani urbanistici e supporto agli enti preposti nella definizione di strumenti di pianificazione urbanistica con particolare attenzione al rapporto tra salute e pianificazione.

I LEA sono allineati con gli obiettivi dell'**Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)**, che mira a garantire l'accesso ai servizi sanitari a tutti entro il 2030. Questa indicazione **chiarisce come una pianificazione urbana efficace**, insieme allo sviluppo delle infrastrutture e ad una buona

governance, **può mitigare i rischi per la salute e promuovere il benessere delle popolazioni urbane**. Le città sane sono sostenibili, resilienti e socialmente inclusive. Città con l'aria pulita, infrastrutture energeticamente efficienti e spazi verdi ampiamente accessibili non solo migliorano la qualità della vita negli ambienti urbani e le relative abitudini ma favoriscono nuovi investimenti, la creazione di posti di lavoro e offrono opportunità a persone di tutti i ceti sociali.

A livello provinciale, il "Piano provinciale della prevenzione 2021-2025" esplicita il **Programma Predefinito nr.9 "Ambiente, clima e salute"**³⁵ che prevede di adottare il concetto **One Health, che include la comprensione delle complesse relazioni tra l'uomo e gli ecosistemi naturali e artificiali**, e riconosce che la salute dell'uomo è legata alla salute degli animali e dell'ambiente.

Le città sane, come intese dall'OMS, in linea con i principi salutogenici, si concentrano sulla **comunità nel suo insieme piuttosto che sui singoli individui**³⁶, **in quanto le persone con connessioni sociali più forti tendono a essere più forti e più sane**.³⁷

In questi termini, le strategie di sviluppo urbano possono migliorare la qualità della vita sociale, la vivibilità e la salute, rendendo gli spazi urbani più attraenti³⁸ promuovendo socialità, integrazione e inclusione e restituendo senso di sicurezza e di appartenenza. A questo proposito, l'accesso alla natura e ai luoghi in cui praticare la vita di comunità (ad esempio orti comunitari, parchi giochi) sono associati alla soddisfazione. Risulta quindi che il capitale sociale è una componente essenziale per le comunità salutogeniche e quindi la creazione di spazi per le connessioni tra individui con diverse identità sociali è collegata al benessere.

La pianificazione urbana può contribuire a promuovere comportamenti sani e garantire ambienti sicuri e confortevoli, in linea con la definizione di salute dell'OMS del 1948, che descrive la **salute come "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale, e non semplicemente l'assenza di malattia e di infermità"**.

In quest'ottica per affrontare la sfida della salute e del benessere delle comunità occorre **concentrarsi sulla qualità dell'ambiente urbano e sulla qualità della vita dei gruppi sociali che lo compongono**.

³⁵ Piano provinciale della prevenzione 2021-2025; Dipartimento Salute e politiche sociali PAI; <https://www.trentinosalute.net/Aree-tematiche/Prevenzione/Piano-provinciale-della-prevenzione-2021-2025>

³⁶ World Health Organization. (2012). Addressing the social determinants of health: the urban dimension and the role of local government. World Health Organization. Regional Office for Europe.

³⁷ Marmot, M., Allen, J., Goldblatt, P., Boyce, T., McNeish, D., Grady, M., et al. (2010). Fair society, healthy lives: Strategic review of health inequalities in England post-2010. The Marmot Review, London, UK.

³⁸ Taleghani, M. (2018). Outdoor thermal comfort by different heat mitigation strategies - A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81(P2), 2011-2018. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:rensus:v:81:y:2018:i:p2:p:2011-2018>

³¹ Cedeño, L.J.G.; Williams, A.; Oulhote, Y.; Zanobetti, A.; Allen, J.G.; Spengler, J.D. Reduced cognitive function during a heat wave among residents of nonDairConditioned buildings: An observational study of young adults in the summer of 2016. PLoS Med. 2018, 15, e1002605

³² Marselle, M. R., Stadler, J., Korn, H., Irvine, K. N., & Bonn, A. (2019). Biodiversity and health in the face of climate change (p. 481). Springer Nature

³³ Capolongo, S., Rebecchi, A., Dettori, M., Appolloni, L., Azara, A., Buffoli, M., ... & D'Alessandro, D. (2018).

Healthy design and urban planning strategies, actions and policy to achieve salutogenic cities. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(12), 2698

³⁴ Rittel, K., Bredow, L., Wanka, E. R., Hokema, D., Schuppe, G., Wilke, T., ... & Heiland, S. R&D Project FKZ 3511 82 800 Federal Agency for Nature Conservation Green, natural, healthy: The potential of multifunctional urban spaces.

2.d STRUMENTI OPERATIVI

PAESC	OBIETTIVI	SFIDE	STRUMENTI	DISPOSITIVI
-------	-----------	-------	-----------	-------------

Gli strumenti operativi rappresentano i requisiti che il Regolamento Edilizio potrebbe integrare per favorire la sostenibilità ambientale e la resilienza climatica attraverso nuovi interventi edilizi. Gli strumenti sono stati individuati a partire da una selezione di casi studio provenienti dal territorio nazionale, in particolare dalle normative urbanistiche delle città di Bolzano, Bologna, Reggio Emilia, Modena, Milano e Brescia. Queste città rappresentano esempi significativi per diverse pratiche e regolamenti urbanistici che hanno dimostrato di essere efficaci nella gestione e pianificazione urbana sostenibile. Ad integrazione delle normative in vigore presso i casi studio, si è fatto riferimento ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) e alla certificazione Green Building Council (GBC) Quartieri, che forniscono linee guida e standard per la sostenibilità ambientale e la qualità degli ambienti urbani. L'analisi approfondita dei riferimenti normativi e pratici ha portato all'identificazione di 14 strumenti potenziali da implementare, progettate per migliorare vari aspetti della pianificazione urbana, dalla gestione delle risorse naturali alla sostenibilità energetica.

Tab. 13 - Matrice - STRUMENTI

STRUMENTI	
St_01	Risparmio e riuso delle acque
St_02	Invarianza idraulica
St_03	Regimazione delle acque piovane
St_04	Qualità dell'acqua
St_05	Indice R.I.E.
St_06	Indice Microclimatico
St_07	Riflessione Solare
St_08	Materiali sostenibili e di riciclo
St_09	Recupero degli edifici e flessibilità
St_10	Inserimento nel contesto
St_11	Servizi e sistemi per la mobilità sostenibile
St_12	Funzionalità e sicurezza degli spazi
St_13	Connessioni ecologiche
St_14	Qualità dell'aria

Tab. 14 - STRUMENTI

La tabella nr. 15 rappresenta la relazione tra gli strumenti operativi individuati e i riferimenti nazionali presi come casi studio: Bolzano, Bologna, Reggio Emilia, Modena, Milano e Brescia.
Questa lettura rimane parziale e deve essere integrata con le altre analisi svolte sugli stessi casi Studio. Nel paragrafo "1.f Casti studio" dove si sottolinea come le normative oggi in vigore sui territori Regionali differiscano tra loro e allo stesso impianto normativo che vige sul territorio Trentino, questo comporta che nella tabella sotto riportata si riscontrino gli argomenti trattati in maniera generica nella normativa urbanistica locale e non puntuale: se presenti nel regolamento edilizio o in normative di attuazione.
Questo lavoro è stato fondamentale nelle prime fasi di verifica e individuazione degli strumenti implementabili che ha coinvolto l'analisi del PAESC, dei casi studio e dei riferimenti.

STRUMENTI	Trento	BZ	BO	RE	MO	MI	BS
St_01	Risparmio e riuso delle acque	X	-	X	X	X	X
St_02	Invarianza idraulica	X	-	X	X	X	X
St_03	Regimazione delle acque piovane	X	X	X	-	-	X
St_04	Qualità dell'acqua	X	-	X	-	-	-
St_05	Indice R.I.E.	X	X	X	-	X	X
St_06	Indice Microclimatico	X	-	X	-	-	-
St_07	Riflessione Solare	X	-	X	-	X	X
St_08	Materiali sostenibili e di riciclo	X	-	X	-	X	X
St_09	Recupero degli edifici e flessibilità	X	-	X	-	-	-
St_10	Inserimento nel contesto	X	-	X	-	-	-
St_11	Servizi e sistemi per la mobilità sostenibile	X	X	X	-	X	-
St_12	Funzionalità e sicurezza degli spazi	X	-	-	-	-	X
St_13	Connessioni ecologiche	X	-	X	-	-	X
St_14	Qualità dell'aria	X	-	X	-	-	X

Tab. 15 - STRUMENTI

SFIDE													
STRUMENTI													
	S_01	S_02	S_03	S_04	S_05	S_06	S_07	S_08					
St_01	Risparmio e riuso delle acque				x				Ridurre il consumo di materie prime				Migliorare il benessere urbano
St_02	Invarianza idraulica			x									
St_03	Regimazione delle acque piovane			x									
St_04	Qualità dell'acqua												x
St_05	Indice R.I.E.	x	x	x	x								
St_06	Indice Microclimatico	x											
St_07	Riflessione Solare	x											
St_08	Materiali sostenibili e di riciclo						x						
St_09	Recupero degli edifici e flessibilità		x										
St_10	Inserimento nel contesto												x
St_11	Servizi e sistemi per la mobilità sostenibile												
St_12	Funzionalità e sicurezza degli spazi					x	x						x
St_13	Connessioni ecologiche	x											
St_14	Qualità dell'aria									x			x

Tab. 16 - Strumenti e Sfide

I dispositivi rappresentano le pratiche progettuali che i progettisti possono adottare per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale e di resilienza climatica. In particolare, a partire da progetti innovativi e dalla letteratura, viene definito un elenco di dispositivi progettuali come esempi pratici utili a concorre agli strumenti impiegati per una gestione sostenibile delle risorse e dell'ambiente. **Questi dispositivi offrono ai professionisti del settore un riferimento iniziale e pratico per l'implementazione di sfide efficaci e mirate.**

Ad esempio, tra i dispositivi specifici troviamo i sistemi di laminazione (D_04), che rappresentano una soluzione specifica per la gestione delle acque piovane. Essi includono vasche di laminazione e bacini inondabili, utili per accumulare temporaneamente le acque in eccesso durante eventi di precipitazione intensa, riducendo così il rischio di allagamenti e migliorando la gestione del deflusso. Tale dispositivo è utile per ridurre l'impatto negativo delle piogge estreme sulle infrastrutture urbane, permettendo una graduale restituzione delle acque al sistema di drenaggio.

In aggiunta, dispositivi come i sistemi per il risparmio idrico (D_03) rappresentano una generalizzazione di diverse tecnologie e pratiche progettuali. Questi sistemi includono una varietà di soluzioni, come rubinetti a basso flusso, sistemi di recupero delle acque grigie e tecniche di irrigazione efficienti. L'obiettivo principale di tali dispositivi è quello di ridurre il consumo di acqua, contribuendo così alla sostenibilità idrica. Essi possono essere adattati e integrati in diverse applicazioni, dall'ambito domestico a quello industriale, offrendo una flessibilità che li rende particolarmente utili in una varietà di contesti progettuali.

In sintesi, questi dispositivi, sia specifici che generalizzati, forniscono agli esperti strumenti pratici e versatili per affrontare le sfide ambientali e gestionali. La loro applicazione consapevole e integrata nelle progettazioni urbanistiche e infrastrutturali contribuisce a una gestione più efficiente delle risorse e a una riduzione dell'impatto ambientale, facilitando la transizione verso pratiche più sostenibili.

DISPOSITIVI
STRUMENTI
SFIDE
OBIETTIVI
PAESC

Tab. 17- Matrice - DISPOSITIVI

La tabella a lato mette a confronto i dispositivi con i relativi strumenti a cui concorrono. Per alcuni dispositivi si sono individuati dei termini generali che possono raggruppare un'insieme più ampio le cui finalità siano le stesse. In particolare i dispositivi D_03; 04, 05, 06, 07, 08 e 19 rappresentano dei gruppi generalizzati che vengo esplicitati sotto.

D 03 Sistemi di risparmio idrico

Terminali a basso consumo idrico;
contabilizzatori

D 04 Sistemi di laminazione

Vasche di laminazione; stoccaggio sotterraneo (detention vault); superfici d'infiltrazione (dry swales)

D_05 Sistemi di filtrazione

Zone umide, fitodepurazione, separatori di fluidi leggeri

D 06 Sistemi di infiltrazione sotterranei

Trincee d'infiltrazione; pozzi perdenti

D 08 Pavimentazioni permeabili

Prati; Sterrati inerbiti; grigliati di calcestruzzo inerbiti; sterrati inerbiti; masselli porosi; cubetti o masselli con fughe larghe inerbite; cubetti o masselli a fughe strette; asfalti e calcestruzzi drenanti

D 07 Sistemi di infiltrazione superficiali

Superfici di infiltrazione; fossi di infiltrazione; bacini di infiltrazione; zone umide di ritenzione ed infiltrazione;

D_19 Materiali con alta riflessione solare

Materiali freddi (cool materials), materiali con colori chiari

STRUMENTI							
	St_07	St_08	St_09	St_10	St_11	St_12	St_13
Riflessione Solare							
Materiali sostenibili e di riciclo							
Recupero degli edifici e flessibilità							
Inserimento nel contesto							
Sistemi e servizi per la mobilità sostenibile							
Funzionalità e sicurezza degli spazi							
Connessioni ecologiche							
Qualità dell'aria							

		STRUMENTI					
		Risparmio e riutilizzo delle acque	Invarianza idraulica	Regimazione delle acque piovane	Qualità dell'acqua	Indice R.I.E.	Indice Microclimatico
	DISPOSITIVI	St_01	St_02	St_03	St_04	St_05	St_06
D_01	Sistemi di recupero acque meteoriche	x	x	x			
D_02	Sistemi di recupero acque grige	x					
D_03	Sistemi per il risparmio idrico	x					
D_04	Sistemi di laminazione				x		
D_05	Sistemi di filtrazione		x		x		
D_06	Sistemi d'infiltrazione sotterranei			x			
D_07	Sistemi d'infiltrazione superficiali		x	x			
D_08	Pavimentazioni permeabili		x			x	x
D_09	Depavimentazione (depaving)		x			x	x
D_10	Giardini della pioggia (rain gardens)		x	x			x
D_11	Giardini tascabili			x		x	x
D_12	Orti Urbani					x	x
D_13	Messa a dimora di alberi e arbusti		x			x	x
D_14	Ventilazione urbana						
D_15	Corridoi ecologici						
D_16	Tetti e pareti verdi		x	x		x	x
D_17	Pergole verdi o fotovoltaiche						
D_18	Rifugi climatici (climate shelters)					x	x
D_19	Materiali con alta riflessione solare						
D_20	Materiali con contenuto riciclato						
D_21	Parcheggi per biciclette e servizi accessori						
D_22	Sistemi di moderazione del traffico (Traffic calming)						

Schede di Approfondimento

Come guida pratica, si predisponeo nelle schede di approfondimento dedicate agli strumenti e ai dispositivi. Le schede sono articolate per offrire una panoramica dettagliata e operativa su ciascuna misura e tecnologia, con l'obiettivo di semplificare l'implementazione per i professionisti e facilitare il monitoraggio e la valutazione da parte dell'amministrazione pubblica.

All'interno delle singole schede, vengono introdotti indici di performance chiari e argomentati. Questi indici servono a quantificare l'efficacia e l'efficienza degli strumenti e dei dispositivi, fornendo criteri concreti per la loro valutazione. Ad esempio, per la sfida: "*regimazione delle acque piovane (St_03)*", i parametri potrebbero includere la riduzione del tasso di deflusso di picco di 30 anni. Per raggiungere i valori ipotizzati, viene proposto un elenco di sistemi utili a ridurre il rischio di allagamenti. Tali valori aiutano i professionisti a scegliere soluzioni che rispondano efficacemente alle esigenze specifiche del sito e alle condizioni climatiche locali.

Per strumenti più generalizzati come il "*risparmio e riuso delle acque (St_01)*", le schede forniscono indici di performance che includono il volume d'acqua risparmiato, l'efficienza dei dispositivi e il ritorno economico derivante dalla riduzione dei costi idrici. Questi dati consentono agli amministratori di confrontare diverse soluzioni e di prendere decisioni informate basate su evidenze concrete.

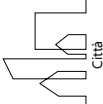
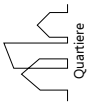
Inoltre, le schede facilitano anche la mappatura della ricaduta degli strumenti sul territorio comunale: offrono una visione chiara di come ogni misura contribuisca a migliorare la sostenibilità ambientale e a raggiungere gli obiettivi di gestione delle risorse. Questo aspetto è cruciale per la pianificazione e il monitoraggio a lungo termine, permettendo alle amministrazioni di valutare l'impatto complessivo degli interventi e di apportare aggiustamenti, se necessario.

In sintesi, le schede di approfondimento degli strumenti e dei dispositivi costituiscono un supporto scientifico per l'amministrazione comunale per l'integrazione di nuovi requisiti nel regolamento edilizio per la sostenibilità ambientale e resilienza climatica e la loro valutazione. La loro applicazione può facilitare una gestione efficiente e trasparente delle risorse e delle tecnologie, supportando sia i professionisti nella loro applicazione pratica che le amministrazioni pubbliche nel controllo e nella valutazione delle performance.

3.a STRUMENTI OPERATIVI

STRUMENTI	
St_01	Risparmio e riuso delle acque
St_02	Invarianza idraulica
St_03	Regimazione delle acque piovane
St_04	Qualità dell'acqua
St_05	Indice R.I.E.
St_06	Indice Microclimatico
St_07	Riflessione Solare
St_08	Materiali sostenibili e di riciclo
St_09	Recupero degli edifici e flessibilità
St_10	Inserimento nel contesto
St_11	Sistemi e servizi per la mobilità sostenibile
St_12	Funzionalità e sicurezza degli spazi
St_13	Connessioni ecologiche
St_14	Qualità dell'aria

Tab. 19- Strumenti



Di seguito si riportano i contenuti delle schede relative agli strumenti. Ogni scheda, contiene alcuni dati segnalati in grigio che indicano valori citati da altri casi studio e di riferimento. Le schede sono composte dai seguenti dati:

Icone

Le icone a lato, che si trovano a lato delle singole schede, indicano se: lo strumento contribuisce all'**adattamento** ai cambiamenti climatici, intendendo quegli strumenti di adeguamento agli effetti attuali e futuri dei cambiamenti climatici; o alla **mitigazione** dei cambiamenti climatici, intesa come quegli strumenti che riducono attivamente le fonti delle emissioni di gas a effetto serra e/o rafforza l'assorbimento; e la scala di applicabilità, ovvero: **lotto**, inteso anche come proprietà privata di ridotte dimensioni; **quartiere**, aree con superficie urbanistiche rilevanti e circoscrivibili che esse siano pubbliche o private; **città**, considerando in tal modo ampie trasformazioni urbane anche diffuse tipiche della pubblica amministrazione.

1. **Nr. Strumento**

2. **Titolo Strumento**

Informazioni di identificazione dello strumento secondo l'organizzazione metodologica della matrice.
3. **Definizione**

Definizione teorica dello strumento con introduzione di formule applicative, se presenti.
4. **Obiettivi**

5. **Sfide**

Riferimenti alla matrice con identificazione degli Obiettivi e delle Sfide di riferimento.

6. **Utilità**

Il paragrafo descrive perché sia utile introdurre un requisito nel regolamento edilizio relativo allo strumento, per dare una maggiore comprensione della tematica e della sua necessità.

7. **Dispositivi**

8. **Soluzioni possibili**

In linea con la matrice, questo paragrafo fa riferimento ai dispositivi che contribuiscono allo strumento e spiega in maniera più dettagliata le soluzioni applicative e metodologie.

9. **Parametri di riferimento**

Si elencano possibili metodologie e parametri di misurazione da utilizzare per le verifiche degli interventi progettuali. In alcuni casi, si indicano diversi gradi di intensità che il progetto può raggiungere (e.g. discreto, buono, ottimo) e relativi valori da ottenere. I valori indicati sono ricavati da letteratura scientifica o dai requisiti di altre città italiane. Vanno prima verificati per il contesto trentino prima dell'effettiva applicazione. Inoltre, si fa presente che per ogni strumento saranno esposti molteplici metodi, che vanno scelti per il contesto trentino. In alcuni casi i metodi esposti sono alternativi e si escludono a vicenda, in altri casi, si possono accumulare.

Infine, l'inserimento del target nel regolamento edilizio e la sua valutazione devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

10. **Indicatori di performance**

Il paragrafo suggerisce la metodologia per calcolare i target. L'indicatore di valutazione, oltre ad essere utile per la verifica dei requisiti, consente di raccogliere dati informativi per il monitoraggio dei progetti a livello comunale.

In alcuni casi, all'interno del paragrafo sono inseriti (su riferimento del Comune di Milano) i valori di Emissioni Evitate di CO₂. Questi valori possono essere usati in alternativa al target di riferimento per semplificare la metodologia di calcolo. L'indicazione del loro calcolo utilizzato dal Comune di Milano per mezzo di foglio di calcolo viene inserito nell'appendice.

11. **Documentazione suggerita**

Il paragrafo suggerisce la documentazione che gli uffici comunali potrebbero richiedere al progettista per la valutazione dell'azione.

Informazioni di definizione	
1. Nr. Strumento	
2. Titolo Strumento	
3. Definizione	
6. Utilità	
4. Obiettivi	
5. Sfide	
7. Dispositivi	
8. Soluzioni possibili	
9. Parametri di riferimento	
10. Indicatori di performance	
11. Documentazione suggerita	
Rimando alla matrice	
Informazioni per scrivere il requisito	

Strumenti		Funzione e Scala			
St_01	Risparmio e riutilizzo delle acque				
St_02	Invarianza idraulica				
St_03	Regimazione delle acque piovane				
St_04	Qualità dell'acqua				
St_05	Indice R.I.E.				
St_06	Indice Microclimatico				
St_07	Riflessione Solare				
St_08	Materiali sostenibili e di riciclo				
St_09	Recupero degli edifici e flessibilità				
St_10	Inserimento nel contesto				
St_11	Servizi e sistemi per la mobilità sostenibile				
St_12	Funzionalità e sicurezza degli spazi				
St_13	Connessioni ecologiche				
St_14	Qualità dell'aria				

Definizione

Con risparmio e riuso delle acque si intendono pratiche utili a limitare lo spreco e ottimizzare il recupero delle risorse idriche. I due fattori che esercitano una forte pressione sulla risorsa sono: la domanda e le condizioni climatiche. Si fa presente che a Trento il consumo pro-capite medio risulta di 147 l/giorno.³⁹

Obiettivi

O_02 Acqua

Sfide

S_05 Affrontare la scarsità idrica

Utilità

In molte città lo stress idrico è una crescente preoccupazione. Il risparmio idrico salvaguarda l'acqua come risorsa tramite la riduzione del consumo d'acqua potabile e il riuso di quella non potabile per adattare gli edifici ai cambiamenti climatici e alla scarsità idrica, mitigando gli effetti e preservando il ciclo naturale. Ridurre il consumo di acqua potabile diminuisce anche la produzione di CO₂ legata alla produzione di energia elettrica (e.g. acqua calda, approvvigionamento e trattamento reflui).

Dispositivi

D_01 Sistemi di recupero delle acque meteoriche

D_02 Sistemi di recupero acque grigie

D_03 Sistemi di risparmio idrico

Soluzioni possibili

Sistemi di raccolta delle acque meteoriche (St_01_01)

Una soluzione per la gestione sostenibile delle risorse idriche consiste nell'installazione di sistemi per la raccolta delle acque meteoriche provenienti da coperture e altre superfici impermeabili. Queste acque possono essere stoccate in cisterne e riutilizzate per usi non potabili, come l'irrigazione o il reintegro in circuiti domestici non destinati al consumo umano. Per garantire la qualità dell'acqua, è necessario dotare il sistema di filtri e, se l'acqua proviene da superfici inquinate, di adeguati impianti di depurazione. È inoltre importante progettare il sistema secondo le specifiche della norma UNI/TS 11445, che fornisce linee guida per la progettazione, installazione e manutenzione degli impianti per la raccolta e l'utilizzo dell'acqua piovana destinata a usi non potabili.

Trattamento e riuso delle acque grigie (St_01_02)

Un'altra misura efficace è il riuso delle acque grigie, provenienti da lavabi, docce, vasche da bagno e bidet. Le acque nere dei WC, invece, devono essere escluse dal riutilizzo. Il sistema di trattamento delle acque grigie deve includere un impianto di disinfezione privo di cloro, come lampade UV, ozonizzatori o altri dispositivi con prestazioni simili. I punti di erogazione di queste acque depurate devono essere chiaramente identificati con apposite segnalazioni e possono essere utilizzati, ad esempio, per alimentare i WC o altri dispositivi che non richiedono acqua potabile. È fondamentale che il sistema di trattamento

³⁹ Laurentin M. Trentin M. a cura di: 2023: *Ecosistema Urbano, rapporto sulle performance ambientali delle città 2023*; Stamperia Romana srl; <https://www.legambiente.it/rapporti-e-osservatori/ecosistema-urbano/>

e riutilizzo delle acque grigie sia conforme alla normativa nazionale e regionale vigente e che utilizzi metodi di disinfezione efficienti e sicuri.

Dispositivi per il risparmio idrico (St_01_03)

L'installazione di dispositivi per il risparmio idrico rappresenta un'ulteriore opportunità per ridurre i consumi. Si consigliano rubinetti e apparecchiature idrosanitarie a basso flusso (ad esempio, 6 l/min per lavabi e bidet, 8 l/min per docce, WC con scarico massimo di 6 litri e ridotto di 3 litri, in conformità con le norme UNI EN 816 e UNI EN 15091). Altri dispositivi utili includono riduttori di flusso, aeratori per lavabi e docce, temporizzatori e contatori separati per singole unità abitative, che consentono un monitoraggio preciso dei consumi. Tuttavia, è importante che tali sistemi siano progettati con attenzione per evitare disagi all'utente, ad esempio quando è necessario riempire grandi contenitori come secchi o pentole. Normative di riferimento sono: EN246:2004, EN200:2008, EN 1112:2008, EN817:2008.

