



PRATICARE LA TRANSIZIONE

Azioni di sistema per nuove comunità
energetiche e territoriali sostenibili

Modulo formativo: competenze interne

**Integrare vulnerabilità climatica e Servizi Ecosistemici
negli strumenti urbanistici**

Federica Gerla, Pianificatrice territoriale e ambientale, Università Iuav di Venezia

Le due domande di questa lezione

A

Come le nuove conoscenze (rischi climatici e servizi ecosistemici) possono essere efficacemente integrate nei processi di valutazione ambientale degli strumenti urbanistici?

B

Quali misure possono essere assunte negli strumenti urbanistici e regolativi per rendere le città più resilienti e incrementare la qualità dei contesti di vita urbana?

Agenda dell'intervento

INTRO

Il problema di fondo: perché il paradigma cambia

DOMANDA A

Integrare le nuove conoscenze negli strumenti piano

DOMANDA B

Le misure negli strumenti urbanistici e regolativi

SINTESI

Il cambio di mentalità: dalla conformità alla resilienza

Il problema di fondo

Dal clima alla città: la catena degli impatti

I cambiamenti climatici non agiscono in modo astratto: si traducono in fenomeni fisici concreti, osservabili e misurabili nei contesti urbani.



L'esito finale: questi fenomeni riducono la capacità degli ecosistemi urbani di erogare Servizi Ecosistemici (regolazione del microclima, drenaggio, qualità dell'aria) e compromettono direttamente il benessere fisico e psicologico di chi vive in città.

Le città non sono uno sfondo passivo dei cambiamenti climatici: sono il luogo dove le proiezioni globali diventano impatti misurabili sulla vita quotidiana.

+1,1°C

di riscaldamento globale già osservato rispetto all'epoca preindustriale

IPCC, AR6 Synthesis Report, 2023

68%

della popolazione mondiale vivrà in aree urbane entro il 2050

IPCC WGII, Cap. 6 Cities, 2022

+2°C

di riscaldamento locale aggiuntivo prodotto dall'isola di calore urbana

IPCC WGII, Cap. 6 Cities, 2022

Il clima è cambiato: tre stress critici per le città

ISOLE DI CALORE URBANE

Le superfici impermeabili e l'assenza di vegetazione aumentano le temperature urbane fino a +5°C rispetto alle aree rurali circostanti. Effetto amplificato dai cambiamenti climatici.

+5°C

scarto termico medio centro/periferia

Area rurale



Periferia



Centro urbano



Fonte: IPCC WGII AR6, Cap. 6, 2022

DEFLUSSO ACQUE SUPERFICIALI

L'impermeabilizzazione del suolo riduce l'infiltrazione e aumenta il rischio di allagamenti urbani. Piogge intense sempre più frequenti saturano le reti fognarie.

- 50%

capacità di infiltrazione del suolo impermeabilizzato

Suolo naturale



Suolo urbano



Fonte: ISPRA, Consumo di suolo, 2024

STRESS DELLA VEGETAZIONE

Siccità prolungate, ondate di calore e suoli degradati riducono la vitalità del verde urbano, compromettendo i Servizi Ecosistemici che eroga.

VHI < 40

soglia di stress vegetativo crescente, già rilevata nella provincia di Rimini

Media storica



Giugno 2026



Fonte: QCD Allegato 6 parte 5

Questi tre stress non sono separati: si amplificano a vicenda e richiedono una lettura integrata del territorio.

Perché conta: il legame con il benessere urbano

Isole di calore, deflussi e stress della vegetazione non sono solo fenomeni fisici: incidono direttamente sulla salute e sulla qualità della vita di chi abita la città.

IMPATTI SU SALUTE E BENESSERE

- Aumento della mortalità legata al calore, con impatto maggiore su anziani, bambini e persone con patologie pregresse
- Riduzione della qualità dell'aria nelle ondate di calore, con effetti su patologie respiratorie e cardiovascolari
- Calo del benessere psicologico e della coesione sociale per perdita di spazi verdi fruibili e accessibili
- Aumento dei costi sanitari ed economici legati agli eventi estremi e alla loro gestione