Sensibilizzazione (St_01_04)

Oltre agli interventi tecnici, è cruciale promuovere la sensibilizzazione sull'importanza del risparmio idrico attraverso semplici pratiche quotidiane. Queste includono chiudere il rubinetto durante il lavaggio dei denti o la rasatura, utilizzare cassette

WC con doppio pulsante, preferire la doccia al bagno, lavare le verdure in ammollo anziché sotto l'acqua corrente e lavare l'auto con l'ausilio di un secchio. Anche la gestione delle aree verdi private dovrebbe essere orientata alla sostenibilità, privilegiando la piantumazione di specie autoctone che richiedono meno acqua e l'adozione di tecnologie efficienti per l'irrigazione, come sensori per l'umidità del terreno.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target, l'inserimento all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_01_01; St_01_02; St_01_03 Limitare un consumo massimo giornaliero di acqua potabile litri / abitante equivalente raggiungendo un livello:

- Discreto, pari a meno di 140 l/ab equivalente
- Buono, pari a meno di 130 l/ab equivalente
- Ottimo, pari a meno di 120 l/ab equivalente

(Bologna art. 28-P2)

St_01_01 Installazione di sistemi di raccolta delle acque

Deve essere installato un sistema di raccolta e riuso delle acque meteoriche per attività non potabili: irrigazione, wc o altri sistemi che non richiedano acqua potabile.

(Bologna art. 28-P2)



Imm. 22- Buone Pratiche per il risparmio dell'acqua

St_01_02 Trattamento e riuso delle acque grigie
Deve essere distinta la rete interna inacque grigie e acque nere e deve essere installato un sistema di trattamento e riuso delle acque grigie pari ad almeno il 50% del totale.
(Bologna art. 28-P2)

St_01_03 Dispositivi per il risparmio idrico
I metodi di seguito riportati possono essere alternativi

1. Impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata dell'acqua. Tramite l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed con interruzione del flusso d'acqua per lavabi dei bagni e delle docce (non in ambito residenziale) e a basso consumo d'acqua (6 l/min per lavandini, lavabi, bidet, 8 l/min per docce misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 16091) e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.
(CAM punto 2.3.9)

2. Volume annuo risparmiato di acqua per usi potabili e igienici nel caso di progetto deve essere pari o superiore al 20% del consumo annuo di acqua per usi potabili e igienici calcolato nel caso standard:

Residenziale:	Non Residenziale:
Wc: 6 l/flusso	Wc: 6 l/flusso
Lavabi: 8,5 l/min. 415 kPa	Lavabi pubblici: 2 l/min
Lavelli cucina: 8,5 l/min 415 kPa	Lavabi privati: 8,5 l/min
Doccia: 9,5 l/min 550 kPa	Orinatoi: 4 l/flusso

(Milano art.10, 3.3 e LEED Quartieri Riduzione dell'utilizzo di acqua negli edifici)

Indicatori di performance

St_01_01 Installazione di sistemi di raccolta delle acque

1. Impianti di recupero acqua piovana (si/no)
2. Volume annuo di acqua meteorica recuperata (mc/anno)
3. $E_e = V_{rec} * 0,39 * 0,257$
 - E_e : Emissioni evitate (kgCO2eq/anno)
 - V_{rec} : Volume annuo di acqua recuperata (mc/anno)
 - Ad un mc all'anno di acqua meteorica recuperata si ha un risparmio di energia elettrica pari a 0,39 kWh per il servizio di acquedotto⁴⁰
 - Nel 2022 il valore FE (Fattore Emissivo) in Italia risulta pari a 0,257 kgCO2eq /kWh, cioè quanto ha emesso un kWh elettrico consumato⁴¹

(Milan PGT, art.10)

St_01_02 Trattamento e riuso delle acque grigie

1. Impianti di recupero acque "grigie" (si/no)
2. Volume annuo di acqua grigia recuperata (mc)

40 art. 10 - Sostenibilità Ambientale e Resilienza Urbana PGT comune di Milano

41 Fattori di emissione per la produzione ed il consumo di energia elettrica in Italia, ISPRA 2024

St_01_03 Dispositivi per il risparmio idrico

1. Elenco dei dispositivi
2. Volume annuo di acqua risparmiata per usi potabili e igienici (mc/anno)
3. $E_e = V_{ris} * (0,39 + 0,33) * 0,257$
 - E_e : Emissioni evitate (kgCO2eq/anno)
 - V_{ris} : Volume annuo acqua risparmiata (mc/anno)
 - Ad ogni mc di acqua risparmiata si ha un risparmio di energia elettrica pari a 0,39 kWh per il servizio di acquedotto e di 0,33 kWh per il servizio di depurazione e fognatura (kWh/mc)⁴²
 - FE 2022 pari a 0,257 kgCO2eq/kWh

(Milan PGT, art.10)

Documentazione richiesta

Progetto

Relazione di un tecnico abilitato con descrizione dell'impianto idrico sanitario e stima del bilancio idrico pre e post intervento (se non ricadente in art.77 comma 1 f), g) e di come si prevede di raggiungere il requisito prestazionale di consumo domestico o assimilato al domestico massimo giornaliero, con evidenziate le prestazioni dei sanitari utilizzati (l/min, per gli erogatori e l/risciacquo per i WC), il dimensionamento dei sistemi di accumulo delle acque di pioggia e il recupero delle acque "grigie" e gli usi non potabili a cui sono destinate.

Fine lavori

Deve essere prodotta una dichiarazione di conformità rilasciata da un tecnico abilitato, che la messa in opera degli impianti realizzati corrisponde a quanto dichiarato in sede di progetto. Per gli impianti di cui sopra devono essere fornite dettagliate istruzioni per un'efficace gestione dell'impianto con Manuale d'uso e di manutenzione.



Definizione

L'invarianza idraulica è un principio che mira a minimizzare l'impatto delle attività umane sul ciclo naturale dell'acqua.

Si tratta di mantenere invariate, dopo interventi di urbanizzazione o trasformazione del territorio, le portate delle acque di pioggia scaricate nei ricettori naturali o artificiali, promuovendo l'ingresso diretto in falda di quanta più acqua possibile. In questo modo si persegue una gestione sostenibile del deflusso delle acque.

Obiettivi

O_02 Acqua

O_04 Sicurezza del territorio

Sfide

S_04 Mitigare il rischio idrogeologico

Utilità

Gli interventi di impermeabilizzazione del territorio devono essere attentamente valutati per una gestione delle acque meteoriche ed evitare di aumentare l'apporto di acque meteoriche nel sistema di smaltimento. È essenziale prevedere sistemi di controllo efficaci delle portate in uscita, con l'obiettivo di non aggravare la situazione esistente e, nel lungo periodo, di ridurre progressivamente le quantità d'acqua che confluiscono nelle reti fognarie e nei corsi d'acqua superficiali durante eventi meteorologici intensi. Questo approccio contribuisce a diminuire l'impatto degli scarichi urbani sulle portate di piena dei fiumi e torrenti, riducendo così il rischio di alluvioni e smottamenti.

Dispositivi

D_01 Sistemi di recupero delle acque meteoriche

D_04 Sistemi di laminazione

D_05 Sistemi di filtrazione

D_07 Sistemi d'infiltrazione superficiali

D_08 Pavimentazioni permeabili

D_09 Depavimentazione (depaving)

D_10 Giardini della pioggia (rain gardens)

D_13 Messa a dimora di alberi / arbusti

D_16 Tetti e pareti verdi

Soluzioni possibili

Tra le possibili soluzioni, vanno sempre favorite quelle che si basano su soluzioni naturali (Nature-based Solutions), allo scopo di trattenere, ritardare o infiltrare direttamente nella falda le acque meteoriche degli eventi atmosferici, in particolare in presenza di grandi volumi d'acqua. Un esempio utile è la conservazione o il ripristino di aree permeabili, con il dispositivo della depavimentazione (desealing). Perseguire l'invarianza idrologica comporta il ripristino dei fenomeni di infiltrazione naturale nel sottosuolo favorendo la ricarica delle falde. Sulla tematica si consideri il Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Meteoriche, Art. 30 – Smaltimento delle acque di pioggia.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target, l'inserimento all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_02_01 Calcolo del deflusso

Le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non devono essere maggiori di quelle preesistenti all'intervento.

Metodo di smaltimento dei volumi

Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

- mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali: innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti condizioni geologiche, idrogeologiche e sismiche del suolo.
- scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale
- scarico in fognatura (Milano Rr nr.7/2017 art. 5)

Il calcolo della portata massima di acqua meteorica in uscita da un insediamento deve essere effettuato assumendo un contributo specifico pari: - 10 l/s per ogni ettaro di superficie drenata, se il terreno prima dell'intervento è una superficie permeabile; - 50 l/s per ogni ettaro di superficie drenata, se il terreno prima dell'intervento è impermeabile (strade, parcheggi, edifici, ecc.), salvo specifiche indicazioni più restrittive.

(Bologna art. 53.3; Reggio Emilia Allegato 2,1)

Indicatori di performance

St_02_01 Calcolo del deflusso

- Indicatore (l/s ha) = Deflusso stato di fatto - Deflusso di progetto
- Descrizione del sistema di stoccaggio e/o smaltimento

Documentazione richiesta

Progetto

Relazione di un tecnico abilitato di invarianza idraulica, e di come si prevede di raggiungere il requisito prestazionale.

Fine lavori

Deve essere prodotta una dichiarazione di conformità rilasciata da un tecnico abilitato, che quanto realizzato corrisponde a quanto dichiarato in sede di progetto. Per i sistemi introdotti devono essere fornite dettagliate istruzioni per un'efficace gestione dell'impianto con Manuale d'uso e di manutenzione.



Definizione

La regimazione si concentra sulla risoluzione tecnica del problema del deflusso superficiale delle acque per mezzo della raccolta, l'incanalamento e lo smaltimento delle acque piovane in modo efficiente e sicuro al fine di evitare allagamenti e danni alle infrastrutture per il deflusso incontrollato dell'acqua.

Obiettivi

- O_02 Acqua**
- O_04 Sicurezza del territorio**

Sfide

- S_04 Mitigare il rischio idrogeologico**

Utilità

La vulnerabilità di un territorio e di una città dipende in primis dall'impermeabilizzazione dei suoli, conseguentemente dalle modalità di gestione delle acque. Le acque di run-off, se non drenate in modo efficace, possono causare allagamenti delle aree urbane anche in caso di eventi di pioggia modesti.

Il problema della gestione delle acque non si esaurisce con il loro allontanamento dalle zone urbanizzate, ma per prevenire gli allagamenti è necessario anche un rigoroso controllo del loro impatto qualitativo e quantitativo sull'ambiente in generale. Il semplice drenaggio dall'area urbana verso fognature o aree fluviali può comportare allagamenti e un aumento dei picchi di piena nei corsi d'acqua.

Dispositivi

- D_01 Sistemi di recupero delle acque meteoriche**
- D_04 Sistemi di laminazione**
- D_06 Sistemi d'infiltrazione sotterranei**
- D_07 Sistemi d'infiltrazione superficiali**
- D_10 Giardini della pioggia (rain gardens)**
- D_16 Tetti e pareti verdi**

Soluzioni possibili

Regimazione delle acque superficiali (St_03_01)

Il primo strumento per la gestione sostenibile delle acque è contenere il deflusso superficiale non controllato delle acque meteoriche in ambito urbano, limitando il run-off e minimizzando l'impatto dell'urbanizzazione sui processi di evaporazione e infiltrazione. Per questo motivo, va ridotto lo stillicidio delle acque piovane sul suolo e la loro immissione nelle fogne nere. L'obiettivo principale è promuovere l'infiltrazione delle acque meteoriche nella falda profonda o il loro riuso.

Quando si scelgono gli interventi per la gestione delle acque pluviali, è preferibile optare per soluzioni naturali (NbS) come avallamenti, rimodellazioni morfologiche, depressioni del terreno e trincee drenanti, che permettono anche un utilizzo multifunzionale dell'opera. È necessario adottare misure progettuali adeguate che tengano valutino il rischio idraulico, al fine di ridurre la vulnerabilità delle persone e dei beni esposti.

Locali interrati e sensibili (St_03_02)

Particolare attenzione deve essere posta ai locali interrati, seminterrati o comunque posti sotto il livello della strada e in generale sensibili ad allagamento. Il piano di calpestio degli immobili dovrebbe essere sopraelevato rispetto al piano di campagna circostante. In alternativa, possono essere adottate misure compensative come infissi a tenuta stagna o altre soluzioni di "flood proofing" per ridurre la vulnerabilità dei beni e delle persone esposte.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target, l'inserimento all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_03_01 Regimazione delle acque superficiali

Favorire l'infiltrazione controllata nel terreno delle acque superficiali in caso di eventi meteorici eccezionali, evitando fenomeni di erosione e ristagno gestendone la regimazione (e.g. fossi di scolo adiacenti agli assi stradali). In generale, si prediligano sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SSDS - Sustainable Drainage Systems). (Bologna art.53)

St_03_02 Controllo locali interrati

Valutazioni della vulnerabilità idraulica, in considerazione delle quote (e.g. interrati, avallamenti) e del conseguente rischio di allagamento. (Reggio Emilia Allegato 2,2)

Indicatori di performance

St_03_01 Regimazione delle acque superficiali

1. Riduzione del tasso di deflusso di picco di 30 anni (%)
2. Elenco dei sistemi di regimazione delle acque (stormwater management) predisposti

St_03_02 Controllo locali interrati

1. Relazione con valutazione del rischio di allagamento dei locali a rischio.

Documentazione richiesta

Progetto

Relazione di un tecnico abilitato riguardo le valutazioni sulla vulnerabilità idraulica con riferimento alla carta di pericolo provinciale e al sito specifico.

Fine lavori

Deve essere prodotta una dichiarazione di conformità rilasciata da un tecnico abilitato, che ciò che è stato realizzato corrisponde a quanto dichiarato in sede di progetto. Per i sistemi introdotti devono essere fornite dettagliate istruzioni per un'efficace gestione dell'impianto con Manuale d'uso e di manutenzione.

Definizione

L'acqua pulita è fondamentale per la natura, la salute e il benessere delle persone. Tuttavia, l'acqua meteorica subisce un primo inquinamento già nell'atmosfera e successivamente a causa delle sostanze inquinanti presenti sulle superfici urbane dilavate dalla pioggia. Le acque di dilavamento o acque di prima pioggia (primi 5mm dell'evento) risultano quindi più inquinate rispetto al complesso dell'evento meteorico.

Prima dell'infiltrazione in falda, o prima dell'immissione in acque superficiali, le acque vanno sottoposte ad un eventuale trattamento in relazione al grado d'inquinamento. Le acque meteoriche possono essere depurate tramite pretrattamenti fisici, biologici o combinati.

Obiettivi**O.06 Salutogenesi e Biofilia****Sfide****S.08 Diminuire l'esposizione alla popolazione a fattori di rischio****Utilità**

Vanno limitati gli inquinanti presenti nelle acque di run-off, che veicolano il carico inquinante accumulato nel periodo secco trasportando i liquami non trattati nei corpi idrici e contribuendo alla riduzione della qualità delle acque superficiali e sotterranee.

Dispositivi**D.04 Sistemi di laminazione****D.05 Sistemi di filtrazione****Soluzioni possibili**

Le soluzioni possibili da impiegare devono dipendere dal livello di inquinamento delle acque che possono riversarsi a terra. Si raccomanda in ogni caso l'uso di disabbiatore e disoleatore, anche combinati, al fine di separare fin da subito eventuali depositi oleosi o di fanghi, anche nel caso di trattamenti successivi come la fitodepurazione. Su questo tema si ricorda la Delibera della Giunta Provinciale 1239 del 2021.

Disabbiatori, disoleatori e trattamenti fisici (St_04_01)

Le sostanze inquinanti pesanti (e.g. liquami, rifiuti solidi) si depositano sul fondo mentre le sostanze più leggere dell'acqua rimangono in superficie (e.g. olio, benzina). Se sono necessari trattamenti di depurazione più incisivi possono essere realizzati impianti di depurazione, che hanno un fabbisogno maggiore di superficie e di manutenzione.

I separatori di fluidi leggeri sono impiegati soprattutto per il pretrattamento dei deflussi derivanti da superfici ad elevato rischio d'inquinamento per la possibile presenza di carburanti od olii (e.g. distributori di carburanti). L'impianto comprende generalmente una vasca di sedimentazione dei fanghi, un separatore a gravità (classe II, olio residuo al massimo 100 mg/l) ed un separatore a coalescenza (classe I, olio residuo al mas- simo 5 mg/l). Nella vasca di sedimentazione i fanghi si raccolgono sul fondo; i due pozzetti

successivi servono per trattene i liquidi leggeri.

Trattamenti biologici (SUDS) (St_04_01)

Le acque meteoriche vengono depurate tramite il passaggio in uno strato di suolo rinverdito denominato "suolo o terra filtrante".

La fitodepurazione, è una depurazione naturale delle acque che sfrutta le capacità depurative naturali del suolo e delle piante. Questi sistemi possono essere impiegati anche per le acque di prima pioggia. Alcune tipologie sono depressioni o bacini naturali con fondo impermeabilizzato e riempiti di uno strato di terreno organico (suolo filtrante). L'acqua meteorica, attraversando il suolo filtrante vegetato, viene depurata sia meccanicamente che, soprattutto, biologicamente. L'acqua depurata sfiora attraverso il troppo pieno oppure fluisce tramite una condotta drenante.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target, l'inserimento all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_04_01 Trattamenti acque di prima pioggia

Valutare l'inquinamento delle acque di prima pioggia tenendo in considerazione le superfici con le quali entrano in contatto e prevedere adeguati sistemi per il trattamento delle acque di prima pioggia (e.g. disoleatori/disabbiatori, vasche per acque di prima pioggia - serbatoi per fluidi leggeri -, fitodepurazione) (Bologna art.53; Reggio Emilia Allegato 2,10)

Indicatori di performance**St_04_01 Trattamenti acque di prima pioggia**

1. Presenza di disoleatori e disabbiatori (sì/no)
2. Presenza di vasche per deposito acque di prima pioggia, serbatoi per fluidi leggeri (mc)
3. Presenza di fitodepurazione o altri metodi di trattamento (sì/no)

Documentazione richiesta**Progetto**

Planimetria dello stato di fatto e stato di progetto con indicate: superfici in proiezione orizzontale che intercettano per prime la pioggia, estensione (mq) e tipologia (ψ), la somma deve coincidere con la Superficie fondiaria dichiarata; alberature con specie e categoria equivalente. Relazione descrittiva delle superfici e Certificazione RIE, la relazione documenta la stratigrafia delle superfici con richiamo alla tabella "Superfici" o se necessario eventuale ricalcolo dei coefficienti di deflusso; Calcolo dell'indice.

Fine lavori

Relazione descrittiva firmata che attesti la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato, con fotografie.

Definizione

Indice numerico applicato ad un lotto edificabile al fine di certificare la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo. L'indice RIE in forma sintetica è il rapporto tra superfici permeabili e impermeabili:

$$RIE = \frac{S_i}{S_j}$$

S_i = Superfici a verde-superfici permeabili;

S_j = Superfici impermeabilizzate-sigillate.

Più elevato è l'indice RIE, migliore è la gestione del territorio in relazione alla quantità di acqua meteorica afferente. La formula completa per il calcolo dell'indice è:

$$RIE = \frac{\sum_{i=1}^n S_{Vi} \frac{1}{w_i} + S_e}{\sum_{i=1}^n S_{Vi} + \sum_{j=1}^m S_{Vj} \psi_j}$$

S_{Vi}

Superficie permeabile, impermeabile o sigillata a verde (m^2)

S_{Vj} Superficie permeabile, impermeabile o sigillata non a verde (m^2)

ψ_{Vi} - esimo coefficiente di deflusso delle superfici verdi

ψ_{Vj} - esimo coefficiente di deflusso delle superfici grigie

S_e Superfici equivalenti alberature (m^2).

Coefficiente di Deflusso (ψ)

Indica la capacità di un sistema di regimare le acque meteoriche. Il coefficiente rappresenta la percentuale di acqua che defluisce da un sistema rispetto a quella in input, in un tempo definito e in condizioni critiche per intensità di pioggia e saturazione del sistema. E' il rapporto tra l'acqua piovana che viene rilasciata e l'acqua piovana che viene captata in uno specifico intervallo di tempo.

I valori di ψ sono tratti dalla letteratura (Norme DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235) e variano tra 0 e 1.

A coefficiente pari a 0 corrispondono superfici per le quali è nulla la quantità di acqua rilasciata.

A coefficiente pari a 1 corrispondono superfici che rilasciano il 100% dell'acqua captata.

Esempio:

In 24 ore su una superficie cadono 500 mm di pioggia e ne vengono rilasciati 300 mm il coefficiente di deflusso sarà $\psi=0,6$ (300/500).

Alberature

In base alla dimensione della chioma e alla maturità sono assegnate 3 classi di grandezza differenti ma non possono essere conteggiati gli alberi aventi uno sviluppo a maturità inferiore ai 4 m di altezza, gli arbusti e gli impianti a siepe:

- 115 m^2 = 1a grandezza (raggio della chioma a maturità > 6 m; sviluppo in altezza a maturità maggiore di 18 m)
- 65 m^2 = 2a grandezza (raggio della chioma a maturità tra 3 e 6 metri;

sviluppo in altezza a maturità tra 12 e 18 m)

- 20 m^2 = 3a grandezza (raggio della chioma a maturità < 3 m; sviluppo in altezza a maturità tra 4 e 12 m)

Si possono estrapolare le tabelle di riferimento da altri comuni (e.g. Bolzano, Bologna).

Obiettivi

O_04 Sicurezza del territorio

Sfide

S_02 Migliorare il microclima locale

S_04 Mitigare il rischio idrogeologico

Utilità

L'indice RIE favorisce il controllo dei cicli naturali afferenti il sito di progetto; nel calcolo si tiene conto delle superfici che per prime intercettano la pioggia e delle parti vegetali, favorendo la permeabilità dei suoli e migliorando il microclima locale.

Dispositivi

D_08 Pavimentazioni permeabili

D_09 Depavimentazione (desealing)

D_11 Giardini tascabili

D_12 Orti Urbani

D_13 Messa a dimora di alberi / arbusti

D_16 Tetti e pareti verdi

D_18 Rifugi climatici (climate shelter)

Soluzioni possibili

L'indice RIE (A_05_01) valuta le caratteristiche idrauliche del lotto urbanizzato. Per raggiungere il target richiesto si può intervenire sui parametri della formula, quali la piantumazione di alberature e la realizzazione di superfici permeabili o con elevati coefficienti di deflusso.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target, l'inserimento all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_05_01 Calcolo dell'indice RIE

I valori dell'indice RIE sull'area di intervento si possono distinguere in:

- Discreto quando il RIE è confermato o migliorativo;
- Buono quando $RIE \geq 1,5$;
- Ottimo quando $RIE \geq 4,0$.

La verifica deve essere eseguita nuovamente nel caso in cui venga eseguita una modifica peggiorativa delle superfici sul 25% (maggiore o uguale) delle superfici già certificate.

(Bolzano art. 53, Allegato 3)

Indicatori di performance

St_05_01 Calcolo dell'indice RIE

1. Indice RIE di progetto (nr.)
2. Superfici permeabili / Superficie totale (%)
3. Alberi piantati (nr. - categoria)

Documentazione richiesta

Progetto

Planimetria dello stato di fatto e stato di progetto con indicate: superfici in proiezione orizzontale che intercettano per prime la pioggia, estensione (mq) e tipologia (ψ), la somma deve coincidere con la Superficie fondaria dichiarata;

alberature con specie e categoria equivalente

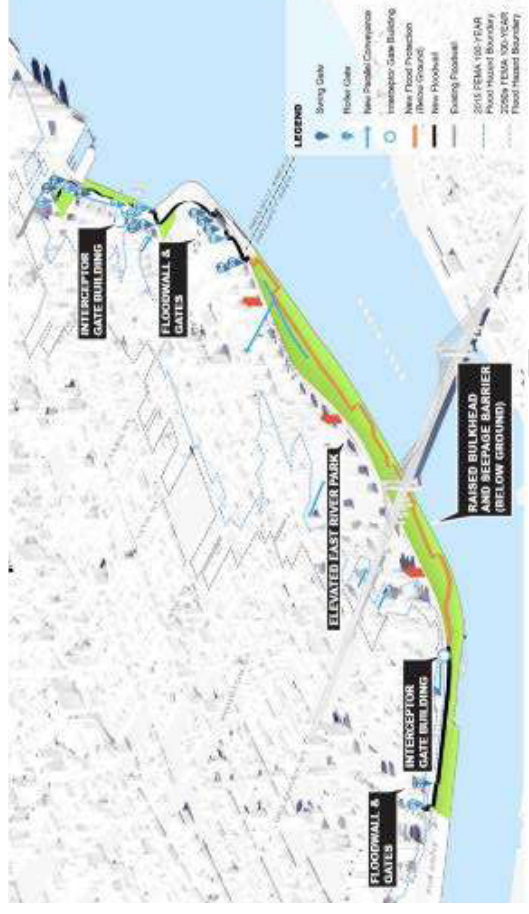
Relazione descrittiva delle superfici e Certificazione RIE

La relazione documenta la stratigrafia delle superfici con richiamo alla tabella "Superfici" o se necessario eventuale ricalcolo dei coefficienti di deflusso; Calcolo dell'indice.

Fine lavori

Relazione descrittiva con fotografie

Relazione firmata che attesti la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato.



Imm 23, 24 e 25- East Side Coastal Resiliency, New York 2015 -;

Progetto in risposta all'uragano Sandy del 2012, composto da più lotti e avrà il ruolo di proteggere la città di New York da inondazioni potendo sfruttare al massimo la costa per funzioni all'aria aperta. ESCR acronimo del progetto prevede un sistema integrato di 2,4 miglia di parchi rialzati, dighe, banchine e paraole mobili. Il completamento è previsto per il 2026.

Definizione

L'indice microclimatico intende esprimere la condizione di equilibrio fisiologico della persona che si trova in ambiente outdoor sottoposto a variabili atmosferiche e biologiche.

Il benessere microclimatico deve essere calcolato attraverso il seguente indice:

$$IM = CP - CS$$

Dove:

- CP - Condizioni di comfort dello scenario progettuale: Indice PET (o equivalente) dello scenario progettuale ad altezza uomo
- CS- Condizioni di comfort dello stato di fatto: Indice PET (o equivalente) dello stato di fatto ad altezza uomo
- L'IM deve essere il risultato di simulazioni modellistiche. I dati di input richiesti sono: suolo (materiali), edifici (localizzazione, dimensioni, materiali), vegetazione (altezza e specie) e le condizioni atmosferiche iniziali (si scelgono i valori di una tipica giornata estiva, da prediligere la giornata centrale di un'onda di calore).

La dimensione delle celle della griglia usata per la simulazione deve essere di massimo 5m x 5m, salvo problemi specifici (e.g. aree particolarmente ampie) che devono essere eventualmente documentati.

Deve essere riprodotto un intervallo temporale di almeno 24 ore in modo da poter rappresentare una giornata intera.

I risultati della simulazione devono riportare la mappatura dei valori orari delle seguenti variabili microclimatiche:

- Temperatura potenziale dell'aria ad altezza fra 1.5 m e 1.8 m
- Temperatura superficiale
- PET (Physiological Equivalent Temperature) ad altezza tra 1.5m e 1.8m
- In alternativa al PET, si possono usare altri indici, quali PMV o UTCI⁴³
- Ai fini della verifica della prestazione deve essere considerato il valore medio del IM sull'area di intervento riferito alle ore 14:00 e alle 2:00.

Obiettivi

O_04 Sicurezza del territorio
O_06 Salutogenesi e Biofilia

Sfide

S_02 Migliorare il microclima locale

Utilità

Per contribuire a migliorare il microclima locale e mitigare l'effetto isola di calore nello spazio urbano, gli interventi urbanistici ed edilizi devono rispettare i principi di una progettazione sostenibile, tenendo in considerazione gli effetti della radiazione solare incidente sulle superfici esterne, il coefficiente di assorbimento dei materiali da costruzione, la morfologia urbana e l'utilizzo della vegetazione. Questo permette di migliorare il benessere delle persone di ridurre l'energia per la climatizzazione estiva (riducendo la produzione di CO₂).

⁴³ Ulteriori indici sono: SET/OUT_SET/ET; ASVEurope; per l'ambiente severo: WBGT

Dispositivi

- D_08 Pavimentazioni permeabili**
- D_09 Depavimentazione (depaving)**
- D_10 Giardini della pioggia (rain gardens)**
- D_11 Giardini tascabili**
- D_12 Orti urbani**
- D_13 Messa a dimora di alberi e arbusti**
- D_16 Tetti e pareti verdi**
- D_17 Pergole verdi o fotovoltaiche**
- D_18 Rifugi climatici (climate shelters)**

Soluzioni possibili

Nella valutazione dell'indice, i principali parametri che influenzano il risultato sono 3: temperatura dell'aria, temperatura superficiale e velocità del vento. A livello progettuale, tali parametri sono influenzati da:

- materiali (in particolare il relativo grado di riflettanza ed emissività e la permeabilità);
- messa a dimora di elementi naturali (alberi e arbusti) e prati;
- geometria urbana (canyon stradale e volumi degli edifici).

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target, l'inserimento all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_06_01 Calcolo dell'indice IM

I valori medi del IM sull'area di intervento si possono distinguere in:

- Discreto quando il IM di progetto $\geq$ IM dello stato di fatto;
- Buono quando il IM di progetto risulta migliore di almeno il 10% di IM dello stato di fatto;
- Ottimo il IM di progetto che risulta migliore di almeno il 20% di IM dello stato di fatto.

(Bologna art.28, P1)

Indicatori di performance

St_06_01 Calcolo dell'indice IM

- Valore di IM ore 14:00 e ore 2:00

Documentazione richiesta

Progetto

Relazione riportante il calcolo e i ragionamenti legati all'IM e le conseguenti scelte tecniche per soddisfare lo strumento, e.g. tipologia di superfici esterne (verticali e orizzontali).

Fine Lavori

Relazione firmata da tecnico abilitato con fotografie che attestino la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato.

Definizione

Il coefficiente di albedo (CA) è il rapporto tra flusso termico solare incidente F_i espresso in W/m^2 e il flusso termico riflesso F_r espresso in W/m^2 . **L'albedo è una misura della riflettanza di una superficie.** Un corpo perfettamente bianco, riflettente, ha albedo uguale a 1, mentre un corpo perfettamente nero ha albedo uguale a 0 e assorbe tutta la radiazione ricevuta. L'albedo è legato al colore e alla rugosità di un elemento, e **determina la quantità di radiazione solare che ritorna all'ambiente una volta** che viene intercettato dal materiale.

L'Indice di Riflettanza Solare (Solar Reflex Index - SRI) è un indice normalizzato che combina la riflettanza solare (SR) e l'emissività termica (ϵ). L'indice SRI è un valore che viene attribuito ai materiali e **tiene conto sia della capacità del materiale di riflettere la radiazione solare (albedo), sia della capacità di emettere la radiazione solare assorbita come radiazione termica.**

Siesprime in scala da 1 a 100, anche se sono possibili valori negativi o superiori a 100. Per esempio, $SRI = 0$ è proprio di una superficie nera, mentre $SRI = 100$ è proprio di una superficie bianca. Più l'indice è alto più la superficie esposta all'irraggiamento solare rimarrà "fresca", ovvero avrà un basso innalzamento di temperatura.

I coefficienti di albedo del materiale e l'indice SRI si ottengono dalle tabelle dei Coefficienti Albedo o dalla documentazione tecnica specifica del materiale.

Obiettivi

O_04 Sicurezza del territorio

O_06 Salutogenesi e Biofilia

Slide

S_02 Migliorare il Microclima locale

Utilità

L'utilizzo di materiali con un alto SRI può contribuire a ridurre l'effetto isola di calore urbano riflettendo una maggiore quantità di radiazione solare. Ciò aiuta a mantenere le temperature più basse nell'ambiente urbano, migliorando il microclima locale; il miglioramento del microclima locale può contribuire alla riduzione delle emissioni causate dall'uso di energia elettrica per il raffrescamento.

Dispositivi

D_09 Depavimentazione (Depaving)

D_10 Giardini della pioggia (rain gardens)

D_11 Giardini tascabili

D_13 Messa a dimora di alberi e arbusti

D_16 Tetti e pareti verdi

D_17 Pergole verdi o fotovoltaiche

D_19 Materiali con alta riflessione solare

Soluzioni possibili

Le soluzioni da applicare possono riguardare l'aumento delle superfici a

verde, oppure l'uso di materiali chiari con albedo e SRI elevati di modo da mitigare l'assorbimento e il relativo rilascio di energia da parte delle superfici.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target, l'inserimento all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_07_01A Calcolo del coefficiente di albedo (CA)

$$CA = S_{ref}/S^*100$$

Dove:

- S_{ref} è la somma delle superfici orizzontali omogenee moltiplicate per il loro coefficiente di albedo;

- S^* è la superficie totale dell'intervento.

Nel calcolo delle superfici convenzionalmente non si considerano le superfici trattate a verde, specchi d'acqua o con sistemi di produzione di energie rinnovabili, in questi casi l'indice di riferimento vale 1.

Valutare inoltre una eventuale incisione per le facciate / pareti verticali.

I valori di albedo sull'area di intervento si possono distinguere in:

- Discreto quando complessivo delle superfici interessate dall'intervento $\geq 40\%$;
- Buono quando complessivo delle superfici interessate dall'intervento $\geq 50\%$;
- Ottimo quando complessivo delle superfici interessate dall'intervento $\geq 60\%$.

(Bologna art.28, Pt)

St_07_01B Calcolo dell'indice di riflettanza solare SRI

Per i materiali di copertura con pendenza maggiore del 15% va garantito un indice SRI di almeno 29 e per le coperture con pendenze minore o uguale a 15% di almeno 76. Le superfici pavimentate quali strade carrabili e aree destinate a parcheggio o allo stazionamento dei veicoli devono avere un indice SRI (Solar Reflectance Index, indice di riflessione solare) di almeno 29.

Indicatori di performance

1. Superfici esterne pavimentate/superfici di copertura/facciate con elevato valore di riflettanza (mq)

Documentazione richiesta

Progetto

Planimetria dello stato di fatto e stato di progetto con indicate: superfici in proiezione orizzontale, estensione (mq) e tipologia, Relazione descrittiva delle superfici

Fine Lavori

Relazione descrittiva con fotografie
Relazione firmata che attesti la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato.



Definizione

Con questo strumento si promuove l'uso di **materiali riciclati e la progettazione circolare**, che considera il ciclo di vita dei singoli componenti per la costruzione, successivo smontaggio e riciclo. Si promuove inoltre la filiera del legno e l'uso di elementi lignei quali materiali a basso impatto ambientale.

Obiettivi

- O.03 Riduzione delle emissioni**
- O.05 Economia circolare**

Sfide

- S.07 Ridurre il consumo di materie prime**

Utilità

L'impiego di materiali riciclati e l'attenzione alle analisi LCA (Life Cycle Assessment) dei materiali hanno come obiettivo la riduzione delle emissioni climateranti legate ai materiali da costruzione utilizzati e la riduzione dell'impatto ambientale dell'attività edilizia. Con il riciclo di terre e rocce da scavo si limita anche lo sfruttamento del territorio e il consumo di risorse non rinnovabili e la conseguente produzione di rifiuti. L'utilizzo di materiali da costruzione a contenuto riciclato o di recupero consente di ridurre il consumo di materie prime, nonché gli impatti ambientali connessi all'estrazione, alla lavorazione e al trasporto delle stesse e alla gestione e smaltimento dei rifiuti. L'uso di materiali lignei sfrutta una risorsa rinnovabile e riciclabile.

Dispositivi

- D.20 Materiali con contenuto riciclato**

Soluzioni possibili

La tematica è attenzionata da diversi anni, contestualmente alla ormai diffusa consapevolezza dell'impatto sul clima dell'attività edilizia. Per questa ragione, le normative hanno portato il mercato alla produzione e commercializzazione di prodotti con contenuti riciclati approvati e normati. Si prediligano costruzioni in legno data la tipologia del materiale rinnovabile, la tipologia costruttiva a secco e la compatibilità del materiale con il territorio della provincia di Trento.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target, l'inserimento all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_08.01 Percentuale di materia recuperata

Le caratteristiche e la percentuale di materia recuperata o riciclata all'interno di materiali da costruzione deve rispettare le quote minime stabilite dai Criteri Ambientali Minimi (CAM), si precisa il capitolo "2.5 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione".

St_08.02 Recupero in fase di cantiere

Si rispettino le indicazioni dei Criteri Ambientali Minimi (CAM), con riferimento al capitolo "2.6. Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere: Prestazioni ambientali del cantiere; Demolizione selettiva, recupero e riciclo; Conservazione dello strato superficiale del terreno; Rinterri e riempimenti." Sia a carattere premiante uno studio LCA (valutazione ambientale del ciclo di vita) secondo le norme UNI EN 15643 e UNI EN 15978, e/o uno studio LCC (valutazione dei costi del ciclo di vita), secondo la UNI EN 15643 e la UNI EN 16627 e/o se l'operatore economico è stato soggetto ad una valutazione ESG, in ottica di valorizzare i concetti sostenibilità ambientale ed economica.⁴⁴

Indicatori di performance

St_08.01 Percentuale di materia recuperata

- Elenco dei materiali con indicazione del loro impiego, provenienza e contenuto riciclato.
- Percentuale (%) di recupero dei materiali non pericolosi che nelle fase di demolizione vengano inviati al recupero secondo le norme vigenti (CAM 2.46.2)

St_08.02 Recupero in fase di demolizione

- Per edifici di nuova costruzione si indichi in percentuale (% peso/peso) il peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, che siano sottoponibile, a fine vita, di disassemblaggio o demolizione selettiva per essere poi sottoposto a riutilizzo, riciclaggio, altre operazioni di recupero. (CAM 2.4.14)

Documentazione richiesta

Progetto

Relazione riportante le indicazioni e i dati richiesti nella sezione Target, si richiede attenzione all'uso di tabelle riepilogative e di capacità di sintesi.

Fine Lavori

Relazione firmata da tecnico abilitato con fotografie e documenti che attestino la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato. Il contenuto di materiale riciclato deve essere dimostrabile comunque definito in conformità con lo standard internazionale UNI EN ISO 14020 / 14021/ 14024 / 14025 – Etichette e dichiarazioni ambientali.

⁴⁴ Criteri Ambientali Minimi (CAM) - 4.3.1 Metodologie di ottimizzazione delle soluzioni progettuali per la sostenibilità (LCA e LCC); 4.3.2 Valutazione dei rischi non finanziari o ESG (Environment, Social, Governance).



Definizione

Il recupero degli edifici si inserisce nel più ampio concetto di economia circolare con importanti risvolti su diversi aspetti della vita delle città, individuando in questa categoria non solo spazi dismessi e senza una funzione urbana ma devono essere attenzionati anche quelli che più in generale possiamo definire spazi "vacanti".

Obiettivi

O_04 Sicurezza del territorio

Sfide

S_03 Ridurre il consumo di suolo

Utilità

Favorire il recupero degli spazi urbani e la flessibilità di quei luoghi che non hanno ancora una vocazione definita è un'azione necessaria per creare nuove opportunità economiche e sociali senza consumare nuovo suolo, migliorare le prestazioni ambientali di edifici esistenti e dare nuove prospettive di crescita all'ambiente urbano e ad una società in continua evoluzione. Tale strumento persegue attivamente il più generale concetto di rigenerazione urbana senza accentuare i fenomeni di frammentazione e deterioramento nella città.

Dispositivi

Soluzioni possibili

Riuso delle aree e/o edifici dismessi - indice di riusabilità (St_09_01)

Le soluzioni partono dalla definizione di edificio "vuoto" e una necessaria mappatura degli stessi, per questa ragione si promuove l'introduzione di un "indice di riusabilità" che possa essere calcolato sulla base delle condizioni dell'edificio, degli impatti ambientali e del benessere delle persone e della comunità. Tale indice ha l'obiettivo di mappare lo stato di fatto e poter concentrare le sinergie volte al recupero.

Mediazione tra proprietari e utilizzatori (St_09_02)

Deve essere promossa e attivata una mediazione tra proprietari e utilizzatori coinvolgendo organizzazioni e parti interessate del territorio operanti nella riattivazione di uno spazio o edificio. Garantire la flessibilità anche transitoria favorendo gli usi temporanei e il riuso transitorio di edifici non utilizzati e dismessi.

Usi Temporanei (St_09_03)

Il riuso transitorio, sviluppo dell'urbanistica tattica, ha visto molte esperienze europee, prevalentemente in Francia (e.g. Gemeinschaftsgarten Allmende Kontor, Berlino; El Campo de Cebada, Madrid; Cable Factory, Helsinki; Ground Control Ephemeral Mobile Bar, Parigi).⁴⁵ In Italia con la normativa Regionale

⁴⁵ Dal riuso temporaneo all'urbanistica tattica - Esperienze partecipate per ripensare gli spazi urbani; Studentessa: Lorena Di Maria Relatore: Prof. Luca Davico; Tesi Laurea Magistrale - Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico-Ambientale a.a. 2019/2020.

24/2017 art. 16, la Regione Emilia Romagna⁴⁶ ha posto la base normativa per favorire l'uso temporaneo di edifici dismessi. Lo scopo è quello di poter agire in maniera condivisa ma veloce nell'occupare un luogo non utilizzato con attività utili alla comunità. Questo modo di operare permette di muoversi verso una transizione adattiva e progressiva della città intervenendo in quei frangenti dove i city makers non intraprendono decisioni a tavolino. Si suggerisce di predisporre uno schema tipo di convenzione per usi temporanei.

Si esorta in tali procedimenti a promuovere e impiegare la progettazione partecipata con un coinvolgimento attivo da parte dei cittadini, con particolare attenzione alle progettazioni su scala urbana, in generale nella progettazione degli spazi (esterni in particolar modo) è di primaria importanza che si valuti la possibilità di diversi utilizzi garantendo una spiccata flessibilità.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target l'inserimento o meno all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere, devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_09_01 Riuso delle aree e/o edifici dismessi

Riuso delle aree e/o edifici dismessi, si ritiene di valore aggiunto se il sito di progetto prevede il recupero di aree (bonifica, nuova costruzione, demolizione e ricostruzione) o di edifici (recupero, restauro). In egual modo può essere valutata l'introduzione di un indice di riusabilità.

St_09_03 Usi temporanei

Convenzione con privati o pubblico al fine di un utilizzo temporaneo di edifici dismessi o in via di dismissione per usi diversi da quelli consentiti per progetti di interazione tra innovazione, formazione e produzione culturale. In attuazione all'art. 78.1 "Usi temporanei" L.P. 15/2015.

Indicatori di performance

St_09_01 Riuso delle aree e/o edifici dismessi

1. Aree recuperate (mq)
2. Edifici recuperati (mc)

St_09_02 Usi temporanei

Numero di convenzioni stipulate e ricadute sul quartiere.

Documentazione richiesta

Progetto

Planimetria con indicazione dell'area di intervento collocata rispetto alla città nella sua interezza. Relazione compresa di materiale fotografico attuale e di archivio al fine di testimoniare il valore dell'area nell'impianto urbanistico con evidenza del recupero della stessa. Nel caso di edificio dismesso verificarne preventivamente il valore storico.

Fine Lavori

Relazione firmata da tecnico abilitato con fotografie che attestino la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato.

⁴⁶ Legge Regionale 21 dicembre 2017, n. 24, disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio.

Definizione

Valutare correttamente l'inserimento nel contesto permette un'unione ottimale fra costruito e natura per ottimizzare le scelte tecniche e valorizzare i servizi ecosistemici. Questo strumento favorisce un'alta qualità del vivere i luoghi.

Obiettivi**O_06 Salutogenesi e Biofilia****Sfide****S_08 Migliorare il benessere urbano****Utilità**

Questo strumento, benché non sempre perseguibile per motivi contingenti, deve essere altresì sempre valutata.

L'intervento deve garantire l'inserimento dell'edificio nel contesto urbano e ambientale col fine di ottimizzare le infrastrutture e conservare gli habitat presenti. Lo strumento promuove l'intervento in aree dismesse, in aree urbane intercluse e/o terreni inquinati con l'obiettivo di valorizzare il contesto urbano preservando le preesistenze storiche e naturali aumentando la qualità del costruito.

Dispositivi**D_13 Messa a dimora di alberi / arbusti**

I presenti dispositivi si intendono indicativi e non sono gli unici: e.g. orientamento dell'edificio, inserimento geomorfologico, aspetti tipologici, scelte architettoniche,... (Regolamento per la diffusione della edilizia sostenibile, Trento)

Soluzioni possibili

La progettazione intesa come le scelte tecniche e compositive è essenziale per l'inserimento nel contesto.

Armonizzazione con il contesto (St_10_01)

Il progetto deve ricercare un'armonizzazione con i caratteri ambientali in cui viene inserito con l'obiettivo di preservare al meglio l'habitat e conservare (o creare) connessioni tra habitat. Le connessioni non devono limitarsi agli elementi naturali ma anche antropici perseguendo l'interconnessione dell'area di intervento ai percorsi ciclo-pedonali esistenti.

Una metodologia progettuale efficace è rappresentata dalla bioarchitettura che sfrutta le potenzialità naturali del sito come l'esposizione solare, lo studio dei venti, la messa a dimora di piante caduche e altre tecniche bioclimatiche.

Regola 3-30-300 (St_10_02)

La regola 3-30-300 favorisce il comfort visivo percettivo. Consiste nel garantire: 3 alberi visibili dalla finestra, 30% di ombra naturale a quartiere (15 min a piedi) e una distanza massima di 300 m dal più vicino giardino pubblico.⁴⁷

Limiti di inquinamento (St_10_03)

Valutazioni relative ai limiti di inquinamento presenti nelle normative nazionali: limite radon nelle abitazioni (Euratom 143/90) e nei luoghi di lavoro (D.lgs. 241/2000), inquinamenti magnetici e il limite dei 3 µT, inquinamento sonoro, inquinamento dei suoli.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target l'inserimento o meno all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere, devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_10_01 Armonizzazione con il contesto

La progettazione deve valorizzare i rapporti spaziali e visivi con il contesto del progetto secondo riferimenti materiali (e.g. tipologici, storici, morfologici) e immateriali (e.g. culturali, storici) dei luoghi. Si faccia riferimento ai Criteri Ambientali Minimi - CAM per l'azione "2.3.1. Inserimento naturalistico e paesaggistico".⁴⁸

St_10_02 Regola 3-30-300

Se possibile perseguire la regola "3/30/300": 3 (nr. Alberi visibili dal sito di progetto); 30 (% di copertura a verde nel quartiere); 300 (metri da un giardino pubblico).

St_10_03 Vegetazione**St_10_04 Limiti di inquinamento**

Porre attenzione alle normative nazionali e Provinciali in merito a: misure di protezione verso il radon (<https://www.epicentro.iss.it/radon/>), inquinamento elettromagnetico, inquinamento acustico e inquinamento dei suoli.

Indicatori di performance**St_10_01 Armonizzazione con il contesto**

1. Immagini dell'inserimento del progetto rispetto al contesto

St_10_02 Regola 3-30-300

1. mt. di distanza del sito di progetto dal più vicino giardino pubblico

Documentazione richiesta**Progetto**

Relazione con allegati i documenti grafici necessari ai target sopra richiesti.

Fine Lavori

Relazione firmata da tecnico abilitato con fotografie che attestino la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato.

⁴⁷ Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3-30-300 rule; Cecil C. Konijnendijk, Nature Based Solutions Institute, Barcelona, Spain, 2022.

⁴⁸ Criteri Ambientali Minimi (CAM); 2022 - 2.3.1. Inserimento naturalistico e paesaggistico.



Definizione

La strategia europea sullo sviluppo sostenibile, approvata nel 2006 dal Consiglio Europeo, attribuisce alla mobilità sostenibile l'obiettivo di garantire che i sistemi di trasporto "corrispondano ai bisogni economici, sociali e ambientali della società, minimizzando contemporaneamente le ripercussioni negative sull'economia, la società e l'ambiente".⁴⁹

La mobilità sostenibile ha come obiettivi la riduzione delle emissioni, diminuire il consumo di risorse (in particolare le risorse non rinnovabili) e contribuire a migliorare la salute pubblica. Per concorrere a questi obiettivi lo strumento promuove l'uso di: trasporto pubblico, mobilità dolce (senza motori), condivisione dei veicoli, veicoli elettrici e favorisce politiche che concorrono all'uso di questi strumenti.

Per la città di Trento si rimanda ai contenuti del PUMS - Piano Urbano della Mobilità Sostenibile.

Obiettivi

O_03 Riduzione delle emissioni

O_06 Salutogenesi e biofilia

Sfide

S_06 Contenere le emissioni clima-alteranti (CO2)

S_08 Diminuire l'esposizione della popolazione a fattori di rischio

Utilità

Lo strumento punta a migliorare la qualità della vita e la salute dei cittadini favorendo l'attività motoria come attività sportiva e come spostamento casa-lavoro, apportare benefici urbani come la riduzione dell'impatto acustico e la riduzione dei g/km di CO₂ emessi ed altri fattori inquinanti e inoltre favorisce alla sicurezza dei luoghi pubblici incentivando luoghi e dinamiche per la socialità.

Dispositivi

D_21 Parcheggi per biciclette e servizi accessori

D_22 Sistemi di moderazione del traffico (traffic calming)

Soluzioni possibili

Le soluzioni attuabili per incentivare lo strumento si muovono su diversi piani, tra cui: la sensibilizzazione e promozione e quindi la realizzazione di percorsi e strumenti che incentivino lo spostamento lento, la realizzazione di luoghi per l'interscambio di mezzi.

Installazione di servizi per la mobilità lenta (St_11_01)

Per promuovere uno spostamento con basso impatto, con mezzi di trasporto a ridotta emissione di g/km di CO₂, si può facilitare la fruizione di parcheggi per bici sicuri e/o al coperto dove poter ricaricare la bici o il monopattino elettrico, incentivare l'installazione di colonnine per la ricarica elettrica delle auto e favorire zone di interscambio tra mezzi differenti, in particolare per

favorire l'uso dei mezzi pubblici si costituiscano delle fermate ben visibili e protette dagli agenti atmosferici.

Installazione di sistemi di moderazione del traffico (St_11_02)

Quando vi è occasione bisogna valutare e favorire, con riferimento al codice della strada e relative normative, l'installazione di sistemi di moderazione del traffico (traffic calming) quali ad esempio: passaggi pedonali rialzati, mediane e isole rifugio, cambi di pavimentazioni con uso anche di componenti fonassorbenti, chicanes e cambi di corsia.

Interconnessioni urbane (St_11_03)

La mobilità dolce deve essere incentivata aumentando la qualità delle interconnessioni urbane: prevedere lungo gli assi di collegamento una forte componente di ombreggiamento naturale, promuovere la progettazione di zone pedonabili e ciclabili sicure in connessione con la rete esistente e prevista dal PUMS della città di Trento.

Nell'organizzazione dello spazio pubblico urbano bisogna inserire quante più aree pedonabili possibili, riappropriando brani della città che oggi il traffico inibisce per un uso pubblico, tali spazi devono sempre essere pensati in maniera polivalente di modo da poter ospitare differenti attività e utenze anche in maniera contemporanea.

Sensibilizzazione

Lo strumento promuove la salute in quanto è ormai noto come l'attività fisica regolare concorra alla prevenzione di malattie cardiovascolari e induca un generale benessere. Si segnala l'esperienza presso il Comune di Verona che promuove il Trekking urbano, per i turisti e residenti ma anche in maniera attiva con il progetto Verona in cammino che ha lo scopo di "favorire il benessere psicofisico a ogni età, di incentivare la socialità e di portare a una maggiore conoscenza dei quartieri".⁵⁰

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target l'inserimento o meno all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere, devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

Si fa presente che sono già presenti su richiesta dell'amministrazione comunale:

A. Art. 48 del Regolamento Edilizio della città di Trento

B. Ulteriori documenti di approfondimento redatti dall'ufficio mobilità della città Trento

St_11_01 Installazione di servizi per la mobilità lenta

Si preveda l'installazione di punti di ricarica per veicoli ad alimentazione elettrica in numero pari al 50% del numero di posti-auto di progetto, fermo restando quanto previsto dal RE.

St_11_02 Installazione di sistemi di moderazione del traffico

Se l'intervento prevede porzioni urbane: devono essere valutati sistemi di traffic calming e altre iniziative per una viabilità a velocità moderata e per favorire una ciclabilità diffusa e sicura interconnessa alla rete prevista dal PUMS.

⁴⁹ Mobilità sostenibile, Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

⁵⁰ Comune di Verona

St_11_03 Interconnessioni urbane

Elenco azioni utilizzate

Indicatori di performance

St_11_01 Installazione di servizi per la mobilità lenta

1. mq di superficie a disposizione per il parcheggio di bici
2. mq parcheggio per bici / mq parcheggio auto
3. mq di superficie a disposizione per il parcheggio di auto elettriche
4. nr. punti di ricarica elettrica per autoveicoli
5. Ee= Pb*0,05 3000*0,162
 - Ee : Emissioni evitate (kgCO2eq/anno)
 - Pb: Numero posti- bici di progetto, un posto-bici corrispondente a 4 mq di spazio idoneo per il parcheggio delle biciclette.
 - 5% : Quota modale degli spostamenti in auto sostituiti dagli spostamenti in bici;
 - 3.000 km/anno: Lunghezza dello spostamento evitato è di circa 6 km/giorno per 2 spostamenti al giorno per 250 gg/anno;
 - 161,92 gCO2eq/km: Fattore di Emissione medio - passenger cars⁵¹

St_11_02 Installazione di sistemi di moderazione del traffico

Presenza dei sistemi di moderazione del traffico.