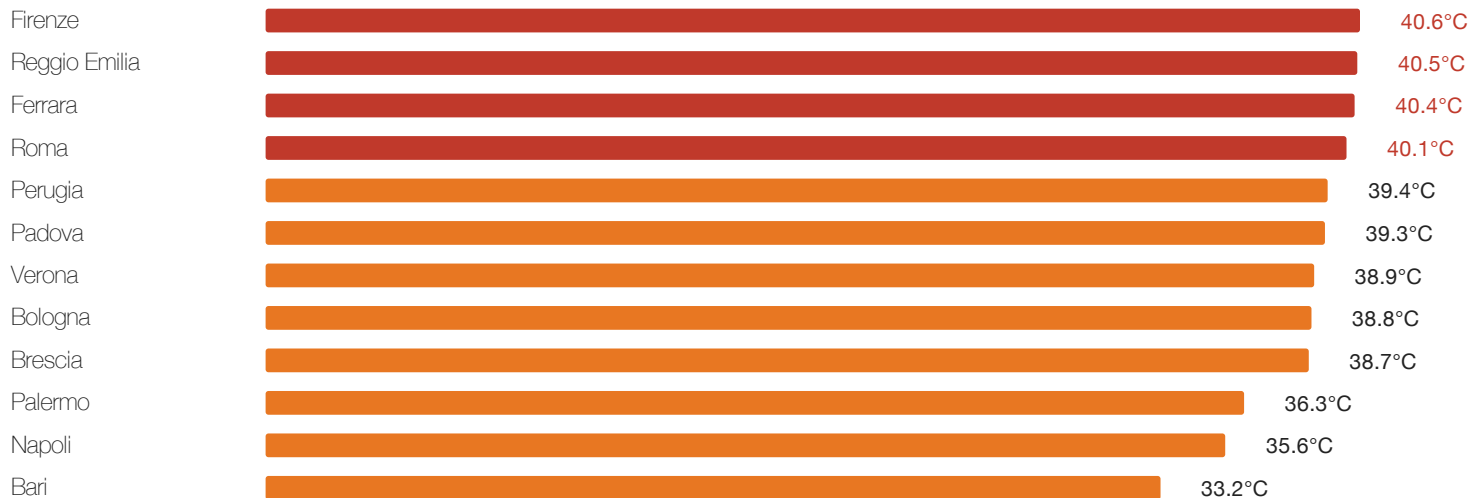
IL RUOLO DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

- Regolazione del microclima: il verde urbano riduce le temperature locali e mitiga l'isola di calore
- Regolazione idrologica: suoli permeabili e vegetazione assorbono le piogge intense e riducono gli allagamenti
- Qualità dell'aria: la vegetazione cattura inquinanti e produce ossigeno, riducendo l'esposizione respiratoria
- Servizi culturali e ricreativi: gli spazi verdi favoriscono attività fisica, socialità e salute mentale

Quando il tessuto urbano perde capacità di erogare questi servizi, gli impatti climatici si traducono direttamente in perdita di benessere collettivo: per questo la valutazione ambientale degli strumenti urbanistici deve integrare entrambe le dimensioni.

L'ondata di calore di fine giugno 2026: i dati

Le temperature massime registrate nelle principali città italiane confermano, con dati reali, i fenomeni descritti: un'ondata di calore prolungata, tra le più intense mai rilevate, con effetti diretti sulla salute pubblica.



CONTESTO

18 città in bollino rosso
il 28-29 giugno

Picco domanda
elettrica: 58,2 GW,
massimo storico 2026

Oltre 1.300 morti in
eccesso in Europa dal
21 giugno (OMS)