St_11_03 Interconnessioni urbane

Elenco azioni utilizzate

Documentazione richiesta

Progetto

Planimetria dello stato di fatto e stato di progetto con indicate: le superfici adibite a parcheggio delle bici e la loro posizione rispetto agli accessi, con indicazione dell'estensione (mq) e servizi accessori disponibili. Indicare, se di competenza del progetto (se tratta superfici esterne), le connessioni con gli assi ciclo pedonali previsti a livello del PUMS.

A corredo una relazione riportante i dati sopra richiesti: il calcolo delle superfici a disposizione e in generale i sistemi messi in campo al fine di aumentare la qualità e l'incentivazione delle interconnessioni di mobilità lenta (e.g. ombreggiamento naturale, traffic calming, illuminazione notturna, zone di interscambio, ...).

Fine Lavori

Relazione firmata da tecnico abilitato con fotografie che attestino la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato.



Imm 26,27 e 28- **Parco Dora; Torino, 2004 -; Latz+Partner**

Dal 1998 a Torino viene promosso un programma di riqualificazione urbana, "Spina E", un progetto che comprende 45 ettari e 5 lotti che presentano manufatti legati alle passate attività industriali ma tra loro sconnessi dalle infrastrutture viarie e poste lungo il fiume Dora. Le linee guida della progettazione prevedono: la valorizzazione di ciò che rimane del passato industriale dell'area di modo di convertire le presistenze senza stravolgere i caratteri identitari, la presenza dell'acqua in varie forme con la riapertura a cielo aperto del fiume Dora e la definizione di nuovi collegamenti tra parco e quartieri circostanti.

⁵¹ La banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia, ISPRA

Definizione

L'organizzazione urbana può condizionare il rapporto tra individui e usa come mezzo le funzioni che possono essere svolte nello spazio. Non tutto deve essere architettato nel dettaglio, la ricchezza di un ambiente urbano si raggiunge soprattutto grazie a incontri inaspettati,⁵² ma la progettazione può mettere le basi per uno sviluppo urbano sano. La funzionalità e sicurezza degli spazi è raggiunta quando la percezione del cittadino è di: inclusività, accessibilità e socialità.

Obiettivi

O_06 Salutogenesi e Biofilia

Sfide

S_08 Migliorare il benessere urbano

Utilità

Lo strumento proietta la città a diventare su misura per la comunità, che oggi deve tornare al centro del dibattito. Nella progettazione di nuovi spazi bisogna incentivare la salute e la partecipazione in tutti gli individui che compongono la comunità.

Dispositivi

D_10 Giardini della pioggia (rain gardens)

D_12 Orti urbani

D_14 Ventilazione urbana

D_17 Pergole verdi o fotovoltaiche

D_18 Rifugi climatici (climate shelters)

D_21 Parcheggi per biciclette e servizi accessori

D_22 Sistemi di moderazione del traffico (traffic calming)

Soluzioni possibili

Inclusività (St_12_01)

La progettazione degli spazi deve garantire l'inclusività. Si favoriscano quindi i principi della "Progettazione Universale - Universal Design / Design for all", termine coniato dall'architetto americano Ronald Mace, e si garantisca l'accessibilità ad ogni categoria di persone al di là dell'eventuale presenza di una condizione di disabilità. Si riportano a titolo di esempio: l'impiego di porte leggere da movimentare, percorsi luminosi, comunicazioni audio-video. L'inclusività favorisce inoltre la coesione sociale che negli spazi costruiti può essere incentivata dalla realizzazione di spazi polifunzionali - con particolare attenzione all'attività fisica - con playground e infrastrutture verdi e blu.

Città dei 15 minuti (St_12_02)

Il concetto di "città dei 15 minuti" è un modello di pianificazione urbana che punta a rendere le città più vivibili e meno impattanti per l'ambiente, limitando la necessità di spostamenti disponendo i servizi ad una distanza di quartiere e incentivando la contemporaneità di funzioni⁵³.

⁵² The Uses of Disorder, Personal Identity and City Life; Richard Sennett; Verso 2021, London.

⁵³ La Città dei 15 minuti, per una cultura urbana democratica; Carlos Moreno, traduzione di Chiara Licata; add editore, 2024, Torino.

Accessibilità (St_12_03)

Nella progettazione e arredamento degli spazi accessibili, gli ambienti devono essere prevedibili e controllabili, ovvero facilmente comprensibili e percorribili dalle persone, riducendo lo stress e aumentando il senso di sicurezza. Questo può avvenire con opportuna segnaletica, pavimentazioni e arredi, studio della vegetazione (e.g. permettendo visibilità, guidare il percorso, rendere gli spazi facilmente distinguibili, l'impiego di illuminazione sicura e funzionale).

Uno spazio fruibile è anche uno spazio che accoglie "micro servizi" come ad esempio: fontane ed erogatori d'acqua pubblici, sistemi di ricarica per mezzi elettrici, sistemi di manutenzione per le proprie bici.

Socialità (St_12_04)

Vanno promossi luoghi ed occasioni utili per la loro funzione sociale come gli orti urbani e i mercati contadini, che incentivano il presidio del territorio, rappresentano un'occasione di socializzazione e promuovono il consumo di prodotti sani e di filiera corta. La realizzazione di questi spazi deve essere occasione per un inserimento paesaggistico corretto e per dare un valore aggiunto allo spazio, attraverso per esempio la messa a dimora di alberi e arbusti negli spazi comuni, l'installazione di sistemi per il drenaggio sostenibile e la raccolta delle acque meteoriche per l'uso irriguo.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target l'inserimento o meno all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere, devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_12_01 Inclusività

Nella progettazione di tutti gli spazi sia valutata e dove possibile impiegata la "Progettazione Universale".

St_12_02 Città dei 15 minuti

Analizzare le attività insediate nell'ambito del progetto e in maniera indicativa anche in un raggio di 15 minuti a piedi dal sito di progetto, per valutare le sovrapposizioni e contemporaneità delle attività e dei movimenti delle persone.

St_12_03 Accessibilità

Nella progettazione degli spazi deve essere valutata la capacità di orientarsi da parte degli utenti nella fruizione dello spazio (e.g. all'interno di parcheggi si valuti il ritorno alla propria macchina da parte dell'utente).

Se il progetto prevede spazi comuni o asseverabili ad una utenza pubblica devono prevedere la fruizione di più attività (contemporaneamente o meno) dedicate ad utenze diverse, favorendo se possibile le attività motorie; si valutino inoltre l'installazione di "micro servizi".

Indicatori di performance

St_12_01 Inclusività

1. Elenco azioni utilizzate

St_12_02 Città dei 15 minuti

1. Elenco delle attività previste per il progetto ed elenco dei servizi raggiungibili in 15 minuti a piedi.



St_12_03 Accessibilità

1. Se presenti aree comuni o aperte al pubblico elenco delle possibili fruizioni dei luoghi differenziati per tipo di utenza e contemporaneità, valutando orari/giorni/stagioni.

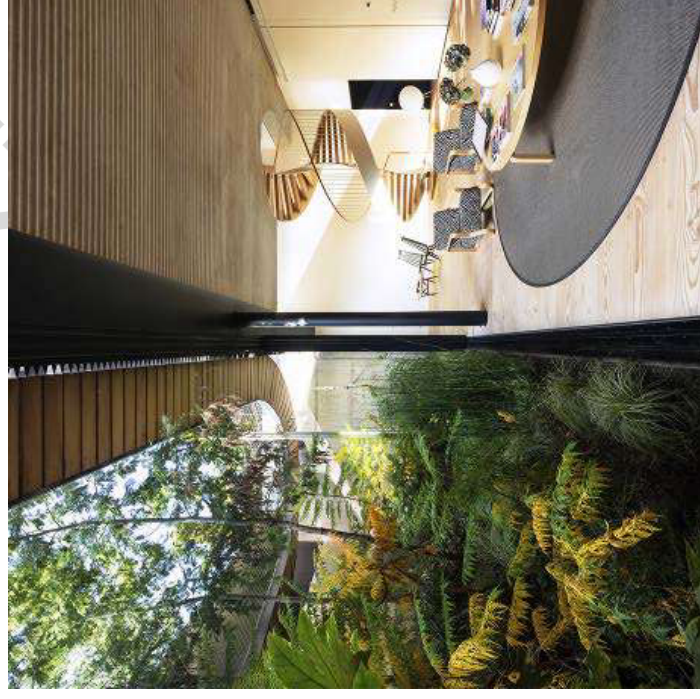
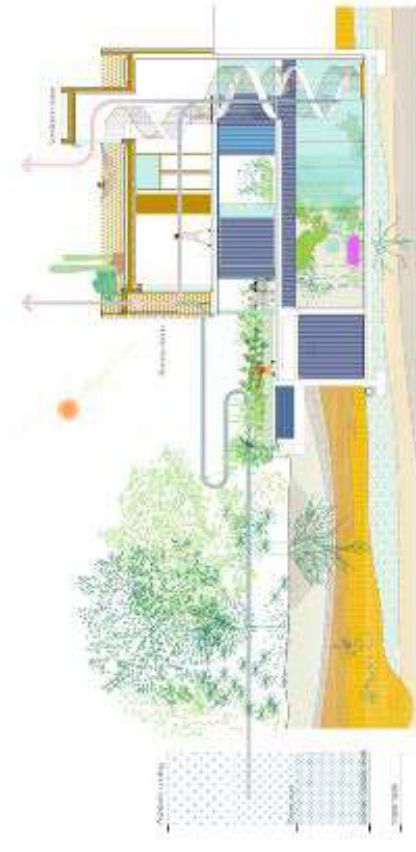
Documentazione richiesta

Progetto

Relazione riportante le analisi e le considerazioni sopra richieste, individuazione di eventuali sistemi da attuare al fine di concorrere al raggiungimento con particolare attenzione alla fruizione condivisa e continua degli spazi, si richiede di allegare una planimetria di localizzazione del progetto rispetto alla città e al quartiere con indicazione del raggio dei 15 minuti a piedi ed eventuali documenti grafici utili.

Fine Lavori

Relazione firmata da tecnico abilitato con fotografie che attestino la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato.



Imm 29 e 30- Casa Langerita Navarroz, Madrid, 2020.

Il progetto ricerca nelle limitazioni normative alcune opportunità compositive, le rigide norme di pianificazione hanno portato alla creazione di lotti intensamente costruiti e circondati da una stretta striscia di giardino. I tre principali elementi compositivi sono: il piano terra come luogo conviviale e con ampia altezza per esporre le opere d'arte e la relazione con la natura, l'insieme eterogeneo di connettori per risolvere i dislivelli e la presenza del volume in legno dedicato alle attività private rivolto per sfruttare al meglio la vista verso il parco adiacente. Tutti gli elementi sono stati pensati per favorire i flussi d'aria e migliorare l'evotraspirazione dei giardini interni e della piscina.

Definizione

Valorizzare le connessioni ecologiche è importante per preservare e potenziare la rete ecologica, un sistema interconnesso di habitat di cui salvaguardare la biodiversità.

La rete ecologica è costituita da quattro elementi fondamentali interconnessi tra loro:

- Aree centrali (core areas): aree ad alta naturalità che sono già, o possono essere, soggette a regime di protezione (parchi o riserve);
- Fasce di protezione (buffer zones): zone cuscinetto, o zone di transizione, collocate attorno alle aree ad alta naturalità al fine di garantire l'indispensabile gradualità degli habitat;
- Fasce di connessione (corridoi ecologici): strutture lineari e continue del paesaggio, di varie forme e dimensioni, che connettono tra di loro le aree ad alta naturalità e consentono la mobilità delle specie e l'interscambio genetico, fenomeno indispensabile al mantenimento della biodiversità;
- Aree puntiformi o "sparse" (stepping zones): aree di piccola superficie che, per la loro posizione strategica o per la loro composizione, rappresentano elementi importanti del paesaggio per sostenere specie in transito su un territorio oppure ospitare particolari microambienti in situazioni di habitat critici (es. piccoli stagni in aree agricole).

La rete ecologica costituisce anche un sistema paesistico capace di supportare funzioni di tipo ricreativo e percettivo. La rete ecologica rappresenta infatti un'occasione per la creazione, ad esempio, di percorsi a basso impatto ambientale (sentieri e piste ciclabili) che consentono alle persone di attraversare il territorio e di fruire delle risorse paesaggistiche (boschi, siepi, filari, ecc.) e territoriali (luoghi della memoria, posti di ristoro, ecc.).

Obiettivi**O_01 Biodiversità****O_06 Salutogenesi e Biofilia****Sfide****S_01 Preservare gli ecosistemi****Utilità**

Garantire la continuità delle reti ecologiche e il mantenimento degli elementi naturalistici combatte la frammentazione, che può essere definita come il processo che genera una progressiva riduzione della superficie degli ambienti naturali e un aumento del loro isolamento: le superfici naturali vengono, così, a costituire frammenti spazialmente segregati e progressivamente isolati inseriti in una matrice territoriale fortemente caratterizzata dagli insediamenti umani.

Il processo di frammentazione e il conseguente isolamento degli ambienti naturali influenzano la fauna, la vegetazione e le condizioni ecologiche degli ambienti stessi, distruggendo e riducendo le popolazioni biologiche presenti. Le cause principali del processo di frammentazione degli ambienti naturali

sono da attribuire alla crescita urbana e all'organizzazione territoriale delle reti infrastrutturali di trasporto.

La rete ecologica costituisce uno strumento di tutela dell'ambiente in grado di contrastare la frammentazione e di favorire la conservazione della biodiversità: le essenze autoctone, gli habitat della fauna selvatica, le zone umide e i corpi idrici.

Dispositivi**D_11 Giardini tascabili****D_13 Messa a dimora di alberi e arbusti****D_15 Corridoi ecologici****D_16 Tetti e pareti verdi****Soluzioni possibili**

Al fine di preservare gli ecosistemi è necessario rinforzare le reti ecologiche tramite l'accorpamento delle aree verdi evitando il loro frazionamento e, limitando la realizzazione di superfici verdi di modeste dimensioni; inoltre devono essere conservati i corsi d'acqua e la costituzione di zone filtro verso corsi d'acqua, aree umide e fasce vegetate. La tutela del verde pubblico e privato incrementa le connessioni tra le aree verdi, e concentrando i singoli interventi permette un sistema continuo di reti ecologiche urbane.

Potenziare la vegetazione privata (St_13_01)

- Mantenere ed enfatizzare la presenza di elementi naturali di pregio (alberature, habitat particolari flora-faunistici, varietà e combinazione delle specie vegetali) e di elementi storico-documentali presenti (manufatti, partizioni, colture, ecc.).
- Considerare la vegetazione come parte integrante del progetto, studiandone la disposizione in relazione alle caratteristiche botaniche delle specie.
- Favorire siepi e boschetti di specie locali piuttosto che le recinzioni;

Potenziare la vegetazione urbana (St_13_02)

- La ricostruzione e il completamento dei sistemi arborei puntuali, massivi e lineari come rinforzo dell'armatura del verde, preservando i cunei verdi e i varchi percettivi lungo l'asse urbano, mantenere e potenziare la vegetazione ripariale.
- Prevedere la creazione di aperture a filo terreno nei muri esistenti e attraverso le recinzioni eliminando delle maglie (30 cm per lato è la misura ideale);
- Permettere un minimo di vegetazione ai bordi dei sentieri, dei muri e delle recinzioni per permettere ad alcune specie di arrampicarsi (riccio, scoiattolo, ecc.);
- Rinaturalizzare i fiumi;
- Creare dei margini tra un ambiente naturale e una strada a grande traffico;
- Allestire dispositivi di sicurezza destinati a garantire la protezione delle specie durante la migrazione (barriere che indirizzano gli animali verso i passaggi di sicurezza, ecc.);
- Predisporre vie di fuga per la fauna nei bacini artificiali;
- Ridurre l'inquinamento luminoso;
- Creare i corridoi biologici: la creazione di passaggi faunistici; piccole condutture sotto le strade (ecodotti per anfibi); passerelle verdi sopra le strade; passaggi in galleria; fossati; siepi;
- Pozze temporanee



Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target l'inserimento o meno all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere, devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_13_01 e St_13_02 Potenziare la vegetazione urbana

- A. Studiare la posizione di progetto e i sistemi naturali presenti: fauna, flora e corridoi ecologici
- B. Collegare il progetto con sistemi naturali ai giardini pubblici e privati se vicini.

Indicatori di performance

St_13_01 e St_13_02 Potenziare la vegetazione urbana

1. Giardini e parti a verde (mq)
2. Distanza da corridoi ecologici o luoghi naturali (mt)
3. Specie che possono essere rilevate nell'ambito di progetto

Documentazione richiesta

Progetto

Planimetria con indicazione dell'area di intervento collocata rispetto a corridoi ecologici. Relazione comprendente le possibili specie animali e vegetali che risultano vicine o di passaggio al sito di progetto con relativi interventi volti a favorire la presenza delle stesse in sicurezza e in rapporto con l'attività antropica.

Fine Lavori

Relazione firmata da tecnico abilitato con fotografie che attestino la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato.



Imm. 31 e 32-
**Wirkbau
Chemnitz Roofgarden, Meyer-
Großbrügge, Chemnitz, 2022.**

Un tempo era una grande fabbrica di macchinari tessili oggi riqualificata ospita una comunità di lavoro sostenibile con uffici per start-up e spazi per la produzione. Fulcro del progetto il giardino pensile in copertura di 1.500 mq che sfrutta la distruzione dei bombardamenti per poter inserire alberi ad alto fusto sfruttando inoltre anche differenti livelli del terreno per potersi adattare alle specie arboree presenti. Lo spazio all'aperto può essere usato in molteplici modo dalla popolazione, per passeggiate, pause ed eventi.

Definizione

Questo strumento ha l'obiettivo di incentivare l'uso di sistemi naturali, perché efficaci, per intrappolare e assorbire inquinanti e polveri che si generano dalle attività antropiche come gli spostamenti urbani. Gli interventi qui richiesti potranno essere applicati ovunque ma in particolar modo a bordo delle strade e in ampi parcheggi.

Obiettivi

O_03 Riduzione delle emissioni

O_06 Salutogenesi e Biofilia

Sfide

S_06 Contenere le emissioni clima-alteranti (CO₂)

S_08 Migliorare il benessere urbano

Utilità

Lo strumento favorisce l'implementazione di sistemi che contrastano le emissioni clima alteranti, tramite cattura e sequestro di CO₂ o del suo allontanamento tramite ventilazione naturale.

Dispositivi

D_10 Giardini della pioggia (rain gardens)

D_11 Giardini tascabili

D_13 Messa a dimora di alberi e arbusti

D_14 Ventilazione urbana

D_16 Tetti e pareti verdi

Soluzioni possibili

Migliorare la qualità dell'aria (St_14_01)

Per migliorare la qualità dell'aria si incentiva la messa a dimora di infrastrutture verdi, favorendo specie autoctone e quelle capaci di assorbire un numero rilevante di inquinanti (e.g. CO₂).

Si segnala il sito web della Regione Toscana per la verifica della capacità di assorbimento degli inquinanti da parte delle diverse tipologie.

In particolare, si deve promuovere la realizzazione di fasce verdi come filtro tra sistemi funzionali (sfruttando ad esempio parcheggi e parchi) o lungo arterie a traffico intenso con essenze arboree/arbustive con alta capacità biologica di assorbire e diluire le sostanze tossiche. La fascia di vegetazione deve essere fitta, continua e variegata in altezza, in modo da intercettare fisicamente le particelle inquinanti in modo efficace.

In generale si prediligano le specie a buon adattamento fisiologico alle peculiarità locali per il verde sia pubblico che privato nell'area di intervento.

Parametri di riferimento

Di seguito si riportano i metodi per valutare le soluzioni impiegate. Per ogni target l'inserimento o meno all'interno del regolamento edilizio e la valutazione dei valori più adeguati da richiedere, devono tenere conto della zona urbanistica e del tipo di intervento.

St_14_01 Migliorare la qualità dell'aria

Nella realizzazione di nuove urbanizzazioni devono essere realizzate delle

fasce "filtro" con la messa a dimora di alberi e arbusti in particolar modo a lato di zone percorribili con mezzi a motore termico al fine di assorbire quantità di inquinanti.

Indicatori di performance

St_14_01 Migliorare la qualità dell'aria

1. nr. alberi piantati
2. specie / capacità di assorbimento di inquinanti e.g. CO₂, O₃, CO, NO₂, SO₂ e mitigazione di PM_{2.5}, PM₁₀.

Documentazione richiesta

Progetto

Negli elaborati progettuali andranno indicate la collocazione e le caratteristiche delle specie vegetali utilizzate, tenendo adeguatamente conto del contesto in cui si inserisce l'intervento.

Si richiede una planimetria con indicati gli elementi vegetali piantumati e relative tabelle riassuntive con i dati minimi riferiti a singolo elemento.

Fine Lavori

Relazione firmata da tecnico abilitato con fotografie che attestino la realizzazione dell'intervento secondo il progetto autorizzato.

DISPOSITIVI PROGETTUALI

Di seguito vengono presentati e organizzati in maniera organica i possibili Dispositivi, ovvero pratiche progettuali ricavate da progetti realizzati o letteratura utili a concorrere agli strumenti sopra esposte. Le schede dei dispositivi possono essere un utile strumento per cittadini e progettisti per conoscere più soluzioni progettuali sostenibili e resilienti. Verranno presentati alcuni elementi conosciuti e altri meno, non si vuole in poche righe essere esaustivi nella complessità delle tematiche e della tecnica, si consiglia sempre di confrontarsi con specialisti del settore, si vuole tuttavia in primis far conoscere dispositivi "alternativi" rispetto a quelli della tradizione e porre le basi per una terminologia comune per approfondimenti successivi.

DISPOSITIVI	
D_01	Sistemi di recupero acque meteoriche
D_02	Sistemi di recupero acque grige
D_03	Sistemi per il risparmio idrico
D_04	Sistemi di laminazione
D_05	Sistemi di filtrazione
D_06	Sistemi d'infiltrazione sotterranei
D_07	Sistemi d'infiltrazione superficiali
D_08	Pavimentazioni permeabili
D_09	Depavimentazione (Depaving)
D_10	Giardini della pioggia (rain gardens)
D_11	Giardini tascabili
D_12	Orti Urbani
D_13	Messa a dimora di alberi e arbusti
D_14	Ventilazione urbana
D_15	Corridoi ecologici
D_16	Tetti e pareti verdi
D_17	Pergole verdi o fotovoltaiche
D_18	Rifugi climatici (climate shelter)
D_19	Materiali con SRI alto
D_20	Materiali con contenuto riciclato
D_21	Parcheggi per biciclette e servizi accessori
D_22	Sistemi di moderazione del traffico (Traffic calming)

La scheda dedicata ad ogni dispositivo è composta dai seguenti dati:

1. **Nr. Dispositivo**

2. **Titolo Dispositivo**

Informazioni di identificazione del dispositivo secondo l'organizzazione metodologica della matrice.
3. **Descrizione**

Definizione generale del dispositivo o dell'insieme dei dispositivi e della loro possibile applicazione e utilità
4. **Sfide**

5. **Strumento**

Riferimenti alla matrice con identificazione degli strumenti e delle sfide a cui il dispositivo contribuisce.

6. **Tipologie**

Il paragrafo affronta le possibili soluzioni applicative e descrive nel dettaglio i singoli dispositivi, fornendo indicazioni di base sulla loro applicazione. In generale, per soddisfare gli strumenti, sono da preferire le soluzioni naturali (Nature-based Solutions).

7. **Riferimenti**

Elenco con esempi e casi studio di riferimento riferiti al dispositivo

1. Nr. Dispositivo

2. Titolo Dispositivo

3. Descrizione

Informazioni di definizione

4. Sfide

5. Strumenti

Rimando alla matrice

6. Tipologie

Informazioni progettazione

7. Riferimenti

Approfondimenti

Descrizione

I sistemi di recupero delle acque meteoriche prevedono lo stoccaggio e il riutilizzo della risorsa per scopi umani: irrigazione o per usi domestici (es. wc) contribuendo a ridurre l'uso di acqua potabile.

La raccolta può avvenire in maniera diretta o per trasporto da superfici drenanti o impermeabili. Seppur l'obiettivo primario sia lo stoccaggio e successivo riuso dell'acqua, questi sistemi hanno la secondaria funzione di laminazione dei volumi meteorici, si veda D_04 Sistemi di laminazione.

Sfide

- S_04 Mitigare il rischio idrogeologico**
- S_05 Affrontare la scarsità idrica**

Strumenti

- St_01 Risparmio e riuso delle acque**
- St_02 Invarianza idraulica**
- St_03 Regimazione delle acque piovane**

Tipologie

Serbatoio di accumulo di acque piovane

Tipicamente si intendono vasche collocate in cortili privati dove sono raccolte le acque provenienti dalle coperture. L'acqua può essere riutilizzata per l'irrigazione ma anche per usi non pregiati all'interno delle abitazioni, prevedendo impianti di distribuzione separati potabile-non potabile. Devono essere segnalati opportunamente i rubinetti non potabili.

Un sistema di recupero è costituito da: serbatoio, filtro, pompa, scarico di troppo pieno. Il troppo pieno è preferibile che sfiori verso un sistema d'infiltrazione e che la tubazione sia protetta dall'ingresso di eventuali animali o insetti. La capacità delle vasche è variabile e tipicamente espressa in metri cubi o litri.

Le vasche di raccolta hanno grandi potenzialità nel reimpiego dell'acqua per usi irrigui in particolare nei momenti di siccità, sono necessarie un'adeguata manutenzione e metodologia di stoccaggio dell'acqua, con riferimento ai sistemi di filtraggio per escludere sedimenti e limitare la formazione di biofilm, al riguardo si valuti l'installazione di opportuni sistemi per la disinfezione che non utilizzino cloro (lampada UV, ozono, o altri sistemi con prestazioni analoghe).

- UNI/TS 11445:2012 – Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano – Progettazione, installazione e manutenzione
- UNI 10724:2004. Sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione con elementi discontinui
- UNI EN 120563:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.

Bacini di accumulo

Nelle aree montane e sul nostro territorio sono impiegati da molti anni per gli impianti di risalita e la necessaria produzione di neve artificiale, questi sistemi

potrebbero essere impiegati anche in ambito urbano per i periodi di siccità o scarsità idrica per irrigazione o altro. E' premiante usare questi sistemi per stoccare l'acqua piovana (diretta o di run-off) e non come deposito di acqua prelevata da fonti naturali; se opportunamente sovradimensionati Bacini di accumulo possono fungere da vasche di laminazione in caso di importanti eventi meteorici.

La vasca di accumulo deve essere rivestita da una membrana impermeabile al fine di contenere l'acqua raccolta, le membrane solitamente impiegate per tali applicazioni sono realizzate in PVC o PE unite con termosaldatura dei giunti. Le accortezze da adottare per la manutenzione di tali bacini sono consolidate nella tecnica, si citano ad esempio dei sistemi di pompaggio ad aria compressa per l'ossigenazione del bacino.

Riferimenti

- [Google Gradient Canopy](#), Heatherwick Studio and Bjarke Ingels Group, 2022 Mountain View California, Stati Uniti.
- [Casa Cosecha de Lluvia](#), JS; Temascaltepec, Messico; 2020.



Descrizione

Il recupero delle acque grigie concorre al generale risparmio delle acque potabili, riutilizzando le acque da lavandini, docce, lavatrici e vasche da bagno al fine di re-impiegarle nell'uso di acqua non potabile.

Limitare la quantità di reflui inviata ai sistemi di depurazione permette inoltre di ridurre il carico su impianti di depurazione municipali permettendo una maggior efficienza degli stessi e una riduzione di consumo energetico.

È stato documentato che circa il 70% delle acque in uscita dagli edifici è scaricata come acqua grigia ed il 30% come acqua nera; ciò indica che l'acqua grigia può fornire una quantità sufficiente, almeno per il flusso della toilette e ciò ridurrebbe il consumo di acqua potabile per circa il 33%.⁵⁴

L'obiettivo deve essere quello di recuperare tra il 25 e il 50% delle acque grigie prodotte, il recupero prevede il trattamento in loco per raggiungere la qualità richiesta dalle normative vigenti in base alla tipologia di riutilizzo: irrigazione, pulizia (esempio delle auto), per le vaschette del WC.

A seguito della raccolta di queste acque è fortemente raccomandato che le stesse siano trattate con sistemi filtranti e disinfettanti, che non utilizzino cloro ma altri metodi con prestazioni analoghe: lampada UV, ozonizzazione, o altro per eliminare possibili contaminanti. I punti di erogazione delle acque grigie depurate e quindi non potabili, devono essere chiaramente identificabili con le opportune etichette.

Visti i costi si fa riferimento a grandi edifici, alberghieri o terziari; sistemi centralizzati o decentralizzati.⁵⁵

Si cita il regolamento UE 2020/741 riguardo le prescrizioni minime per il riutilizzo dell'acqua (fini agricoli).

Sfide

S_05 Affrontare la scarsità idrica

Strumenti

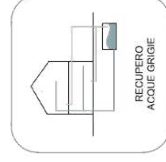
St_01 Risparmio e riuso delle acque

Tipologie

Si premette che tali dispositivi devono essere ben valutati dal punto di vista qualità prezzo, infatti dati i costi di installazione e di gestione si sconsigliano per piccole utenze, si propone per strutture terziarie e commerciali e si consigliano in strutture alberghiere dove i volumi di acque grigie possono essere rilevanti.

In primis è importante che la rete di smaltimento delle acque, interne all'edificio, preveda una differenziazione tra acque grigie e acque nere. Al fine di recuperare le acque grigie per usi non potabili esistono diversi sistemi che spaziano da filtrazioni artificiali a quelle naturali; si annoverano tra questi ultimi anche sistemi di fitodepurazione che vengono descritti in maniera più completa nel dispositivo D08_Sistemi di filtrazione.

I sistemi di filtraggio artificiale sono composti da più componenti: 1. Vasche



di deposito pretrattamento o Bacino di carico 2. Sistema di pre-filtrazione, per capelli o altri elementi grossolani 3. Sistema di depurazione e ultrafiltrazione 3. Vasche di deposito post trattamento, che possono coincidere con le vasche di recupero di acqua piovana 4. Sistemi di debatterizzazione come lampade UV o ozono sul rilancio della fruizione finale.

In merito ai sistemi di depurazione possono essere distinti, oltre ai sistemi biofiltranti come la fitodepurazione, altre due tipologie:

Il principio depurativo alla base è l'ossidazione del carico organico attraverso l'insufflazione di aria a bolle finissime, in modo che l'apparato biologico che si forma all'interno possa utilizzare l'ossigeno per un corretto sviluppo e abbattimento dell'inquinante.

Impianti SBR (Sequencing Batch Reactor)

Questi impianti sono composti da una o più vasche collegate e divise al loro interno per facilitare l'accumulo e i processi di ossidazione biologica, trasferimento e sedimentazione. Il processo di depurazione avviene a cicli ripetuti anche più volte al giorno, l'eventuale presenza di vasche poste in sequenza permette iniziare cicli in maniera differenziata. Dopo un primo momento di accumulo, viene inoculato ossigeno utile ai processi di ossidazione e degradazione del materiale organico, conseguentemente avviene la sedimentazione che permette di separare l'acqua pulita dai fanghi.

Impianti MBR (Membrane Reactor)

Gli impianti MBR sono sistemi che integrano la tecnologia a fanghi attivi più tradizionale degli impianti SBR con un sistema a membrana, posto a sostituzione della sedimentazione. La superficie delle membrane porose permette la filtrazione dell'acqua respingendo le particelle di dimensioni maggiori dei filtri. Per ridurre il deposito sui filtri è prevista l'areazione che hanno lo scopo di "scuotere" le membrane in modo da facilitare il distacco del fango

Riferimenti

- [Stavros Niarchos Foundation Cultural Center](#); Renzo Piano BW; Atene, Grecia; 2009

⁵⁴ Ann Ig 2010; 22, 225-236; Riuso delle acque grigie in ambiente domestico: implicazioni per la sanità pubblica; A. Nusca, E. Funari, D. D'Alessandro
⁵⁵ CAM Quartieri; pag.411 Gestione delle acque reflue

Descrizione

Ridurre i consumi idrici comincia da un uso più contingentato della risorsa senza diminuire il comfort. Si descrivono di seguito una serie di pratiche e strumenti utili a diminuire l'uso quotidiano di acqua con maggiore attenzione agli eventuali sprechi.

L'introduzione di questi sistemi permette un minore sfruttamento della risorsa idrica, un minore aggravio sull'acquedotto e sul sistema di depurazione comunale diminuendo i consumi energetici, diminuendo i costi di gestione dell'edificio.

Si cita il regolamento UE 2020/741 riguardo le prescrizioni minime per il riutilizzo dell'acqua (fini agricoli).

Sfide

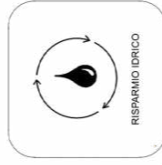
S_05 Affrontare la scarsità idrica

Strumenti

St_01 Risparmio e riuso delle acque

Tipologie

In commercio sono disponibili terminali che prevedono una riduzione dei consumi per l'utilizzatore, è meglio prevedere soluzioni che siano integrate in quanto l'uso di sistemi quali: filtri o rompigetto sono facilmente intercambiabili; tra questi si preveda l'installazione di apparecchiature con bassi regimi di consumo, come gabinetti e orinatoi ad alta efficienza (es. cassetta WC con doppia cacciata), l'installazione di rubinetterie elettroniche e temporizzate, l'installazione di rubinetti con cartucce a doppio scatto,



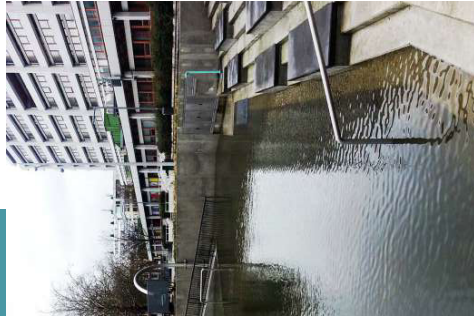
Apparecchiature	Standard Europei	Apparecchiature ad alta efficienza idrica **
Gabinetti WC [lpf, litri per flusso]	6,0	Da 3 a 6,0
Orinatoi [lpf]	4,0	1,0 o 2,0
Docce [lpm, litri al minuto*]	10	Da 4,5 a 8,0
Docce [lpm, litri al minuto*]	10	Da 4,5 a 8,0
Rubinetti e miscelatori lavabo per strutture pubbliche [lpm*]	1,9	
Rubinetti e miscelatori lavabo per strutture private [lpm*]	9	Da 4,0 a 6,0
Rubinetti temporizzati per lavabo [litri per ciclo]	1,0	
Rubinetti per lavello cucina [lpm]	9	Da 4,0 a 6,0
Rubinetti per bidet [lpm]	9	Da 4,0 a 6,0
Rubinetti temporizzati [litri per ciclo]	0,95	

* Quando misurato ad una pressione di acqua di 3 bar.

**Etichetta di efficienza dei consumi promossa dalla certificazione tedesca WELL (<http://www.well-online.eu/>).⁵⁶

l'installazione di riduttori di flusso e/o aeratori con flusso ridotto su lavabi, lavelli e docce.
 Norme di riferimento: UNI EN 816, UNI EN 15091
 Si raccomanda inoltre l'uso e l'installazione di contabilizzatori e misuratori dei consumi, divisi per unità abitative, utili per poter tracciare eventuali perdite e avere contezza dei propri consumi idrici.

D_04 Sistemi di laminazione



Imm 33 - Watersquare
Benthemplein



smaltimento delle acque piovane e delle reti fognarie cittadine. Risultano strumenti molto utili per limitare la contemporaneità di grandi volumi di acqua difficilmente gestibili.

Sfide

S_08 Migliorare il benessere urbano

Strumenti

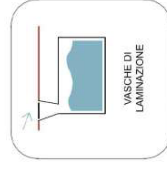
St_03 Regimazione delle acque piovane

Tipologie

Alcuni esempi che abbiamo già incontrato sono i Serbatoi e Bacini di accumulo che sono citati nel D_01 Recupero delle acque meteoriche, hanno lo scopo di stoccare le acque meteoriche per un loro utilizzo successivo, tutti i bacini di captazione artificiali (in particolare, ma non solo) devono prevedere uno sfogo per il troppo pieno, per permettere il riversarsi dell'acqua in eccesso.

Vasche di laminazione

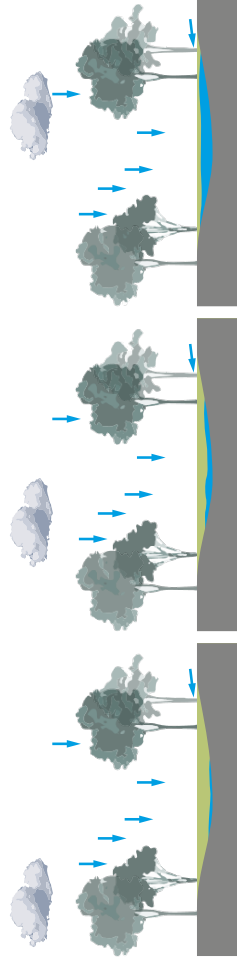
Si intendono vasche, bacini puntuali o lineari predisposti per ridurre la portata di flusso da acque meteoriche. I volumi stoccati possono essere successivamente infiltrati nel suolo o smaltiti in altro modo, la manutenzione richiede la pulizia del fondo in maniera regolare.



l'attrattività nei periodi in cui sono accessibili, piazze per attività sportive. Le aree inondabili devono presentare una leggera depressione rispetto all'intorno e prevedere un accurato studio rispetto alla dimensione di invaso.

Riferimenti

- [Elsa Eschelsson's Park](#), Karavan landskapsarkitekter, Uppsala, Svezia, 2022
- [Watersquare Benthemplein](#), De Urbanisten, Rotterdam, 2013
- [Godsbanearæle](#), Werk, Aalborg, Danimarca, 2014



Imm 34 - Aree inondabili,
in caso di evento ordinario,
medio o straordinario



Imm 35- Rachel De Queiroz Park

Descrizione

Parliamo di sistemi di filtrazione quando si voglia trattare acque moderatamente inquinate ad esempio, acque di prima pioggia o in situazioni di possibili sversamenti accidentali. In questi casi i sistemi impiegabili possono essere artificiali o naturali, il presente dispositivo descrive in via generale il trattamento di acque poco inquinate quali ad esempio: le acque di prima pioggia cioè quelle acque che cadono nei primi 15 minuti di un evento meteorico e pari a circa 5 mm di pioggia caduta al suolo.

L'acqua di prima pioggia ha un inquinamento variabile dal tipo di superficie con il quale viene a contatto, nonostante le acque meteoriche rilevano sempre un minimo di inquinamento, all'inizio di un evento meteorico dilavano superfici su cui si possono essere depositati inquinanti da diverso tempo. L'immissione delle acque di prima pioggia in bacini naturali deve quindi essere limitata o almeno gestita nella prima fase di trattamenti atti a limitare le sostanze inquinanti che possano essere disperse nei ricettori naturali.

Sfide

S_04 Mitigare il rischio idrogeologico
S_08 Migliorare il benessere urbano

Strumenti

St_02 Invarianza idraulica
St_04 Qualità dell'acqua

Tipologie

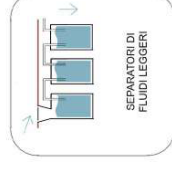
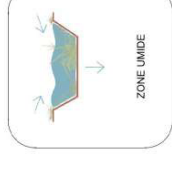
Questi sistemi si inseriscono nella gestione delle acque piovane che dati i numerosi eventi definibili "bombe d'acqua" mettono sotto stress i sistemi esistenti non rendendo possibile sfruttare ulteriormente le reti fognarie. Per questi motivi in caso di nuove progettazioni è spesso richiesto, se possibile, la dispersione delle acque meteoriche direttamente in sito.

Prima di immettere nei ricettori naturali le acque di prima pioggia, è opportuno dividerle da possibili inquinanti e i trattamenti si distinguono in fisico, chimico e biologico. Nel caso dei pretrattamenti fisici, le sostanze inquinanti pesanti si depositano sul fondo delle vasche (dissabbiatore), mentre la posizione di deflusso dell'acqua permette di trattenere le sostanze più leggere come oli o benzina (disoleatore); i processi chimici e biologici possono essere svolti dai sistemi naturali.

Se sono necessari trattamenti di depurazione più intensivi possono essere realizzati impianti di depurazione come quelli citati al dispositivo D_02 Recupero delle acque grigie, anche in questi casi la fitodepurazione può comunque essere valutata.

Fitodepurazione

La fitodepurazione consiste in una depurazione naturale delle acque sfruttando le capacità depurative naturali del suolo filtrante e delle piante.



Questi impianti sono impiegati anche per il trattamento delle acque reflue quando non è possibile l'allacciamento ad un impianto di depurazione centralizzato. Per garantire una durata maggiore e una miglior resa si raccomanda comunque l'installazione a monte di un disoleatore, utile per limitare lo sversamento di olii, saponi e grassi e un dissabbiatore per limitare l'impurità grossolana nel sistema di fitodepurazione.

Il sistema di depurazione naturale è composto da depressioni o bacini naturali con fondo impermeabilizzato e riempiti di uno strato di terreno filtrante: organico, sabbia, ghiaia. L'acqua attraversa il suolo filtrante vegetato con piante e viene depurata sia meccanicamente che biologicamente liberandosi delle sostanze disciolte. L'acqua depurata sfiora attraverso il troppo pieno oppure fluisce tramite una condotta drenante.

Zone umide

O giardini umidi, sono bacini con uno o più specchi d'acqua permanenti che permettono di trattenere e trattare (fitodepurazione) molti litri di acqua. Rispetto alla sola fitodepurazione all'interno delle zone umide vi è maggiore biodiversità e varietà di piante, oltre che per i volumi trattati e per il valore estetico e paesaggistico a cui concorrono. Nel caso specifico delle zone umide oltre a contribuire dell'invarianza idraulica e alla qualità dell'acqua possono essere un valido supporto a favorire la biodiversità e a mitigare il microclima circostante. Come nella fitodepurazione il bacino è impermeabilizzato per dare il tempo alle piante di agire sui componenti biologici disciolti nell'acqua. La profondità di media deve essere di 0,5-1 mt per motivi legati alla sicurezza dei fruitori tuttavia può anche essere maggiore, la permanenza di una quantità minima di acqua è indispensabile per la continuità biologica delle specie presenti. Le tipologie si differenziano per le specie acquatiche (macrofite) utilizzate: galleggianti, radicate sommerse, radicate emergenti e per il flusso idraulico: orizzontale, verticale e libero.

Come nel caso della fitodepurazione si possono prevedere a monte dei disoleatori e dissabbiatori che possono essere realizzati anch'essi con sistemi naturali, bacini di sedimentazione.

Separatori di fluidi leggeri

Sistemi impiegati per il pretrattamento di acque derivanti da superfici ad elevato rischio d'inquinamento per la possibile presenza di olii o miscele es. distributori di carburante. L'impianto non prevede una parte naturale (fitodepurazione) ma sfrutta componenti artificiali con filtri di diversa granulometria: comprende una vasca di sedimentazione dei fanghi (dissabbiatore), un separatore a gravità disoleatore- classe II, olio residuo al massimo 100 mg/l ed un separatore a coalescenza classe I, olio residuo al massimo 5 mg/l.

Riferimenti

- [Rachel De Queiroz Park](#); Architectus S/S; Fortaleza, Brasile; 2022
- [Vanke Architecture Research Center](#); Z+T Studio; Dongguan, Cina; 2011
- [Power Plants Phytoremediation Garden](#); University of Newcastle; Sydney; Australia; 2019

sono i punti di smaltimento delle acque meteoriche dei tetti nel caso di piccoli giardini.



Descrizione

Tali sistemi sono utili per immettere velocemente quantità maggiori di liquido in quanto si porta l'acqua direttamente a contatto con una superficie molto porosa e quindi drenante, questo conseguentemente comporta la completa assenza di capacità filtrante delle acque che vengono disperse, si può prevedere sul fondo uno strato di sabbia filtrante. Per garantire nel tempo efficienza al sistema bisogna prevedere la posa di un geotessuto al fine di limitare che lo strato poroso si riempie di materiale fino, limitandone le caratteristiche.

Questi sistemi possono essere impiegati anche nei siti di altri dispositivi come ad esempio a supporto dei D_05 Sistemi di infiltrazione superficiali.

Sfide

S_04 Mitigare il rischio idrogeologico

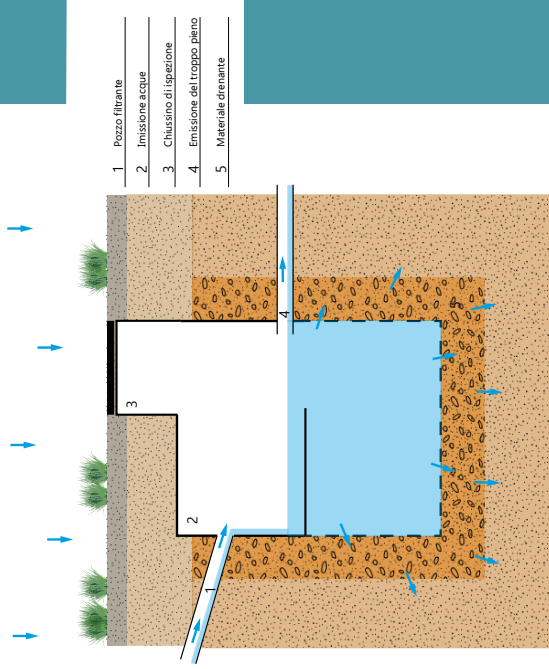
Strumenti

St_03 Regimazione delle acque piovane

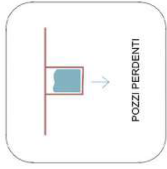
Imm 36- Zollhallen Plaza

Riferimenti

- [Zollhallen Plaza](#); Henning Larsen; Freiburg, Germania; 2015



Imm 37 - Schema di pozzo
perdente



Pozzi perdenti

A differenza delle trincee l'infiltrazione, l'acqua meteorica viene dispersa in maniera puntuale, e non lineare, utile per superfici ridotte. Un esempio

Descrizione

Agevolare l'infiltrazione delle acque meteoriche all'interno del terreno permette di raggiungere molti target quali:

- il reintegro delle falde e dei bacini naturali,
 - una gestione delle acque piovane con conseguente diminuzione dell'esposizione a fattori di rischio della popolazione
- La progettazione di zone di infiltrazione deve sempre tener conto delle condizioni del luogo e dell'eventuale inquinamento delle acque meteoriche. Obiettivo di questi sistemi è quello di garantire una permeabilità sufficiente, e in general si raccomanda uno spessore di filtrazione almeno pari ad almeno 1 m prima che le acque raggiungano il livello medio massimo della falda acquifera (valore medio dei valori massimi relativi a più anni).

La realizzazione di zone per l'infiltrazione delle acque meteoriche deve essere condivisa con i settori competenti con particolare attenzione ai terreni inquinati. Ulteriori accortezze tecniche sono: le distanze di sicurezza da edifici vicini aventi muri interrati impermeabilizzati o meno. Il dimensionamento degli impianti d'infiltrazione deve avvenire secondo normative tecniche riconosciute, come ad es. la norma Arbeitsblatt DVA-A 138.

L'infiltrazione può avvenire attraverso uno strato superficiale di terreno organico rinverdito che assicura una buona depurazione delle acque meteoriche, oppure attraverso uno strato maggiormente drenante come pietrisco. l'impiego di superfici fortemente drenanti hanno il vantaggio di avere un minore fabbisogno di superficie filtrante, però si perdono quasi tutti gli effetti depurativi perché non viene attraversato lo strato superficiale del terreno.

Sfide

S_04 Mitigare il rischio idrogeologico

Strumenti

St_02 Invarianza idraulica

St_03 Regimazione delle acque piovane

Tipologie

Superfici di infiltrazione: giardini, pavimentazione permeabili - D_08 Pavimentazioni permeabili

Le acque meteoriche di superfici impermeabili limitrofe o dirette s'infiltrano in maniera omogenea senza possibilità d'accumulo, questi sistemi di facile realizzazione e di semplice manutenzione garantiscono un utilizzo polifunzionale delle superfici.

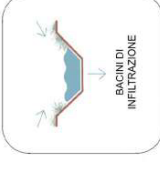


Canali di infiltrazione, Fossi/Cunette di infiltrazione, Canali inerbiti, Dry swale

Le acque meteoriche provenienti da superfici impermeabili limitrofe vengono accumulate in depressioni superficiali del terreno rinverditi e poco profondi. Lo scopo è di accumulare le acque meteoriche per breve tempo e agevolare l'infiltrazione sotto-suolo. Il canale è solitamente rinverdito.

Bacini di infiltrazione (Dry swale)

Il funzionamento è pari a quello dei fossi e canali inerbiti, è tuttavia più esteso e profondo garantendo una gestione di acque maggiore. Il bacino viene realizzato su un fondo permeabile con uno strato superficiale di terreno organico di spessore compreso fra 20 e 30 cm e una distanza minima dalla falda di 1 metro.



Giardini della pioggia - D_10 Giardini della pioggia

Si intendono zone adibite a giardino con leggeri depressioni atte ad ospitare quantità di acqua limitate durante eventi meteorici; possono essere siti a bordo delle strade o in altri luoghi la cui presenza possa permettere un utilizzo pubblico dello spazio. La stratificazione del terreno è elaborata in modo da permettere che l'acqua dreni nel sottosuolo. Hanno inoltre una forte capacità fitodepurativa e contro le isole di calore.



Box alberati filtranti (Tree box filter)

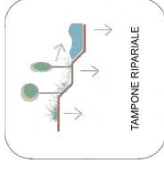
Si intende una scatola in cui una specie vegetale possa crescere, autoctona e resistente a periodi di stress, con all'interno un terreno strutturato di modo da agevolare la permeabilità delle acque e il trasporto di esse altrove o nel sottosuolo se la composizione dello stesso lo permetta.

La dimensione varia in base alla specie arborea messa a dimora, non riesce tuttavia a gestire grandi volumi di acqua ma risulta una buona soluzione in ambito urbano da accoppiare all'arredo.



Tampone ripariale a fianco di corsi d'acqua

Fasce vegetate utili a gestire eventi di run off verso il fiume e nella gestione di esondazioni.



Riferimenti

- [Fabbrica Herman Miller](#); Michael Van Valkenburgh Associates Inc; Canton, US; 2001
- [A Living Museum of Plants](#); West8; Houston, US; 2021
- [Parc de la Feyssine](#); Ilex landscape architecture; Lione; Francia; 2001
- [Chicago Riverwalk Expansion](#); Sasaki; Chicago, US; 2016

Le pavimentazioni permeabili concorrono principalmente ad una gestione sostenibile delle acque permettendone la diretta infiltrazione nel suolo, sono particolarmente indicate per cortili, spiazzi, stradine, piste pedonali e ciclabili, strade d'accesso e parcheggi.

Perché siano utili allo scopo è necessario verificare che la capacità di infiltrazione della pavimentazione permeabile, in quanto la porosità varia la capacità filtrante e deve garantire la capacità di assorbimento nel momento di massima intensità di pioggia.

Sfide

- S_02 Migliorare il Microclima locale**
- S_04 Mitigare il rischio idrogeologico**
- S_05 Affrontare la scarsità idrica**

Strumenti

- St_02 Invarianza idraulica**
- St_05 Indice R.I.E.**
- St_06 Indice Microclimatico**

Tipologie

Sono da preferire le pavimentazioni inerbite rispetto a quelle non inerbite poiché consentono una migliore depurazione delle acque meteoriche e apporta ulteriori benefici al microclima locale. Aspetti molto importanti da valutare per l'impiego di tali superfici sono:

- le caratteristiche del sottosuolo a livello idrogeologico e la presenza di fondazioni e sottoservizi
- il carico veicolare a cui la superficie è sottoposta
- il livello di inquinamento al quale è sottoposta la superficie drenante e quindi eventuali trattamenti successivi delle acque, infiltrazione diretta o strato impermeabile per il trasporto e trattamento delle acque.

Le tecnologie ad oggi permettono di creare molte e diverse superfici con elevate capacità di resistenza potendo valutare queste soluzioni per molti impieghi comprese strade ad elevata percorrenza, si cita ad esempio l'asfalto presente sull'autostrada del Brennero A22: drenante e fonoassorbente.

Prati

La superficie è costituita da uno strato di terreno organico (costipato) rinverdito a prato.