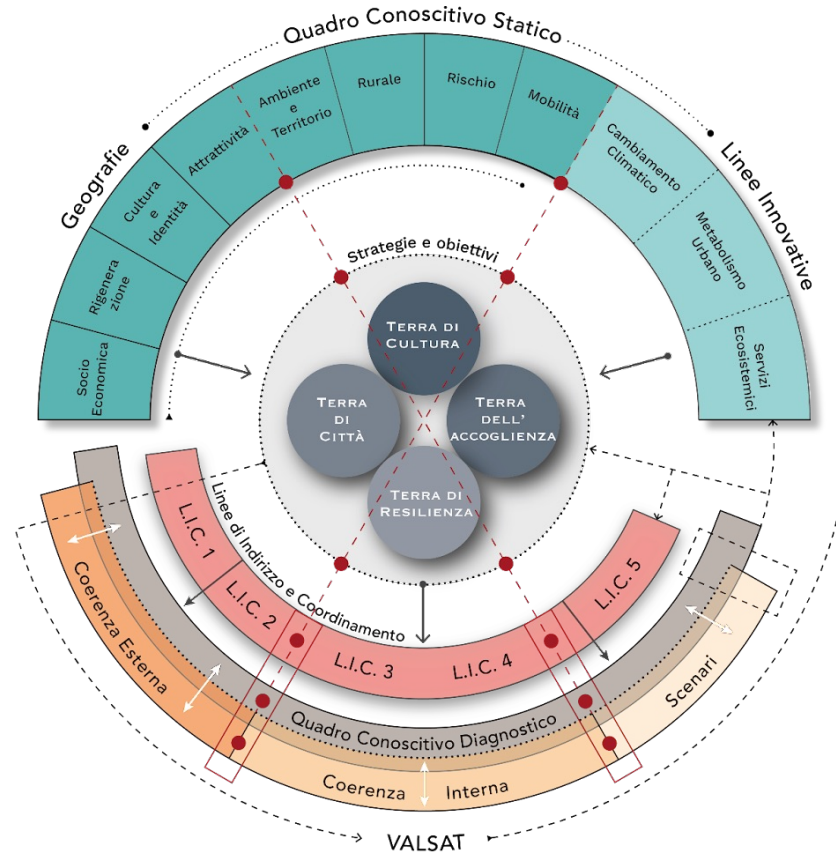
Bolzano: notte più
calda dal 1956
(minima 25,4°C)

Temperature massime rilevate il 29 giugno 2026. Le città in rosso hanno superato i 40°C, soglia critica per stress termico acuto.

Integrare le nuove conoscenze

Come rischi climatici e Servizi Ecosistemici entrano nel processo di valutazione ambientale degli strumenti urbanistici

Il caso del PTAV di Rimini: struttura generale



Le «nuove conoscenze»: di cosa parliamo e schema di funzionamento

Vulnerabilità climatica e Servizi Ecosistemici non sono due temi paralleli da trattare separatamente: nei processi di pianificazione più avanzati entrano insieme, nello stesso impianto conoscitivo e valutativo, come due letture dello stesso territorio.

1

Si mappa la vulnerabilità climatica

Isole di calore, impermeabilizzazione del suolo, rischio idraulico e stato del verde vengono restituiti come quadro conoscitivo obbligatorio, non come approfondimento facoltativo: la base su cui ogni valutazione successiva si fonda.

2

Si individuano i Servizi Ecosistemici da proteggere

Per ogni vulnerabilità identificata si associano i Servizi Ecosistemici che la mitigano, regolazione del microclima, ciclo idrologico, qualità dell'aria, trasformandoli in target misurabili da raggiungere o preservare, non in benefici generici.

3

Si traducono in indicatori di resilienza

Esempio: gli indicatori tradizionali di consumo di suolo lasciano spazio a indicatori che misurano l'effettivo miglioramento della capacità del territorio di rispondere allo stress climatico: riduzione delle temperature superficiali, aumento della permeabilità, incremento della vitalità del verde.

Il risultato non è un doppio binario di analisi, ma un'unica lettura integrata: la mappa del rischio diventa anche la mappa delle priorità di intervento.

Le criticità climatiche indagate

Il Quadro Conoscitivo indaga due sfere di riferimento per i cambiamenti climatici: il calore e l'acqua, da cui derivano tre criticità spazializzate a scala provinciale.

ISOLE DI CALORE URBANE

6.000+ ha

sopra 30°C nei giorni più caldi dell'anno

Gradiente termico tra superfici artificiali e sistema rurale circostante. Le maggiori estensioni vulnerabili si registrano a Cattolica, Riccione, Bellaria-Igea Marina, Morciano di Romagna e Misano Adriatico.

DEFLUSSO SUPERFICIALE

fino al 16,7%

di superficie comunale a deflusso limitato nei casi più critici

Le criticità maggiori si concentrano nei comuni costieri, dove la maggiore impermeabilizzazione del suolo limita l'infiltrazione delle piogge intense.

STRESS IDRICO E TERMICO

VHI < 40

soglia di stress vegetativo crescente

Indice di salute della vegetazione (VHI) da telerilevamento Copernicus, incrociando temperatura superficiale (LST) e contenuto di clorofilla (NDVI).

IL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI RIMINI

27 Comuni

dalla costa adriatica alla dorsale appenninica, circa 341.000 abitanti

Morfologia

fascia costiera densa, primo entroterra collinare, Alta Valmarecchia montana

69% costa

della popolazione vive nei Comuni della riviera, con la massima densità abitativa e di consumo di suolo

Economia

turismo balneare e congressuale sulla costa, agricoltura e produzioni tipiche nell'entroterra

Metodologia

Il PTAV costruisce le mappe di criticità climatica attraverso un processo strutturato di analisi geospaziale.