Adatti per: superfici con basse resistenze es. campi gioco, percorsi pedonali o saltuari parcheggi per auto.

Sterrati inerbiti

La superficie è costituita da uno strato di terreno organico mescolato con ghiaia. La superficie viene seminata a prato prima del costipamento.

Adatti per: parcheggi, piste ciclabili e pedonali, strade

Grigliati in calcestruzzo inerbiti

Blocchi in calcestruzzo con aperture a nido d'ape riempite con terreno organico e inerbite.

Adatti per: parcheggi, strade d'accesso

Sterrati

Ghiaia di granulometria uniforme senza leganti.

Adatti per: parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, strade d'accesso

Cubetti o masselli a fughe larghe

La cubettatura viene realizzata con fughe larghe con l'ausilio di distanziatori.

Adatti per: parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, strade d'accesso

Cubetti o masselli porosi

La pavimentazione avviene con cubetti o masselli porosi. Il riempimento delle fughe avviene con sabbia.

Adatti per: strade e piazzali poco trafficati, piste ciclabili e pedonali, cortili, strade d'accesso

Terre Battute e calcestre

Il manto è realizzato utilizzando argilla mescolata ad inerti per uno spessore di 15-20 cm rullato

Adatti per: piste ciclabili e pedonali, cortili

Calcestruzzi drenanti

Conglomerato cementizio poroso che drena l'acqua sotto la superficie

Adatti per: strade, parcheggi, piste ciclabili e pedonali

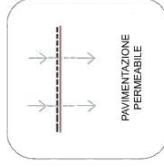
Asfalti drenanti

Pavimentazione realizzata come composto di inerti, bitumi e polimeri caratterizzata da alta porosità.

Adatti per: strade, parcheggi, piste ciclabili e pedonali

Riferimenti

- [Piazza Cortevecchia](#); INOUT architettura; Ferrara, Italia; 2022
- [Atellerhaus C21](#); Rajek barosch; Vienna, Austria; 2021
- [Laroque Des Alberes Cemetery](#); EMF Landscape Architecture; Perpignano, Spagna; 2006



Descrizione

L'operazione di de-pavimentazione all'interno degli ambienti urbani permette un aumento delle superfici drenanti e quindi maggior sicurezza idraulica e in generale concorre ad un migliore microclima urbano.

La de-pavimentazione è un'azione che considera le superfici impermeabili su terreno, il termine de-sigillazione si riferisce alle superfici impermeabili poste su corsi d'acqua.

Restituire spazi permeabili all'ambiente urbano, permette nuove superfici vegetate e un miglioramento complessivo dei servizi ecosistemici con una riduzione del run-off in caso di pioggia intensa, filtraggio delle acque meteoriche, e in generale di comfort e vivibilità degli spazi urbani.

Sfide

- S_02 Migliorare il microclima locale**
- S_04 Mitigare il rischio idrogeologico**
- S_05 Affrontare la scarsità idrica**

Strumenti

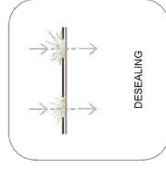
- St_02 Invarianza idraulica**
- St_05 Indice R.I.E.**
- St_06 Indice Microclimatico**
- St_07 Riflessione Solare**

Tipologie

Tali azioni possono essere eseguite in aree urbanizzate scarsamente utilizzate al fine di ricreare piccole aree verdi con numerosi aspetti positivi per l'ambiente circostante. Il dispositivo di De-pavimentazione può essere progettato o spontaneo, in questo secondo caso l'azione parte dai ragionamenti sviluppati nel libro "Manifesto del Terzo paesaggio" dell'autore Gilles Clément secondo il quale gli spazi trascurati dall'uomo hanno un forte valore ambientale e fondamentali per conservare la biodiversità.

Riferimenti

- [The Crack](#); designed by Alive Architecture + Taktyk; Brussels, Belgio; 2021
- [Boerenhof Parkling](#); Wagon Landscaping; Kortrijk, Belgio; 2009



Descrizione

Si intendono zone adibite a giardino con leggeri depressioni atte ad ospitare quantità di acqua limitate durante eventi meteorici; possono essere siti a bordo delle strade o in altri luoghi la cui presenza possa permettere un utilizzo pubblico dello spazio. La stratificazione del terreno è elaborata in modo da permettere che l'acqua dreni nel sottosuolo. Hanno inoltre una forte capacità fitodepurativa e contro le isole di calore.

Il giardino della pioggia permette di mitigare ma non di risolvere le criticità idrauliche in occasione di eventi intensi con una capacità di drenaggio pari a 24-48 ore di modo da limitare acqua stagnante e generali capacità drenanti elevate; pertanto, è sempre necessario prevedere un troppo pieno che colletti le acque non infiltratesi verso la fognatura.

Sfide

- S_04 Mitigare il rischio idrogeologico**
- S_02 Migliorare il Microclima locale**
- S_08 Migliorare il benessere urbano**
- S_01 Preservare gli ecosistemi**

Strumenti

- A_02 Invarianza idraulica**
- A_03 Regimazione delle acque piovane**
- A_06 Indice Microclimatico**
- A_07 Riflessione Solare**
- A_12 Funzionalità e sicurezza degli spazi**
- A_14 Connessioni ecologiche**

Tipologie

I giardini della pioggia sono di norma delle leggere depressioni di piccole dimensioni nelle quali lo strato filtrante è la sede delle specie vegetali del giardino e si compone di una miscela di terriccio (20-25%), compost organico (20-25%) e sabbia (50-60%), in alcuni casi si può prevedere uno strato sovrastante di materiali utili a mantenere un costante il grado di umidità del terreno.

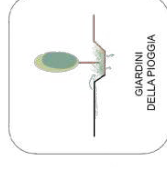
Come in altri casi si consiglia uno strato totale di 1 mt circa per la capacità filtrante ma da dimensionare a seconda delle specie presenti.

Sottostante la piantumazione è posto uno strato di granulometria più fine oppure un geotessuto, tale strato ha la funzione di evitare il dilavamento di particelle fini nello strato drenante e aiuta a mantenere costante l'umidità. Il letto filtrante sottostante ha la funzione di raccogliere e favorire l'infiltrazione nel terreno sottostante. Può essere inserita una tubazione fessurata con l'obiettivo di distribuire in modo uniforme i flussi lungo lo strato drenante.

La manutenzione prevede un'analisi dello stato dei luoghi a seguito di interventi meteorici forti e una regolare raccolta di rifiuti e una generale pulizia dell'area di raccolta per eliminare eventuali sedimenti che possano limitare il sistema di filtraggio, controllo dello stato di salute delle piante. In casi di irreversibilità delle capacità filtranti e morte delle specie arboree presenti sarà necessaria una manutenzione straordinaria.

Riferimenti

- [Climate Tile](#); Tredje Natur; Copenhagen, Danimarca; 2018;



Descrizione

Si considerano giardini tascabili (pocket gardens) quegli interventi puntuali e capillari di verde urbano che si sviluppano in spazi ridotti, ma con un forte impatto attrattivo e notevoli benefici sul microclima.

Questi piccoli giardini hanno la funzione di rivitalizzare aree urbane, grazie a progetti paesaggistici integrati al contesto, dove finiture, dettagli costruttivi, elementi di arredo e specie vegetali creano spazi attrattivi e di qualità che fondono funzionalità ed estetica.

I giardini tascabili sono realizzati con l'obiettivo di: rivitalizzare aree urbane di modeste dimensioni, favorire la riduzione dell'effetto isola di calore e migliorare il microclima, aumentare la permeabilità urbana.

Imm 38 - Giardino tascabile a Xinhua Road



Sfide

- S_01 Preservare gli ecosistemi
- S_02 Migliorare il microclima locale
- S_04 Mitigare il rischio idrogeologico
- S_05 Affrontare la scarsità idrica
- S_06 Contenere le emissioni climatiche (CO2)

Strumenti

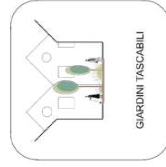
- St_03 Regimazione delle acque piovane
- St_05 Indice R.I.E.
- St_06 Indice Microclimatico
- St_07 Riflessione Solare
- St_13 Connessioni ecologiche
- St_14 Qualità dell'aria

Tipologie

I giardini tascabili sono spazi verdi di piccole dimensioni, interni o esterni, progettati per sfruttare le caratteristiche geomorfologiche del sito con piante di varie tipologie e altezze. Le essenze, preferibilmente autoctone, variano in base al clima e all'effetto desiderato. A questi elementi naturali si possono aggiungere arredi, pergole e strutture che migliorano l'uso dello spazio e favoriscono la crescita vegetale. È fondamentale includere sistemi di gestione delle acque, come infiltrazioni sotterranee o superficiali, per una gestione sostenibile. La progettazione deve essere guidata da principi di multifunzionalità, inserendo i giardini in spazi sottoutilizzati e privilegiando soluzioni basate sulla natura (Nature Based Solutions). Questi giardini migliorano il valore estetico e sociale delle aree urbane, promuovendo sicurezza, salute e coesione sociale. Per questo, è importante incentivarne l'integrazione in luoghi pubblici, centri commerciali e spazi urbani poco sfruttati.

Riferimenti

- [Paley_park_new_york](#); Zion Breen Richardson Associates; New York, USA; 1967
- [Pocket Park on Xinhua Road](#); Shuishui; Shanghai, Cina; 2020
- [Max Family Garden at St. Ann's Warehouse](#); Michael Van Valkenburgh Associates Inc; New York; US; 2016



Descrizione

Orti e giardini urbani sono spazi verdi collettivi all'interno del tessuto urbano per la produzione di ortaggi, frutta, erbe aromatiche e fiori.

Possono essere previsti in aree non utilizzate allo scopo di aumentare le zone verdi e incentivare la socializzazione, per questo la gestione collettiva è comune degli spazi è molto importante. In termini ambientali contribuiscono: ad aumentare gli spazi permeabili della città, diminuire il run-off delle acque meteoriche, diminuire le isole di calore, migliorare la qualità paesaggistica e aumentare la biodiversità contribuendo in questo modo a contrastare e mitigare i cambiamenti climatici.

Sfide

- S_02 Migliorare il Microclima locale
- S_04 Mitigare il rischio idrogeologico
- S_05 Affrontare la scarsità idrica
- S_08 Migliorare il benessere urbano

Strumenti

- St_05 Indice R.I.E.
- St_06 Indice Microclimatico
- St_12 Funzionalità e sicurezza degli spazi

Tipologie

Gli orti urbani sono spazi semplici da realizzare, richiedendo principalmente un deposito per attrezzi e appezzamenti suddivisi per i fruitori stagionali. A questi spazi di base possono essere aggiunti ulteriori elementi e servizi, come aree comuni ombreggiate o di socializzazione, arredate con panchine, tavoli e griglie. È possibile creare percorsi interni con pavimentazioni drenanti e dotare l'area di servizi quali attrezzature collettive, acqua per l'irrigazione e acqua potabile. È essenziale valorizzare l'ambiente circostante attraverso pratiche sostenibili, come la gestione delle acque meteoriche. Si possono adottare trincee filtranti o bacini per raccogliere e riutilizzare l'acqua piovana, oltre a piantare alberi e arbusti che contribuiscano all'assorbimento degli inquinanti. Un sistema di compostaggio naturale è utile per gestire in loco i rifiuti organici e favorire il riuso. La gestione dell'orto deve essere regolata da un accordo condiviso tra gli utilizzatori, per promuovere uno spazio con forti caratteristiche ambientali: riduzione delle isole di calore, assorbimento delle acque meteoriche, e piantumazione di essenze non edibili che riducano l'inquinamento e sostengano specie a rischio, come le api. La gestione condivisa favorisce inoltre la coesione sociale, coinvolgendo la comunità e le fasce più deboli, e promuovendo uno stile di vita sostenibile e un'alimentazione sana. Infine, è opportuno introdurre divieti come l'uso di pesticidi, incoraggiando una coltivazione biologica, mantenendo l'area in ordine e vietando la presenza di animali, per garantire un ambiente sicuro e decoroso.

Riferimenti

- [Parckfarm](#), Alive Architecture + Taktyk; Brussels, Belgio; 2014
- [Jardines des Amanthes](#); Emmanuel Louisgrand per la Galerie Tator; Lione; Francia; 2008
- [Esto no es un solar](#); GravalosDiMonte Arquitectos; Zaragoza, Spagna; 2009



Descrizione

La messa a dimora di specie arboree o arbustive compare come strumento indispensabile in differenti strumenti, in particolar modo nell'ottica di incentivare soluzioni basate sulla natura (nature based solutions) invece che su infrastrutture grigie o comunque artificiali.



0 cm	Lettiera strato superficiale composta da foglie, rami secchi e Humus strato fertile con materiali minerali e organici
30 cm	Sottosuolo composto da sabbie, argille e frammenti di roccia con sostanze minerali alterate e poco materiale organico
80 cm	Rocce alterate e sgretolate
120 cm	Roccia madre per la maggior parte inalterata
200 cm	

Imm 39-vegetale

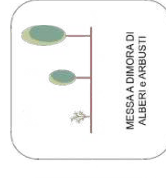
Strato terreno

Le piante aiutano a diluire e processare gli inquinanti e i gas climateranti (particolato, biossido di carbonio, azoto, benzene, ecc...), polveri e Composti Organici Volatili. La messa a dimora di alberi e arbusti deve considerare la direzione dei venti, vedasi D_14 Ventilazione Urbana. La dimensione degli alberi condiziona la dimensione del cono d'ombra, di conseguenza le dimensioni delle alberature dovranno essere valutate anche per l'ombra che possono proiettare.

Potranno essere identificati a livello urbano dei corridoi verdi, delle infrastrutture con numerose funzioni: ecologica, paesaggistica, sociale e sanitaria. Si faccia comunque sempre riferimento ai documenti tematici promossi dal Comune di Trento e dai relativi servizi come ad esempio servizio Parchi e Giardini.

Riferimenti

- [For Forest](#); Klaus Littmann; Klagenfurt, Austria; 2019
- [HighLine](#), Diller Scofidio + Renfro e James Corner Field Operations;

**Descrizione**

Creare una griglia di ventilazione urbana sfruttando dei corridoi verdi permette di influire positivamente sul microclima e sugli edifici residenziali adiacenti, e nei periodi di stress termico offrono luoghi fruibili.

I corridoi devono sfruttare i venti locali e promuovere il movimento dell'aria dalle zone verdi alle zone urbanizzate, nelle città situate in valle ad esempio, si può indurre nelle ore notturne per differenza termica il movimento dell'aria più fresca dalle colline.

Nel 1992 Tjallingii e Brugmann propongono di considerare la città come un ecosistema e quindi di basarsi su nozioni ecologiche per organizzare e risolvere i problemi legati alla sostenibilità urbana.⁵⁷ La pianificazione urbana verde e blu assumono aspetti legati ad un maggior valore per i residenti e apporti positivi per il clima urbano.⁵⁸

Al fine di migliorare il comfort urbano e diminuire l'effetto dell'isola di calore, la progettazione degli spazi aperti deve mettersi in relazione con il costruito al fine di assicurare una funzionale ventilazione dell'ambiente attraverso l'uso di: barriere vegetali; barriere miste (naturale e artificiali); eventuali depressioni o rilievi del terreno.

Sfide

- S_06 Contenere le emissioni clima-alteranti (CO2)**
- S_08 Migliorare il benessere urbano**

Strumenti

- St_12 Funzionalità e sicurezza degli spazi**
- St_14 Qualità dell'aria**

Tipologie

La ventilazione urbana va ricercata per mezzo di sistemi naturali e quindi l'opportuno utilizzo di piante autoctone con particolare attenzione alle caratteristiche di: resistenza ai diversi inquinanti atmosferici, ridotte esigenze di manutenzione, resistenza allo stress idrico.

La vegetazione piantumata per favorire corridoi di ventilazione naturale non dovrebbe essere piantata troppo vicina tra loro, per consentire al vento di attraversarla e deve essere predisposto un piano di gestione e irrigazione delle aree verdi.

La creazione di corridoi verdi per la ventilazione urbana può concorrere anche ad altri strumenti delineando un paesaggio urbano che crei collegamenti fruibili dalle persone; le infrastrutture verdi concorrono a gestire le acque, migliorare la qualità dell'aria e abbassare la temperatura urbana.

Riferimenti

- [Place de la République](#); Martha Schwartz Partners + TVK / Trévele & Viger-Kohler; Parigi, Francia; 2013.
- [Griglia verde di Londra](#)

⁵⁷ Città europee sostenibili, gruppo di esperti sull'ambiente urbano, commissione europea direzione generale XI ambiente, sicurezza nucleare e protezione civile bruxelles, marzo 1996

⁵⁸ Catalogue of nature-based solutions for urban regeneration; Politecnico di Milano, E.Morello, S. Pareglio; 2019



Descrizione

La frammentazione delle aree naturali mette a rischio la biodiversità. I corridoi ecologici sono in questo contesto una soluzione molto efficace, anche in ottica di adattamento ai cambiamenti climatici.

Lo scienziato naturalista Tony Clevenger, all'inizio degli anni '80, aveva evidenziato la frammentazione ecologica causata dalla Trans-Canada Highway, costruita dividendo il Parco Nazionale di Banff, e proposto dei corridoi ecologici di attraversamento.

I corridoi, oltre a consentire il passaggio tra aree centrali (core areas), favoriscono il transito delle specie anche in altre aree di superfici ridotte come stagni o laghetti (stepping zones), che possono essere fondamentali per la sopravvivenza di alcune specie. In questo modo, i corridoi determinano la salvaguardia della biodiversità in aree in cui l'uomo ha costruito e diviso gli ecosistemi naturali.

L'importanza di queste soluzioni è stata riconosciuta da gran parte delle Convenzioni delle Nazioni Unite. Ne sono esempi la Convenzione sulla Diversità Biologica del 1992, approvata al Vertice della Terra di Rio de Janeiro, che ha focalizzato l'attenzione sull'importanza di preservare la biodiversità e di non recare danno agli ecosistemi naturali esistenti; e il Programme of Work on Protected Areas del 2004, che cerca di proteggere ampie porzioni terrestri e marine al fine di salvaguardare e mantenere passaggi utili alle specie divise dalle azioni umane.⁵⁹ Oltre ai corridoi ecologici tradizionali, è possibile creare corridoi ecologici in ambito urbano.

Sfide

S_01 Preservare gli ecosistemi

Strumenti

St_13 Connessioni ecologiche

Tipologie

I corridoi ecologici sono di numerose tipologie e permettono lo spostamento di tipologie differenti di animali tra aree protette, in questo dispositivo si considerano elementi utili a preservare ed estendere la rete ecologica.

La tipologia di corridoio ecologico che viene applicato dipende dalle specie che devono essere tutelate e dalla superficie delle aree che comprende: assi preferenziali per le api, ponti e gallerie per granchi, ponti su strade per animali selvatici, tunnel per piccoli animali, sistemi di tutela per uccelli come la segnalazione di vetrate.⁶⁰

Riferimenti

- [Banff National Park](#) corridoi ecologici; Canada
- [Bee Highway corridor](#); Oslo, Norvegia; 2014

⁵⁹ Cosa sono i corridoi ecologici, e come proteggono la biodiversità, Erika Stellini, Web magazine Duegradi, 2021

⁶⁰ Costruire con vetro e luce rispettando gli uccelli, 3a edizione aggiornata: Stazione ornitologica svizzera, Sempach; Rössler, M., W. Doppler, R. Furrer, H. Haupt, H. Schmid, A. Schneider, K. Steiof & C. Wegwarth; 2022



CORRIDOI ECOLOGICI

Descrizione

Le superfici a verde sia all'adattamento che alla mitigazione dei cambiamenti climatici, la trasformazione delle superfici artificiali in superfici a verde è un'importante occasione. Le superfici artificiali in alcuni casi sono indispensabili per le attività moderne come le strade o altrettanto anche le superfici vetrate al fine di avere illuminazione naturale all'interno degli edifici, ci sono tuttavia numerosi metri quadri di superfici non utilizzate: superfici opache piane o inclinate come tetti e facciate.

Sfide

S_01 Preservare gli ecosistemi

S_02 Migliorare il microclima locale

S_04 Mitigare il rischio idrogeologico

S_05 Affrontare la scarsità idrica

S_06 Contenere le emissioni clima-alteranti (CO₂)

Strumenti

St_02 Invarianza idraulica

St_03 Regimazione delle acque piovane

St_05 Indice R.I.E.

St_06 Indice Microclimatico

St_07 Riflessione Solare

St_13 Connessioni ecologiche

St_14 Qualità dell'aria

Tipologie

Tetti verdi intensivi, estensivi e fotovoltaici

Le tecnologie sviluppatesi negli ultimi anni in questo campo sono molte e permettono di realizzare in piano o su piani inclinati superfici a verde su ogni copertura di edificio. I sistemi attuati sono composti da layer diversi il cui scopo è quello di creare un habitat naturale per determinate specie arboree. I vantaggi sono rivolti all'ambiente circostante: rimozione degli inquinanti diluiti nell'aria, mitigare effetti di run-off con assorbimento e rilascio dilazionato dell'acqua meteorica, favorire la biodiversità con la proliferazione di specie autoctone e la creazione di corridoi ecologici per piccoli animali e la riduzione delle isole di calore; e vi sono inoltre vantaggi rivolti anche al comfort interno: con la relativa diminuzione dei consumi energetici e la realizzazione di spazi di qualità utilizzabili.

Si distinguono sistemi estensivi, che richiedono poca manutenzione in quanto le specie utilizzate sono molto resistenti e abitate a periodo di stress idrico, non serve quindi irrigazione e la stratificazione è ridotta a circa 10-20 cm; e sistemi intensivi che prevedono strati maggiori circa 1 mt atto ad ospitare anche alberi e arbusti che richiedono manutenzione e apporto di acqua costante.

Gli strati previsti per questi elementi variano a seconda delle tecnologie impiegate e della localizzazione,



TETTI VERDI
ESTENSIVI « INTENSIVI



Imm. 40: Clapham Park-
Bauder Biosolar green roof.



in generale le stratificazioni presenti sono: terreno vegetale di crescita, strato filtrante, strato drenante e di accumulo idrico, membrana antiradice, membrana a tenuta idraulica; si ricorda nel caso di piani inclinati l'installazione di sistemi utili a evitare il dilavamento del terreno.

Pareti vegetate

Le facciate verdi, presentano ad oggi più difficoltà tecniche che giustificano i maggiori costi di realizzo a confronto dei tetti verdi e prevedono differenti sistemi di realizzo: pannelli pre-vegetati con un sistema continuo di tessuto sintetico, sistema a moduli con contenitori contenenti terreno di coltivazione posti su un sistema a telaio. Si distingue inoltre la piantumazione: radicata dal basso come l'edera o altre piante rampicanti o puntuale sulla struttura verticale come ad esempio con il tessuto sintetico, il tessuto a tasche riempite, ecc...

Il sistema deve prevedere un'irrigazione a goccia che distribuisce in maniera omogenea l'apporto di acqua e a cui sia possibile aggiungere opportune quantità di fertilizzante.

Riferimenti

- [CopenHill](#); BIG; Copenhagen, Danimarca; 2019
- [Antinori nel Chianti Classico](#) | [Cantina vinicola](#); Archea Associati; Firenze, Italia; 2012
- [Caixa Forum](#); Herzog & de Meuron; Madrid, Spagna; 2007

Descrizione

Pergole che possano sorreggere la crescita di piante e/o sorreggere sistemi fotovoltaici sono utili dispositivi che possono parzialmente sostituirsi alla messa a dimora di piante ad alto fusto concorrendo comunque a contrastare le azioni del cambiamento climatico aumentando le superfici ombreggiate, l'apporto di verde e/o la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Sfide

S_02 Migliorare il Microclima locale

S_08 Migliorare il benessere urbano

Strumenti

St_06 Indice Microclimatico

St_07 Riflessione Solare

St_12 Funzionalità e sicurezza degli spazi

Tipologie

Il presente dispositivo deve essere sempre messo in relazione alle normative comunali presenti, in particolare al consumo di superficie coperta del lotto, il termine pergola identifica una struttura leggera e facilmente amovibile e filtrante sia con la presenza di elementi vegetativi che di pannelli fotovoltaici senza alcuna ulteriore superficie opaca.

Tali elementi urbani possono essere molto efficaci per riparare dal sole in zone di socializzazione come parchi pubblici o privati e il completamento di superfici adibite a parcheggio e hanno la principale funzione di limitare il surriscaldamento delle superfici e degli oggetti sottostanti.



Descrizione

I rifugi climatici sono infrastrutture urbane utili a supportare l'adattamento alle condizioni meteorologiche estreme aiutando la popolazione, in particolare le fasce fragili come bambini ed anziani, nei momenti di stress elevato. Si intende una serie di spazi chiusi oppure all'aperto dove i fruitori possono essere riparati da episodi climatici estremi come alte temperature, piogge intense o periodi di siccità.

Questi luoghi possono concorrere a riequilibrare una società dove i residenti a basso reddito vivono in uno stato di inadeguatezza abitativa e povertà energetica, si cita l'esempio di Barcellona che conta oltre 200 spazi pubblici designati come "Climate Shelters".⁶¹

Sfide

S_08 Migliorare il benessere urbano

Strumenti

St_05 Indice R.I.E.

St_06 Indice Microclimatico

St_12 Funzionalità e sicurezza degli spazi

Tipologie

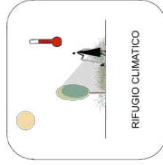
Un rifugio climatico è un'area naturale o artificiale nella quale vi sono condizioni ambientali sicure e che rispetto all'intorno offrono riparo da condizioni avverse garantendo temperature idonee, accesso all'acqua e contatto con habitat di qualità. In alcuni rifugi climatici queste caratteristiche vengono garantite anche a specie animali in pericolo per i cambiamenti climatici.

Elementi presenti in un rifugio climatico possono essere: ombra naturale da alberi e cespugli; copertura delle superfici superficiali in maniera naturale, prati o materiali permeabili; acqua potabile per le persone e fonti d'acqua per gli animali, come piscine o stagni; presenza di giardini e orti collettivi.

In generale caratterizzano questi luoghi il tipo di ombra, la presenza di acqua, e capacità di elaborare inquinanti.

Riferimenti⁶²

- [Climate Shelter / Refugee](#); Barcelona; 2020
- [School Oasis](#); Parigi; 2018
- [Climate resilient schools](#); London; 2020

**Descrizione**

I materiali con riflessione solare (SRI) alto sono materiali la cui temperatura non aumenta eccessivamente se esposti ai raggi solari. Si definiscono materiali freddi (cool material). Questi materiali permettono di mitigare l'accumulazione del calore solare e il rilascio nell'ambiente diminuendo l'effetto isola di calore. Il coefficiente di emissione e il coefficiente di Albedo definiscono l'indice di riflettanza/ri riflessione solare.