1

Acquisizione dati satellitari

Immagini Landsat-8 selezionate per anno, mese, temperatura media giornaliera e assenza di nuvolosità, per cogliere i momenti di massimo stress climatico.

2

Calcolo degli indici

NDVI (vigore della vegetazione), LST (temperatura superficiale riflessa), VCI e TCI, combinati nel Vegetation Health Index (VHI) per leggere lo stress idrico e termico.

3

Simulazione del deflusso

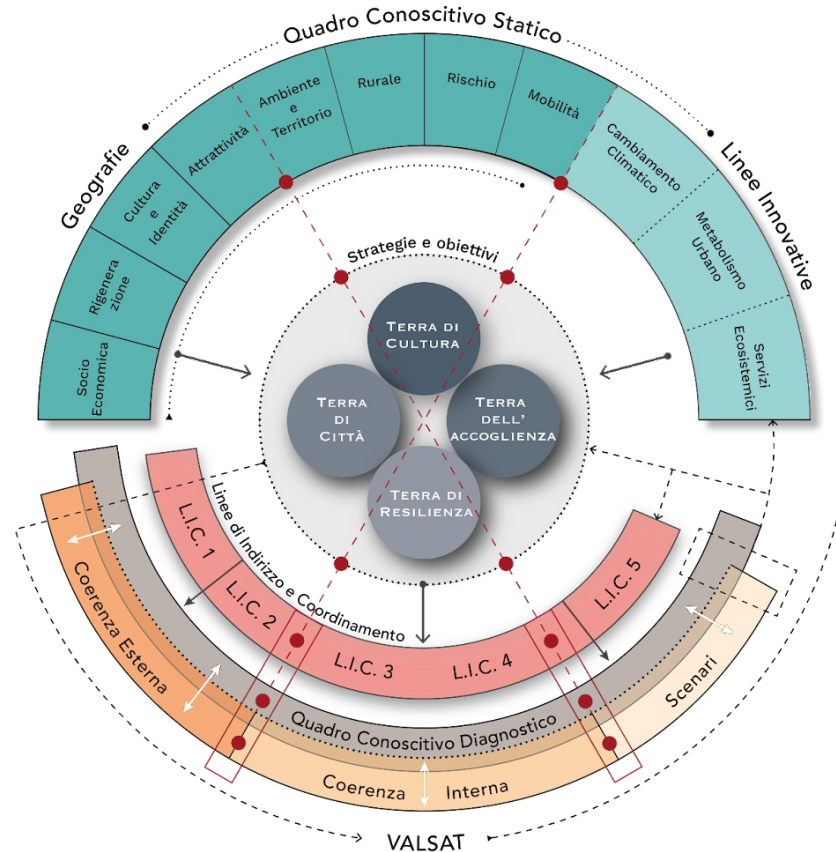
Indice di vulnerabilità idraulica basato sul Curve Number (impermeabilizzazione del suolo) incrociato con la morfologia del terreno (pendenze, depressioni, avvallamenti).