Sfide

S_02 Migliorare il Microclima locale

Strumenti

St_07 Riflessione Solare

Tipologie

In generale si ricorda di preferire soluzioni verdi e quindi l'uso di materiali naturali, le cui caratteristiche termiche sono arricchite dalla traspirazione naturale. I materiali artificiali sono caratterizzati da elevata riflettanza tipicamente se di colore chiaro o trattati con pigmenti particolari; le caratteristiche di riflettanza permettono di limitare l'innalzamento della temperatura superficiale se esposti alla radiazione solare. Si può assumere che il nero equivalga ad un valore prossimo 0 e il bianco a 100, gli altri colori si distribuiscono tra il massimo e il minimo. Questi materiali possono essere utilizzati per pavimentazioni, tetti e superfici verticali.

Materiali ⁶³	SRI
EPDM grigio (etilene-propilene-diene-modificato)	21
Asfalto grigio ghiaioso	22
Tegole di cemento non verniciate	25
Superficie granulare bituminosa bianca	28
Tegole di argilla rosse	36
Copertura composta con ghiaia luminosa	37
Copertura in alluminio	38
Copertura composta con rivestimento di pietrisco bianco	79
Rivestimento bianco su copertura metallica	82
EPDM bianco (etilene-propilene-diene-modificato)	84
Tegole di cemento bianco	90
Rivestimento bianco – 1 strato 0,2mm	100
PVC bianco	104
Rivestimento bianco – 2 strati 0,5mm	107

Tab. 23 - Materiali e Riflessione solare

Si segnalano per ulteriori valori di SRI generale e di riferimento e non effettivi dei materiali impiegati che dipendono dai singoli produttori e relative schede certificate:

[Rated Roof Products](#); Americano e [Portale Agenti Fisici](#) della Regione Toscana

⁶³ Tabella estratta da GBC HOME. Fonte: Lawrence Berkeley National Materials Database; Manuale GBC HOME Per progettare, costruire e ristrutturare edifici residenziali; Edizione V2 - revisione febbraio 2022; Green Building Council Italia

⁶¹ Ana T. Amorim-Maia, Isabelle Anguelovski, James Connolly, Eric Chu; *Seeking refuge? The potential of urban climate shelters to address intersecting vulnerabilities*; Landscape and Urban Planning, Volume 238, 2023; ISSN 0169-2046.

⁶² Politecnico di Torino, Master's degree programme in Territorial, Urban, Environmental and Landscape Planning, 2022/23; *Urban Climate Shelter to adapt cities to climate change - A strategy for re-designing schoolyards in Turin (Italy)*; BBruna Pincegher, Supervisor prof. Ombretta Caldarice, prof. Nicola Tollin.

Descrizione

L'impiego di materiali prodotti con materiali riciclati oppure con il riutilizzo di elementi altrimenti scartati si inserisce nella filiera dell'economia circolare e permette di limitare le quantità di rifiuti generati, il consumo di materie prime e in generale limita il dispendio energetico necessario ai processi.

Tali accortezze devono essere impiegate anche nel momento della progettazione, sia in termini di nuovo edificio che in situazione di demolizione parziale o totale, con decostruzione selettiva e riutilizzo in sito dei materiali.

Sfide

S_07 Ridurre il consumo di materie prime

Strumenti

St_08 Materiali sostenibili e di riciclo

Tipologie

Si faccia costante riferimento alle normative nazionali e provinciali in materia con particolare riferimento ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) - punto 2.5 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione.

Secondo gli stessi si attestì la provenienza dei materiali e le loro caratteristiche legate al contenuto di materiale riciclato, in maniera esemplificativa con:

- Dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, Es: EPD® o EPDItaly®
- Certificazione "ReMade in Italy®"
- Marchio "Plastica seconda vita"
- Certificazioni 4.1 "Use of recycled PVC" e 4.2 "Use of PVC by-product", del marchio VinylPlus Product Label
- Certificazione di prodotto, basata sulla tracciabilità dei materiali e sul bilancio di massa, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità.

Per il contenuto specifico di materiale riciclato in percentuale rispetto al materiale impiegato si faccia riferimento alla normativa nazionale in particolare ai CAM secondo il D.M. 256/2022.

Riferimenti

- [Cheops Observatory](#); Malka Architecture; Giza, Egitto; 2020
- Zero Waste Bistro; Linda Bergroth; New York, US; 2018
- [747 Wing House](#); David Hertz architects; Malibu, US; 2013

**Descrizione**

I sistemi di infrastrutturale per la mobilità lenta hanno come principale obiettivo quello di incentivare l'uso e permettere a più gente possibile di utilizzare sistemi a basso consumo per lo spostamento in ambito urbano. I sistemi di parcheggio e relativi servizi accessori devono essere di semplice accessibilità e opportunamente diffusi sul territorio comunale, si intenda non solo parcheggi per bici ma anche tutti i necessari servizi accessori, quali i sistemi di ripartizione e di ricarica per i veicoli elettrici quali bici, monopattini e auto.

Sfide

S_06 Contenere le emissioni clima-alteranti (CO2)

S_07 Ridurre il consumo di materie prime

S_08 Migliorare il benessere urbano

Strumenti

St_11 Mobilità sostenibile

St_12 Funzionalità e sicurezza degli spazi

Tipologie

Questo dispositivo comprende una serie di infrastrutture utili all'uso diffuso di sistemi di spostamento sostenibile promuovendo:

Qualità nella realizzazione delle infrastrutture ciclabili;

Sistemi di sharing;

Parcheggi e depositi per biciclette, che siano: facilmente accessibili; coperti dalle intemperie, sicuri per il parcheggio anche di mezzi elettrici e di importante valore economico, illuminati per le ore notturne, facilmente individuabili;

Presenza di spogliatoi e docce;

Presenza di strumentazione minima per la riparazione di biciclette;

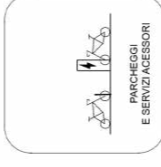
Sistemi di ricarica di mezzi elettrici;

Materiale informativo sulla rete e infrastruttura ciclabile e sui mezzi di trasporto pubblici;

Si faccia sempre riferimento ai documenti redatti dall'ufficio mobilità: rete ciclabile, parcheggio delle bici, ecc...

Riferimenti

- [Bicycle parking under the hills](#); Cobe; Copenhagen, Danimarca; 2019
- [Bike Parking IJboulevard](#); Venhoeven [CS](#); Amsterdam, Olanda; 2023



D_22 Sistemi di moderazione del traffico (traffic calming)

Descrizione

I sistemi di gestione del traffico hanno il principale scopo di permettere una convivenza sicura tra trasporto veloce e lento, guidando gli automobilisti a porre attenzione agli altri utilizzatori dello spazio pubblico conformando fisicamente lo spazio urbano.⁶⁴

Sfide

- **S_06 Contenere le emissioni clima-alteranti (CO₂)**
- **S_07 Ridurre il consumo di materie prime**
- **S_08 Migliorare il benessere urbano**

Strumenti

- **St_11 Mobilità sostenibile**
- **St_12 Funzionalità e sicurezza degli spazi**

Tipologie

Alcune tipologie sono⁶⁵:

- **Restringimenti della corsia**, le corsie ristrette portano a ridurre la velocità riducendo il rischio di incidenti, lo spazio di risulta può essere usato come spazio pedonale, ciclabile o per le infrastrutture verdi.
- **Diminuire i raggi di curvatura**, raggio d'angolo inferiori riducono la velocità di svolta del veicolo e le intersezioni diventano più sicure.
- **Presenza di edifici e alberi**, inducono gli automobilisti a porre attenzione percependo l'ambiente come urbano.
- **Restringimenti di innesto**, i trattamenti di innesto nelle strade avvisano i conducenti che stanno entrando in un'area più lenta.
- **Restringimenti**, punti in cui la carreggiata viene ristretta, combinabili con altri strumenti
- **Chicane e cambi di corsia**, usate per formare un percorso di viaggio a forma di S che abbassa la velocità del veicolo gli spazi di risulta possono essere utilizzati per parcheggi, estensioni del marciapiede o isole verdi.
- **Mediane e isole**, le isole di rifugio pedonale possono essere utilizzate per ridurre la larghezza della corsia per i veicoli e per bloccare l'accesso in punti strategici.
- **Mini rotonde**, le mini rotonde sono isole rotonde agli incroci che servono sia a ridurre la velocità che a organizzare il traffico.
- **Gobba di velocità**, Le gobbe di velocità si formano sollevando sezioni della strada in una forma sinusoidale, tipicamente alta 10-15 cm e lunga 4-6 m con lo scopo di rallentare gli automobilisti.
- **Tabelle di velocità**, simili alle gobbe di velocità, ma hanno una parte superiore piatta in genere lunga 6-9 m. Quando sono combinate con gli attraversamenti pedonali, sono attraversamenti rialzati.
- **Materiali e aspetto della pavimentazione**, questo metodo

64 Traffic Calming 101; Project for public spaces

65 Global Street Design Guide, Global Designing Cities Initiative a project of Rockefeller Philanthropy Advisors

- esercita interesse visivo ai conducenti: cromie, finiture, ecc...
- **Strade condivise**, Rimuovendo le distinzioni fisiche tra spazi pedonali, ciclabili e veicolari, esortando un uso comune dello spazio urbano e costringendo gli automobilisti ad essere attenti.

Imm 41- Piazza Cortevecchia, INOUTarchitettura, Ferrara, 2024.

La riqualificazione della Piazza di Cortevecchia a Ferrara è no dei progetti finanziati dal "Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano", emanato nel 2021 dal Ministero della Transizione Ecologica. Il luogo di intervento è uno spazio pubblico risultante dalla demolizione del mercato del pesce che ha lasciato un vuoto urbano usato per anni come parcheggio. Oggi la piazza è solo in parte attraversabile con i mezzi e per la gran parte è dedicata a molteplici attività. Caratterizzata da isole verdi che affiorano dal suolo e accolgono negli strati sottostanti sistemi per la raccolta dell'acqua piovana per l'impianto radicale delle piante presenti.



A conclusione dello studio dei riferimenti e casi studio si è ritenuto molto importante svolgere dei momenti di confronto con i comuni selezionati. Tra quelli ritenuti importanti solamente due hanno risposto alle richieste di confronto che sono Milano e Bologna.

4.a

MILANO

Il 31 luglio 2024 il gruppo di lavoro con presenti prof.ssa S. Favargiotti, post doc. A. Codemo, arch. F. Baldo e M. Solomita Piriz hanno incontrato online il comune di Milano: Carmen Salvaggio, rigenerazione urbana e pianificazione urbanistica; Simona Collarini, direttore per la rigenerazione urbana; Cristina Guizzetti, sportello unico per l'edilizia.

1. Quale percorso ha intrapreso il Comune per implementare gli strumenti urbanistici sui temi legati alla sostenibilità?

Il Comune di Milano ha intrapreso un percorso di implementazione degli strumenti urbanistici legati alla sostenibilità senza ricorrere a consulenti esterni, ma attingendo da collaborazioni internazionali e partecipando a progetti globali. Tre esempi di queste collaborazioni sono: Rockefeller Foundation e il programma "100 Resilient Cities": Milano è stata selezionata tra le 100 città resilienti, avviando un percorso per rafforzare la resilienza urbana. Grazie a questa collaborazione, la città ha potuto sviluppare un programma mirato alla costruzione di una Milano più resistente e adattabile alle sfide future. C40 Cities (<https://www.c40.org/it/about-c40/>): Il sindaco di Milano ha avuto un ruolo rilevante all'interno di questa organizzazione, che riunisce

le grandi città mondiali impegnate nella lotta al cambiamento climatico. Questa collaborazione, che dura ancora oggi, ha contribuito in particolare alla stesura del secondo Piano di Governo del Territorio (PGT) nel 2020, noto come "Milano 2030".

Bloomberg Associates: Con il supporto di Amanda Burden e Janette Sadik-Khan, Milano ha sviluppato iniziative concrete: Burden ha collaborato alla pianificazione territoriale, mentre Sadik-Khan ha guidato il lavoro sull'urbanistica tattica. Entrambe le collaborazioni hanno avuto un impatto significativo su progetti e azioni urbane.

Inoltre, il progetto Horizon 2020 "Clever" ha permesso a Milano di sperimentare soluzioni basate sulla natura (Nature-Based Solutions - NBS) per una gestione urbana più sostenibile.

Un passaggio cruciale è stato l'adozione della nuova legge urbanistica regionale da parte della Regione Lombardia nel 2005, la precedente legge urbanistica regionale è del 1975, la normativa nuova ha sostituito il tradizionale piano regolatore con il Piano di Governo del Territorio (PGT). Questo cambiamento ha permesso ai comuni di sviluppare piani urbanistici più flessibili e mirati.

Questa cosa ha dato l'opportunità alla città di Milano di aprire tante porte, una delle principali è proprio quella di avere fin dal primo piano di governo del territorio che è del 2012, ma molto di più con il piano di governo del 2020, introdotto nella pianificazione urbanistica generale tutto il tema ambientale della lotta al cambiamento climatico in forma sostanziale e non più soltanto in termini programmatici o di strategia molto ampia.

Il PGT si articola in tre documenti principali:

Documento di Piano: con valenza strategica quinquennale, fornisce una visione generale e definisce le strategie principali.

Piano delle Regole: stabilisce norme di attuazione con valore di legge, fornendo la base regolativa e normativa del piano.

Piano dei Servizi: dedicato alla pianificazione degli spazi e dei servizi pubblici.

Un quarto elemento, cruciale per Milano, è rappresentato dalla componente idrogeologica e sismica del PGT, che affronta temi come la gestione delle acque e la prevenzione di fenomeni come le esondazioni e quindi le fasce di rispetto pubblico.

2. Come sono stati ricavati i requisiti prestazionali in materia sostenibilità ambientale presenti

Il Piano di Governo del Territorio (PGT) del 2012 aveva introdotto incentivi volumetrici, premiando la realizzazione di edifici efficienti attraverso bonus legati all'incremento di cubatura. Successivamente, con l'evoluzione delle normative nazionali e l'acquisizione di conoscenze grazie a collaborazioni internazionali, il Comune di Milano ha iniziato a sviluppare strumenti più avanzati, avviando nel 2016 un approccio più ampio e strutturato alla sostenibilità.

Studiando esempi sia italiani che europei, Milano ha definito un sistema di analisi territoriale che considera aspetti come la componente geologica, la presenza di acque e il grado di impermeabilità del suolo in determinate aree. Questi fattori sono stati individuati come elementi da gestire attivamente, non solo attraverso la tutela, ma anche mediante azioni di adattamento climatico.

Questa strategia si è tradotta in azioni concrete, con un focus sia sulla mitigazione (riduzione delle emissioni di CO₂) che sull'adattamento

climatico, attraverso l'introduzione di un nuovo indice di riferimento: l'Indice di Riduzione di Impatto Climatico (RIC). Questo indice, ispirato a modelli preesistenti come il RIE di Bolzano, rappresenta uno standard per valutare l'impatto climatico degli edifici.

Sono state introdotte inoltre delle norme che in maniera attiva hanno imposto dei nuovi standard di tutte le costruzioni, sia per le costruzioni esistenti che per le nuove costruzioni, in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ e quindi in termini di miglioramento dell'adattamento, con il calcolo per la riduzione delle emissioni sul quale ad oggi non esiste una metodologia standardizzata. Metodologia di calcolo basata sui protocolli LEED e BREEAM, adattandola al contesto locale per valutare le prestazioni ambientali. Questo approccio considera inizialmente l'efficienza energetica e integra successivamente tecnologie compensative per migliorare l'impatto ambientale degli edifici.

Il PGT identifica specifiche aree per progetti di compensazione, come interventi di forestazione e riqualificazione delle superfici, nell'ambito di una rete ecologica strutturata secondo il concetto di infrastruttura verde-blu. L'obiettivo di neutralità carbonica è dunque obbligatorio, ma il percorso per raggiungerlo è flessibile: progettisti e operatori possono scegliere tra sette soluzioni tecnologiche proposte per adattare l'intervento alle caratteristiche del progetto, promuovendo così una sostenibilità ambientale modulabile ed efficace.

3. Come è risultata l'attuazione dei requisiti ambientali prestazionali nella progettazione architettonica per i professionisti, privati e comune stesso.

Per valutare l'effettiva attuabilità dei requisiti ambientali prestazionali, è stato condotto un monitoraggio su circa cento pratiche edilizie presentate negli ultimi anni. Questo monitoraggio ha permesso di misurare la fattibilità e il livello di aderenza ai requisiti, fornendo indicazioni utili per apportare eventuali aggiustamenti. Sulla base dei dati raccolti, sono ora in corso simulazioni progettuali alternative per affinare le direttive, garantendo che siano realistiche e attuabili.

Inoltre, per agevolare il lavoro di progettisti e operatori, i parametri ambientali sono stati integrati in modo da poter essere espressi attraverso elaborati grafici e relazioni già richiesti per le pratiche edilizie, evitando così un carico aggiuntivo di lavoro documentale.

Dal 2012 è attivo il tavolo di lavoro "C'è Milano da fare", che coinvolge le principali rappresentanze degli stakeholder per discutere e valutare l'impatto delle normative. Ogni volta che viene introdotto uno strumento nuovo o una revisione significativa, il Comune organizza una campagna formativa intensiva sia per i professionisti interni che per quelli esterni, in collaborazione con l'Ordine degli Architetti di Milano. Viene definito un programma annuale di eventi formativi per allineare tutti gli operatori sui nuovi requisiti.

Il 13 settembre 2024 il gruppo di lavoro con presenti post doc. A. Codemo, arch. F. Baldo e M. Solomita Piriz hanno incontrato online il comune di Bologna: Claudio Savoia, direttore transizione economica; Monica Cesari, Edilizia privata.

1. Quale percorso ha intrapreso il Comune per implementare gli strumenti urbanistici sui temi legati alla sostenibilità?

Riteniamo che affrontare i temi urbani in modo settoriale, soprattutto quelli ambientali, sia un errore. Per questo, abbiamo compiuto uno sforzo significativo per integrare i diversi strumenti a nostra disposizione. Con il piano urbanistico generale, abbiamo garantito una coesione piena con i piani d'azione, poiché sappiamo che la loro efficacia sarebbe limitata se considerati isolatamente. Negli ultimi anni, abbiamo lavorato per inserire obiettivi generali e sperimentazioni all'interno del nostro quadro normativo, integrando così le tematiche ambientali nella pianificazione urbanistica.

Abbiamo avuto un supporto fondamentale dall'Università e dal CNR, che ci hanno aiutato a definire il quadro conoscitivo e diagnostico. Nel 2019, Bologna ha dichiarato lo stato di emergenza climatica, un chiaro segnale dell'importanza di affrontare i cambiamenti climatici. Quando chiediamo miglioramenti negli interventi edilizi, stiamo generando una pressione positiva in risposta a quella negativa derivante dai cambiamenti climatici. Per esempio, prescriviamo l'aumento dell'albedo per contrastare l'isola di calore e mitigare i danni alla salute già ben documentati. Il nostro Contratto Climatico, approvato a marzo 2024, ci posiziona tra i principali centri urbani europei. Questo contratto è il risultato di un percorso che ha visto l'evoluzione delle linee guida delle SUDS, risalenti al 2015, in regole concrete dopo cinque anni di lavoro.

Un elemento chiave per noi è il rafforzamento dell'autonomia energetica locale attraverso l'uso di fonti rinnovabili. Vogliamo trasformare Bologna da un centro di consumo di risorse, che produce elevate emissioni, a un hub generativo e rigenerativo.

Il nostro percorso è iniziato tra il 2005 e il 2008 con il Patto dei Sindaci e ha portato, tramite il piano urbanistico generale (PUG), fino al contratto climatico. Un momento decisivo è stato il 2021, quando abbiamo introdotto un regolamento sul verde. Questo ha cambiato la percezione del verde in città: non più visto come un surplus, ma come uno strumento fondamentale per raggiungere obiettivi di sostenibilità.

Puntiamo a rinverdire la città, portando il verde nei luoghi dove c'è maggiore richiesta di regolazione, piuttosto che relegarlo in aree marginali. Il nostro regolamento edilizio stabilisce che per ogni albero abbattuto per un intervento edilizio, ne devono essere piantati due: se non è possibile farlo, l'intervento non può proseguire. È cruciale portare ombreggiamento, abbassare le temperature e aumentare la biodiversità nei luoghi frequentati dalle persone.

I nostri obiettivi sono chiari: rinverdire la città senza marginalizzare il verde. Portare il verde all'interno della città rappresenta un approccio progettuale, non solo vincolistico. Credo che, sebbene l'approccio vincolistico sia più semplice, sia fondamentale affrontare queste questioni con una visione progettuale chiara e definita.

2. Come sono stati ricavati i requisiti prestazionali in materia sostenibilità ambientale presenti

Abbiamo dedicato notevoli risorse alla definizione di strumenti che misurino le performance ambientali e climatiche, integrandoli nei processi decisionali urbanistici. Questi strumenti devono essere oggettivi, misurabili e dotati di target chiari. Per garantire trasparenza e coerenza, abbiamo deciso di includere nei documenti allegati al regolamento i parametri specifici da utilizzare, evitando così influenze esterne dal mercato.

Riteniamo che la transizione ecologica di una città non si realizzi solo attraverso interventi occasionali, ma piuttosto attraverso un processo diffuso che accompagni lo sviluppo economico ovunque essa avvenga. La trasformazione urbanistica deve consentirci di distaccarci dalle pratiche del passato, ponendo particolare attenzione alla sostenibilità ambientale. Oggi, cerchiamo di utilizzare le trasformazioni in corso come opportunità per ottenere un bilancio positivo in termini ambientali e climatici, attraverso misure come il RIE, l'albedo, il benessere climatico e il risparmio idrico.

Nel definire e applicare questi requisiti, abbiamo considerato vari interessi pubblici. Ad esempio, il RIE non si applica nel nucleo antico della città, dove prevale l'importanza di conservare i tratti medievali.

Il nostro percorso è iniziato circa dieci anni fa, tra il 2005 e il 2015, e si è caratterizzato per una serie di sperimentazioni. Abbiamo adottato un approccio facilitativo e innovativo, coinvolgendo interventi virtuosi sia nel settore pubblico che in quello privato. Con il regolamento urbanistico edilizio del 2014, il RUE, avevamo già individuato strumenti per migliorare le performance climatiche e ambientali, prevedendo anche delle premialità.

Successivamente, tra il 2019 e il 2021, abbiamo deciso di passare a un approccio normativo più rigoroso, definendo regole precise. Questo ci ha permesso di evolvere da una fase sperimentale a una fase autoritativa. Un altro aspetto cruciale è stato l'implementazione di controlli sul campo a fine lavori. Inizialmente, abbiamo sviluppato un progetto interno per gestire il controllo, ma a fronte delle difficoltà riscontrate, abbiamo optato per appalti di servizi esterni. Grazie a controlli accurati, ogni anno registriamo entrate significative derivanti da sanzioni, che vengono in parte reinvestite per continuare le attività di controllo.

In questo contesto, un partner chiave del Comune è la Fondazione Kessler, che ci supporta nell'acquisizione e nell'elaborazione di dati utili a guidare le nostre decisioni politiche e tecniche. Uno strumento fondamentale in questo processo sarà lo sviluppo di un gemello digitale, a cui stiamo lavorando e che ci permetterà di avere una visione chiara e aggiornata per orientare le nostre scelte.

3. Come è risultata l'attuazione dei requisiti ambientali prestazionali nella progettazione architettonica per i professionisti, privati e comune stesso.

La valutazione delle azioni relative ai requisiti ambientali deve essere contestualizzata in base alla tipologia di intervento: trasformativo o conservativo, a seconda delle dimensioni, la posizione reale rispetto alla città e i costi associati. Il regolamento stabilisce chiaramente quali azioni devono essere intraprese per ciascun tipo di intervento, mentre il

Piano Urbanistico Comunale (PUC) definisce le categorie di intervento da adottare.

Nel nostro processo di analisi diagnostica, abbiamo deciso di coinvolgere soggetti esterni per ampliare la nostra prospettiva e abbiamo intrattenuto ampi confronti con gli ordini professionali. Queste riunioni possono rivelarsi complesse, poiché le parti coinvolte hanno interessi diversi. La legge regionale urbanistica prevede specificamente il PUG, ma il Comune ha esteso questo approccio anche al Regolamento Edilizio (RE), che svolge un ruolo fondamentale nella pianificazione e richiede una forte partecipazione di tutti gli attori coinvolti. È chiaro che senza il contributo dell'intera città non si possono affrontare le complessità di questo processo.

L'attuazione dei requisiti ambientali richiede una struttura dedicata, come l'Ufficio di Piano, che ha il compito di seguire l'intero processo di pianificazione. Altri servizi, come quello della Transizione Ecologica, si occupano di aspetti ambientali e operano in autonomia, collaborando comunque con l'Ufficio di Piano.

Un aspetto particolarmente significativo è stato il coinvolgimento degli ordini professionali, in particolare per la prestazione P3, relativa alla sostenibilità energetica. Abbiamo attivato un tavolo di lavoro con tutti gli ordini professionali che è durato due anni, durante il quale abbiamo potuto apportare modifiche in corso d'opera, grazie ai preziosi contributi dei professionisti del settore. Questo approccio collaborativo ha reso l'attuazione dei requisiti ambientali molto più efficace e condivisa.



Imm. 42- Campus EVO
Bonfiglioli riduttori Sp, Peter
Pichler Architecture, Bologna,
2024.

L'edificio principale, parte del progetto urbanistico EVO, segue le linee guida APEA (Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate) e adotta caratteristiche NZEB (edificio a energia quasi zero). L'architettura è studiata per sfruttare le condizioni naturali: fra cui il tetto inclinato, e la presenza di corti interne. Le superfici esposte a sud sono coperte da una rete in alluminio che filtra la luce. L'edificio valorizza salute e benessere grazie a spazi verdi e abbondante luce naturale. L'impianto industriale include una centrale fotovoltaica da 3 MW sui tetti. Inoltre, il progetto promuove la mobilità ciclopeditonale con opere di urbanizzazione e collaborazioni con i sistemi di bike sharing di Bologna.



Nelle pagine successive vengono riportati gli indici e dati utili al fine di compilare, come richiesto in alcuni strumenti, i dati e le formule richieste. I relativi indici e valori derivano dai riferimenti normativi quali **Bolzano** e **Bologna**.

STRUMENTI

INDICI

St_05 INDICE R.I.E.

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO
ALBERATURE

St_07 RIFLESSIONE SOLARE

ALBEDO

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ψ

Nu	Descrizione Superficie		
	Superfici a Verde		
N1	Giardini, aree verdi, prati, prati armati (con superficie permeabile non inferiore al 95%, tipo salva-prato, grigliati, ecc.), orti, superfici boscate ed agricole		0,10
N2	N2 Corsi d'acqua in alveo naturale 0,10		0,10
N3	N3 Specchi d'acqua, stagni o bacini di accumulo e infiltrazione con fondo naturale 0,10		0,10
N4	N4 Sterrato, superfici naturali degradate 0,20		0,20
N5	N5 Pavimentazione in lastre posate a opera incerta con fuga inerbita	Con percentuale di superficie inerbita > 40% del totale	con coefficiente di permeabilità del sottofondo k_f in $m/s \cdot 10^0 - 10^{-5}$
		qualsiasi tipologia	con coefficiente di permeabilità del sottofondo k_f in $m/s < 10^{-5}$
N6	Area di impianto sportivo con sistemi drenanti e superficie a prato	con coefficiente di permeabilità del sistema k_f in $m/s \cdot 10^0 - 10^{-5}$	0,30
		con coefficiente di permeabilità del sistema k_f in $m/s < 10^{-5}$	1,00
N7	Pavimentazione in cls o prefabbricati in cls o materiale sintetico, riempiti di substrato e inerbiti posati su apposita stratificazione di supporto (Grigliati garden)	con percentuale di superficie inerbita > 40% del totale	con coefficiente di permeabilità del sottofondo k_f in $m/s \cdot 10^0 - 10^{-5}$
		con percentuale di superficie inerbita < 40% del totale	con coefficiente di permeabilità del sottofondo k_f in $m/s \cdot 10^0 - 10^{-5}$
N8	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio $8 \leq s \leq 10$ cm Fino ad un'inclinazione di 15°	qualsiasi tipologia	con coefficiente di permeabilità del sottofondo k_f in $m/s < 10^{-5}$
		Sistema a tre strati	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"
N9	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio $10 \leq s \leq 15$ cm Fino ad un'inclinazione di 15°	Sistema monostrato	Realizzato in diffinità alle norme sopra indicate (non idoneo)
		Sistema a tre strati	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"
N10	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio $15 < s \leq 25$ cm Fino ad un'inclinazione di 15°	Sistema monostrato	Realizzato in diffinità alle norme sopra indicate (non idoneo)
		Sistema a tre strati	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"
		Sistema monostrato	Realizzato in diffinità alle norme sopra indicate (non idoneo)
		Sistema a tre strati	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"

N11	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio $25 < s \leq 35$ cm Fino ad un'inclinazione di 15°	Sistema a tre strati	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"	0,25
			Realizzato in diffinità alle norme sopra indicate (non idoneo)	1,00
N12	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio $35 < s \leq 50$ cm Fino ad un'inclinazione di 15°	Sistema monostrato	Non idoneo	1,00
		Sistema a tre strati	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"	0,20
N13	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato o terreno naturale (solo su volumi interrati) medio > 50 cm Fino ad un'inclinazione di 15°	Sistema monostrato	Realizzato in diffinità alle norme sopra indicate (non idoneo)	1,00
		Sistema a tre strati	Realizzato con substrato o terreno naturale con caratteristiche completamente rispondenti a quanto previsto nella normativa di riferimento UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"	0,10
N14	Copertura a verde pensile di volumi interrati con uso di terreno naturale (con strato filtrante e strato drenante a norma UNI 11235)	Sistema monostrato	Non idoneo	1,00
		Sistema a tre strati	Realizzato con terreno naturale con caratteristiche NON rispondenti a quanto previsto nella normativa UNI 11235, ma con la certificazione delle seguenti prestazioni: A) Permeabilità a carico costante $\geq 0,3$ mm/min. Misurazione: Velocità di infiltrazione con metodo DIN 18035 oppure Conducibilità idraulica a carico costante ASTM F 1815 06 B) Contenuto in particelle di diametro inferiore a 0,05 mm < 60% Misurazione: Granulometria per setacciatura ad umido e sedimentazione (pipetta) – DM 13/09/1999 metodo II.5 oppure Metodo UNI EN 15428 (setacciatura) C) Contenuto in sostanza organica (C organico * 1,724) > 1,5% Misurazione: Carbonio organico totale con analizzatore elementare, metodo VII.1 – DM 13/09/99 oppure Carbonio organico (TOC) metodo VII.2 – DM 13/09/99 oppure Carbonio organico metodo VII.3 – DM 13/09/99 D) valore pH compreso tra 5,5 e 8,5. Misurazione: Con metodo per matrici terrose (DM 13/09/1999 metodo III.1)	0,30
		Sistema a tre strati ma con caratteristiche del terreno difforni a quanto sopra previsto	Non idoneo	1,00
		Sistema monostrato	Non idoneo.	1,00

Copertura a verde pensile su falda inclinata con spessore totale del substrato medio $8 \leq s \leq 10$ cm Con inclinazione $> 15^\circ$	Con applicazione di soluzioni specifiche per le coperture inclinate	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde" con esclusione dell'applicazione dell'elemento "strato filtrante", non obbligatorio.	0,65
		Realizzato in conformità alle norme sopra indicate (non idoneo).	1,00
	Con spessori del substrato < 8 cm; tutte le soluzioni	Non idoneo	1,00
Copertura a verde pensile su falda inclinata con spessore totale del substrato medio $s 10 < s \leq 15$ cm Con inclinazione $> 15^\circ$	Con applicazione di soluzioni specifiche per le coperture inclinate	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde" con esclusione dell'applicazione dell'elemento "strato filtrante", non obbligatorio.	0,50
	Con spessori > 15 cm Con applicazione di soluzioni specifiche per le coperture inclinate	Realizzato in conformità alle norme sopra indicate (non idoneo).	1,00
Superfici NON trattate a verde			
D1	Coperture metalliche con inclinazione $> 3^\circ$		0,95
D2	Coperture metalliche con inclinazione $< 3^\circ$		0,90
D3	Coperture continue con zavoratura in ghiaia		0,70
D4	Coperture continue con pavimentazione galleggiante		0,80
D5	Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastre solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione $> 3^\circ$		0,90
D6	Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastre solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione $< 3^\circ$		0,85
D7	Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)		0,90
D8	Pavimento in asfalto o cls		0,90
D9	Asfalto drenante		0,70
D10	Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia	con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s 10^0 - 10\text{D}^5$	0,50
		con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s < 10\text{D}^5$	1,00
D11	Pavimentazioni in lastre a costa verticale a spacco (Smolleri)	con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s 10^0 - 10\text{D}^5$	0,70
		con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s < 10\text{D}^5$	1,00
D12	Pavimentazioni in cubetti o pietre a fuga sigillata		0,80
D13	Pavimentazioni in cubetti o pietre a fuga non sigillata su sabbia	con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s 10^0 - 10\text{D}^5$	0,70
		con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s < 10\text{D}^5$	1,00
D14	Pavimentazioni in lastre di pietra di grande taglio, senza sigillatura dei giunti, su sabbia	con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s 10^0 - 10\text{D}^5$	0,70
		con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s < 10\text{D}^5$	1,00
D15	Pavimentazioni in ciottoli su sabbia	con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s 10^0 - 10\text{D}^5$	0,40
D16	Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali	con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s < 10\text{D}^5$	1,00
		Altre tipologie di sottofondo	0,35
			1,00

D17	Superfici in ghiaia sciolta su suolo naturale		0,3
D18	Sedime ferroviario		0,2
D19	Aree di impianti sportivi con sistemi drenanti e con fondo in terra, piste in terra battuta o simile.	con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s 10^0 - 10\text{D}^5$	0,40
		con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s < 10\text{D}^5$	1,00
D20	Aree di impianti sportivi con sistemi drenanti e con fondo in materiale sintetico, tappeto verde sintetico	con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s 10^0 - 10\text{D}^5$	0,60
		con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in $m/s < 10\text{D}^5$	1,00
D21	Corsi d'acqua in alveo impermeabile		1
D22	Vasche, specchi d'acqua, stagni e bacini di accumulo con fondo artificiale impermeabile		1
D23	vasche, specchi d'acqua, stagni e bacini di accumulo con fondo permeabile		D A DET.
D24	Superfici di manufatti diversi in cls o altri materiali impermeabili o impermeabilizzati esposti alla pioggia, e non attribuibili alle altre categorie, come muretti, plinti, gradinate, scale, ecc		0,95
D25	Superfici esposte alla pioggia di caditoie, griglie di aerazione di locali interrati, canalette di scolo a fondo impermeabile e manufatti analoghi		0,95
D26	Pavimentazione galleggiante in legno, con fuga non sigillata, su sottofondo drenante		0,50
D27	Calcestruzzo drenante		0,60

ALBERATURE

3a grandezza: raggio della chioma minore di 3 m e/o sviluppo in altezza minore di 12 m

Genere	Specie	Nome Comune
Acacia	<i>dealbata</i>	Mimosa
Acer	<i>buergianum</i>	Acero tridente
Acer	<i>campestre</i>	Acero campestre
Acer	<i>monspessulanum</i>	Acero minore
Acer	<i>palmatum</i>	Acero giapponese
Albizia	<i>julibrissin</i>	Acacia di Costantinopoli
Arbutus	<i>unedo</i>	Corbezzolo
Catalpa	<i>bungei</i>	Catalpa di Bunge
Ceratonia	<i>siliqua</i>	Carriubo
Cercidiphyllum	<i>japonicum</i>	Katsura o Falso albero di Giuda
Cercis	<i>siliquastrum</i>	Albero di Giuda
Chamaerops	<i>humilis</i>	Palma nana
Clerodendrum	<i>trichotomum</i>	Clerodendro
Cornus	<i>mas</i>	Corniolo
Corylus	<i>avellana</i>	Nocciolo
Crataegus	<i>sp.</i>	Biancospino
Davidia	<i>involuta</i>	Albero dei fazzoletti
Diospyros	<i>kaki</i>	Caco
Diospyros	<i>lotus</i>	Albero di Sant'Andrea
Eriobotrya	<i>japonica</i>	Nespolo del Giappone
Ficus	<i>carica</i>	Fico
Hibiscus	<i>syriacus</i>	Ibisco
Ilex	<i>aquifolium</i>	Agrioglio
Koelreuteria	<i>paniculata</i>	Albero delle lanterne cinesi
Laburnum	<i>anagyroides</i>	Maggiociondolo
Lagerstroemia	<i>indica</i>	Albero di S.Bartolomeo
Laurus	<i>nobilis</i>	Alloro
Ligustrum	<i>sp.</i>	Ligustri
Magnolia	<i>sp.</i>	Magnolie
Malus	<i>sp.</i>	Meli
Mespilus	<i>germanica</i>	Nespolo volgare
Morus	<i>sp.</i>	Gelsi
Olea	<i>europaea</i>	Ulivo
Ostrya	<i>carpinifolia</i>	Carpino nero
Parrotia	<i>persica</i>	Ironwood persiano
Pinus	<i>mugo</i>	Pino mugo
Pistacia	<i>terebinthus</i>	Terebinto
Platycladus	<i>orientalis</i>	Tuia orientale
Prunus	<i>domestica</i>	Prugno
Prunus	<i>dulcis</i>	Mandorlo
Prunus	<i>laurocerasus</i>	Lauroceraso
Prunus	<i>persica</i>	Pesco Pfirsichbaum
Prunus	<i>sp.</i>	Cilieggi da fiore
Prunus	<i>spinosa</i>	Prugnolo selvatico
Punica	<i>granatum</i>	Melograno
Pyrus	<i>calleryana</i>	Pero da fiore

<i>Rhus</i>	<i>hirta</i>	Sommacco americano
<i>Sambucus</i>	<i>nigra</i>	Sambuco comune
<i>Schinus</i>	<i>molle</i>	Pepe rosa
<i>Sorbus</i>	<i>sp.</i>	Sorbi
<i>Tamarix</i>	<i>sp.</i>	Tamerici
<i>Taxus</i>	<i>baccata</i>	Tasso
<i>Trachycarpus</i>	<i>fortunei</i>	Palma di Fortune o cinese
<i>Ziziphus</i>	<i>jujuba</i>	Giuggiolo comune

2a grandezza: raggio della chioma tra 3 e 6 m e/o sviluppo in altezza tra 12 e 18 m

Genere	Specie	Nome Comune
Acer	<i>negundo</i>	Acero americano
Acer	<i>rubrum</i>	Acero rosso
Acer	<i>truncatum</i>	Acero cinese
Alnus	<i>cordata</i>	Ontano napoletano
Alnus	<i>glutinosa</i>	Ontano nero
Alnus	<i>incana</i>	Ontano bianco o Ontano grigio
Araucaria	<i>araucana</i>	Pino del Paraná
Betula	<i>sp.</i>	Betulle
Carpinus	<i>betulus</i>	Carpino bianco
Castanea	<i>sativa</i>	Castagno europeo
Catalpa	<i>bignonioides</i>	Catalpa
Chamaecyparis	<i>sp.</i>	Cipressi
Corylus	<i>columna</i>	Nocciolo di Costantinopoli
Cryptomeria	<i>japonica</i>	Cedro rosso giapponese
Cupressus	<i>arizonica</i>	Cipresso dell'Arizona
Fraxinus	<i>ornus</i>	Orniello
Gymnocladus	<i>dioicus</i>	Albero del caffè del Kentucky
Maclura	<i>pomifera</i>	Arancio o Moro degli Osagi
Melia	<i>azedarach</i>	albero dei rosari
Nyssa	<i>sylvatica</i>	Nyssa
Paulownia	<i>tomentosa</i>	Paulownia
Picea	<i>pungens</i>	Peccio del Colorado
Prunus	<i>avium</i>	Ciliegio
Salix	<i>sp.</i>	Salici
Thuja	<i>sp.</i>	Tuie
Tsuga	<i>canadensis</i>	Abete del Canada
Zelkova	<i>carpinifolia</i>	Olmo del Caucaso
Zelkova	<i>serrata</i>	Zelkova giapponese

1a grandezza: raggio della chioma maggiore di 6 m e/o sviluppo in altezza maggiore di 18 m

Genere	Specie	Nome Comune
Abies	<i>sp. A</i>	beti
Acer	<i>platanoides</i>	Acero ricci
Acer	<i>pseudoplatanus</i>	Acero di monte
Acer	<i>saccharinum</i>	Acero argenteo
Aesculus	<i>hippocastanum</i>	Ippocastano
Aesculus	<i>x carnea</i>	Ippocastano
Araucaria	<i>heterophylla</i>	Pino di Norfolk
Calocedrus	<i>decurrens</i>	Cedro della California

ALBEDO

	Descrizione superficie	Albedo
	Tegole in asfalto tradizionale (es. tipo canadese)	0.04-0.15
	Tegole in asfalto con substrato / base / finitura con vernice al lattice pigmentata tecnologia acrilica da marrone scuro a verde chiaro	0.18-0.34
	Rivestimento convenzionale nero/scuro	0.04-0.05
	Rivestimento bianco -contengono materiali polimerici trasparenti, come l'acrilico, e un pigmento bianco, come il biossido di titanio (rutile), per renderli opachi e riflettenti	0.70-0.85
	Rivestimento in alluminio - generalmente impiegano una resina del tipo asfalto contenente scaglie di alluminio "a foglia"	0.20-0.65
	Tegole in terracotta (e coppi) rossi e marroni	0.10-0.35
	Coppi in laterizio - Coppi con formulazione ingobbio/smalto cool – Rivestimento cool colorato	0.55 -0.75
	Es. Piastrelle/tegole/coppi con formulazione ingobbio/smalto cool colore beige	0.75
	Piastrelle, tegole e pavimenti in cemento	0.10-0.35
	Piastrelle, tegole in ceramica e terracotta	0.25-0.40
	Piastrelle, tegole di argilla bianca	0.6-0.75
	Piastrelle, tegole di cemento bianco	0.6-0.75
	Piastrelle e tegole in cemento grigio	0.18 -0.25
	Piastrelle e tegole di colore marrone	0.14
	Piastrelle e tegole di colore rosso	0.25
	Piastrelle in ceramica rosse vecchie	0.53
	Piastrelle e tegole di colore grigio / off-white	0.33
	Piastrelle e tegole di colore arancio/tan	0.5
	Piastrelle e tegole di colore giallo	0.49
	Piastrelle e tegole di colore verde	0.2
	Piastrelle e tegole di colore verde rame	0.29
	Mattone rosso	0.2-0.3
	Legno	0.25-0.4
	Catrame e ghiaia	0.08-0.18
	Tegole in ardesia	0.1
Rivestimenti cementizi aggregati per copertura composta da strati di bitume e vetroresina		
	con asfalto	0.04
	con rivestimento bianco	0.75-0.85
	con ghiaia scura	0.08-0.2
	con ghiaia chiara	0.30-0.50
	Fibrocemento (vecchio)	0.34
Coperture metalliche		
	Coperture metalliche	0.75
	Lamiera metallica anodizzata (ossidata)	0.2
	Lamiera metallica anodizzata (nuova)	0.32
	Lastra di rame (Ossidato)	0.35
	Lastra in rame metallizzato	0.35
	Lastra di alluminio	0.57
	Lastra di alluminio preveniciato avorio (vecchio)	0.47

<i>Cedrus atlantica</i>	Cedro dell'Atlante
<i>Cedrus deodara</i>	Cedro dell'Himalaya
<i>Cedrus libani</i>	Cedro del Libano
<i>Celtis australis</i>	Bagolaro (Spaccasassi)
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cipresso
<i>Fagus sylvatica</i>	Faggio
<i>Firmiana simplex</i>	Parasole cinese
<i>Fraxinus americana</i>	Frassino americano
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frassino maggiore
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginco
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Gleditsia
<i>Juglans nigra</i>	Noce nero d'America
<i>Juglans regia</i>	Noce
<i>Larix decidua</i>	Larice
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Storace americano
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Albero dei tulipani
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia sempreverde
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	Abete d'acqua
<i>Picea abies</i>	Abete rosso
<i>Picea glauca</i>	Abete bianco
<i>Picea omorika</i>	Peccio di Serbia
<i>Picea sitchensis</i>	Peccio di Sitka
<i>Picea smithiana</i>	Peccio dell'Himalaya
<i>Picea sylvestris</i>	Pino silvestre
<i>Pinus cembra</i>	Cirmolo
<i>Pinus coulteri</i>	Pino di Coulter
<i>Pinus halepensis</i>	Pino d'Aleppo
<i>Pinus nigra</i>	Pino nero
<i>Pinus pinaster</i>	Pino marittimo
<i>Pinus pinea</i>	Pino domestico
<i>Pinus ponderosa</i>	Pino giallo
<i>Pinus sp.</i>	Pini
<i>Pinus strobus</i>	Pino strobo
<i>Pinus taeda</i>	Pino da incens
<i>Pinus wallichiana</i>	Pino Himalayano
<i>Platanus x hispanica</i>	Platano comune
<i>Platanus orientalis</i>	Platano orientale
<i>Populus sp.</i>	Pioppi
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Abete di Douglas
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	Noce del Caucaso
<i>Quercus sp.</i>	Querce
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Acacia
<i>Sequoia sempervirens</i>	Sequoia di California
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	Sequoia gigante
<i>Sophora japonica</i>	Acacia del Giappone
<i>Taxodium distichum</i>	Cipresso delle paludi
<i>Tilia sp.</i>	Tiglio
<i>Toona sinensis</i>	Mogano cinese
<i>Ulmus sp.</i>	Olmo

	Lastra di alluminio preverniciato giallo (vecchio)	0,45
	Lastra di alluminio preverniciato beige (vecchio)	0,45
	Lastra di alluminio preverniciato light blue (vecchio)	0,42
	Lastra di alluminio preverniciato grigio platino (vecchio)	0,41
	Lastra di alluminio preverniciato rosso (vecchio)	0,38
	Lastra di alluminio preverniciato verde imperiale (vecchio)	0,28
	Acciaio inossidabile (vecchio)	0,57
	Acciaio inossidabile bianco (vecchio)	0,49
	Acciaio inossidabile giallo (vecchio)	0,37
	Acciaio inossidabile grigio chiaro (vecchio)	0,33
	Acciaio inossidabile rosso (vecchio)	0,32
	Acciaio inossidabile blu scuro (vecchio)	0,28
	Acciaio inossidabile grigio scuro (vecchio)	0,27
	Acciaio inossidabile verde (vecchio)	0,21
	Lamiera ondulata verniciata con colori scuri	0,05 - 0,5
	Lamiera ondulata verniciata bianca	0,60-0,70
	Tetto metallico con vernice convenzionale scura	0,05-0,10
Pavimentazioni		
	Asfalto nuovo	0,05-0,1
	Asfalto stradale con rivestimento con pigmento a diossido di titanio (rivestimenti cool colored su tappeto di usura)	0,5
	Asfalto per parcheggi con rivestimenti cool colored su tappeto di usura	0,6
	Asfalto vecchio	0,2
	Asfalto colorato (aggiungendo nell'impasto inerti colorati come granito rosa, calcare, etc.)	0,2
	Asfalto rosa	0,17
	Asfalto luminoso	0,1
	Cemento Portland grigio nuovo	0,35
	Cemento Portland bianco	0,8
	Cemento colorato grigio scuro (vecchio)	0,26
	Cemento colorato grigio scuro con resina (vecchio)	0,13
	Cemento colorato grigio chiaro (vecchio)	0,49
	Cemento colorato grigio chiaro (vecchio)	0,27
	Cemento colorato rosso (vecchio)	0,37
	Cemento colorato rosso con resina (vecchio)	0,28
	Cemento colorato ocra (vecchio)	0,33
	Cemento colorato ocra con resina (vecchio)	0,23
	Masselli autobloccanti in calcestruzzo rosa	0,17
	Masselli autobloccanti in calcestruzzo drenante	0,2-0,3
	Ghiaia - NB: diverse sono le pietre naturali da cui trarre la ghiaia. Inserire l'albedo specifico di riferimento della pietra	0,10-0,7
	Sabbia	0,24-0,4
	Granito - varia in base al colore	0,19-0,45
	Pietra calcarea	0,3-0,45
	Ardesia	0,1
	Porfido	0,15
	Porfido rosa	0,16
	Ceramica grès	0,2-0,3
	Laterizio	0,3-0,4

	Ciotoli	0,21-0,45
	Marmo chiaro	0,54
	Basalto	0,15
	Suolo nudo - incolto	0,15
	Terra battuta e calcestre	0,4-0,6
	Strada sterrata	0,04
	Specchi d'acqua	1
Pigmenti colorati per finiture		
	Pigmento marrone	0,08
	Pigmento bianco	0,9
	Pigmento azzurro	0,4
	Pigmento Verde	0,2
	Pigmento nero	0,05
	Pigmento arancione	0,35
	Pigmento beige	0,35
Verde		
	Erba	1
	Alveolare inerbito permeabile (100% inerbito)	1
	Superfici orizzontali in ombra	1
Note		
In caso di coperture inclinate non andrà misurato lo sviluppo reale delle falde ma la loro proiezione sul terreno.		
Alle superfici orizzontali in ombra alle ore 12 del 21 giugno e alle superfici trattate a verde, per come dettagliato nell'art. 65, viene		
attribuito un coefficiente di albedo convenzionalmente pari a 1		

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

IMMAGINI

- pag. 08 imm. 01: <https://climate.copernicus.eu/esotc/2023>
- pag. 13 imm. 02: <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>
- pag. 15 imm. 04: <https://lignormaledeilarchitetture.com/2024/02/06/il-campus-di-paris-saclay-un-ecosistema-della-ricerca/>
- pag. 25 imm. 06: <https://www.archdaily.com/1011331/ang-sila-oyster-scaffolding-pavilion-chat-architects>
- pag. 31 imm. 08: <https://www.italiachecambia.org/2023/01/high-line-new-york-parco-pubblico/>
- pag. 41 imm. 13: <https://www.infoenergia.it/progetti/asilo-nido-a-guastalla-il-ventre-della-balena-di-cucinella/>
- pag. 47 imm. 14: <https://www.fondazionemichelagnoli.it/news/i-servizi-ecosistemici>
- pag. 51 imm. 16: <https://paesaggiorientino.it/urbanizzazione-e-consumo-di-suolo-in-trentino/cosa-succede-a-livello-provinciale/quante-aree-agricole-o-naturali-potrebbero-in-futuro-trasformarsi-in-aree-fortemente-antropizzate-4563-ids/>
- pag. 53 imm. 19: <https://www.today.it/foto/attualita/alluvione-in-spagna-decine-di-vittime-a-valencia#una-donna-guaida-fuori-dal-suo-balcone-gli-effetti-dell-alluvione-a-valencia-foto-la-presse.html>
- pag. 55 imm. 20: <https://www.iconaclima.it/estero/territorio-estero/sicita-usa-mead/>
- pag. 59 imm. 21: <https://edition.cnn.com/2023/01/14/europe/lutzeath-germany-coal-protests-climate-intl/index.html>
- pag. 73 imm. 22: <https://www.media.enea.it/comunicati-e-news/archivio-anni/anno-2022/acqua-siccita-i-20-consigli-enea-per-il-risparmio-idrico-ed-energetico.html>
- pag. 85 imm. 23, 24 e 25: <https://www.nyc.gov/site/escr/project-updates/gallery.page>
- pag. 99 imm. 26, 27 e 28: <https://www.latzundpartner.de/en/projekte/postindustrielle-landschaften/parco-dora-tutin-it/>
- pag. 103 imm. 29 e 30: <https://langarita-navarro.com/Casa-Hernandez>
- pag. 107 imm. 31 e 32: <https://www.archdaily.com/991473/wirkbau-chemnitz-roof-garden-meyer-grohbrugge>
- pag. 118 imm. 33: <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>
- pag. 120 imm. 35: <https://www.archdaily.com/985558/rachel-de-queiroz-park-architectus-s-s>
- pag. 122 imm. 36: <https://landezine.com/flood-zone-on-public-plaza-design-by-henning-larsen/>
- pag. 130 imm. 38: <https://www.archdaily.com/954115/pocket-park-on-xinhua-road-shanghai-shuishih>
- pag. 135 imm. 40: <https://livingroofs.org/gallery/home/biosolar-roof-solar-green-roofs/>
- pag. 143 imm. 41: <https://www.cronaca.comune.it/notizie/52978/panchine-cortevecchia-piazza-green-ferriara.html>
- pag. 151 imm. 42: <https://peterpichler.eu/projects-item/32-bonfiglioli-headquarters-bologna-italy/>