4

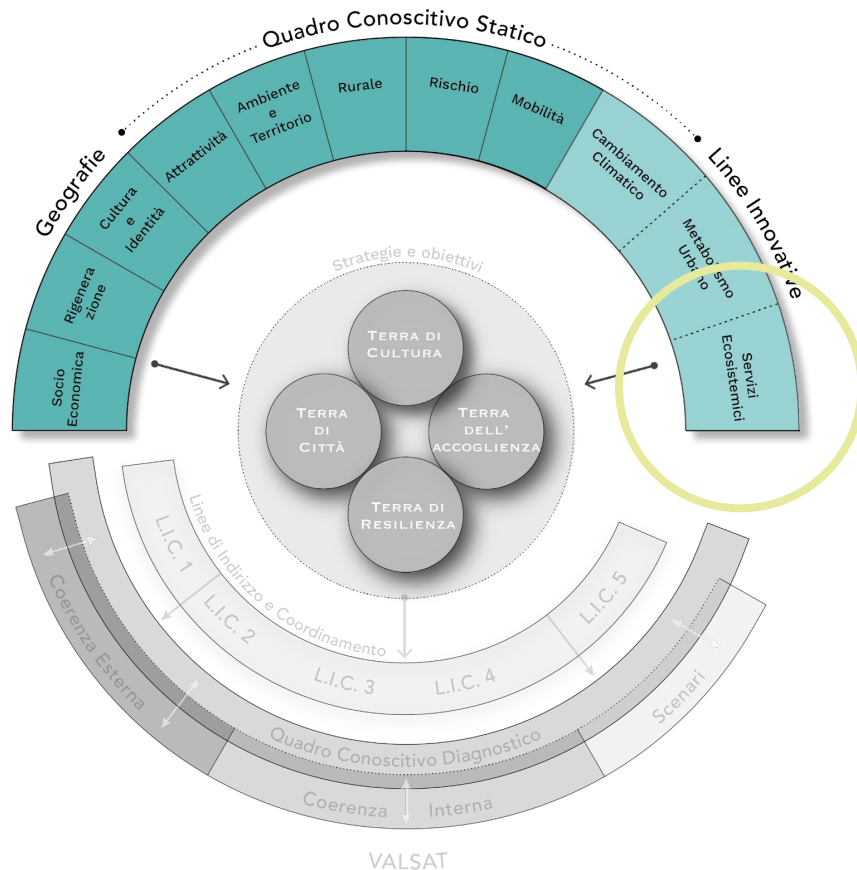
Spazializzazione e mappatura

I risultati vengono restituiti nella Tavola 06 e nella Tavola 13 del QCD e confluiscono nella Carta delle Strategie come base conoscitiva obbligata per la pianificazione locale.

Il caso del PTAV di Rimini: struttura generale



Il caso del PTAV di Rimini: struttura generale



Definizione e 4 categorie SE

I benefici multipli (beni e Servizi) che gli ecosistemi forniscono all'uomo, direttamente o indirettamente.

Approvvigionamento

Cibo
Acqua
Legno
Fibre
Combustibili
Materie prime

Regolazione

Clima
Ciclo idrico
Qualità aria
Mitigazione eventi estremi

Supporto alla vita

Ciclo nutrienti
Formazione suolo
Impollinazione
Biodiversità

Culturali

Valori estetici
Valori ricreativi
Valori spirituali
Valori Identitari
Valori Educativi



La dimensione giuridica: perché sono obbligatori

- Direttive UE (Strategia Biodiversità 2030): integrazione SE in tutti gli strumenti di governo del territorio
- LN 221/2015 (green economy): basi per valutazione e remunerazione SE a livello nazionale
- LR 24/2017, Art. 42 c.3 e): alle Province spetta individuare i SE forniti dai sistemi ambientali nel proprio territorio
- PTAV Rimini: i SE entrano nelle VALSAT come indicatori di processo OBBLIGATORI
- Conseguenza pratica: un PUG senza valutazione SE non è conforme al PTAV

Fonte: Allegato 8, par. 2 ValSAT PTAV, par. 10.1 (Indicatore 14: Valenza ecosistemica)

SERVIZI ECOSISTEMICI

La metodologia regionale (GRUPPO CREN) individua 11 SE:

- Regolazione della CO₂
- Produzione agricola
- Produzione forestale
- Regolazione del regime idrologico
- Purificazione dell'acqua
- Protezione dagli eventi estremi
- Controllo dell'erosione
- Regolazione del microclima
- Impollinazione
- Servizio ricreativo
- Servizio qualità dell'habitat

Integrazione del CC e dei SE nel piano

CAMBIAMENTI
CLIMATICI

SERVIZI
ECOSISTEMICI

DOCUMENTI DI
PIANO

quadro conoscitivo

quadro conoscitivo
diagnostico

linee di indirizzo e
coordinamento

Integrazione del CC e dei SE nel piano

CAMBIAMENTI
CLIMATICI

SERVIZI
ECOSISTEMICI

DOCUMENTI DI
PIANO

quadro conoscitivo

quadro conoscitivo
diagnostico

linee di indirizzo e
coordinamento

FUNZIONE

stato dell'arte + relazione con le
geografie

monitoraggio

suggerimenti norme e tutele

L'integrazione negli strumenti
urbanistici e regolativi

L'integrazione conoscitiva



Come cambia con le nuove conoscenze climatiche:

SCOPING

Includere obbligatoriamente: isole di calore, impermeabilizzazione, SE, connettività ecologica

QUADRO CONOSCITIVO

Mappe di vulnerabilità climatica come base obbligatoria, non come opzione

VALUTAZIONE EFFETTI

Sostituire indicatori tradizionali con indicatori di resilienza (es. aumento permeabilità, riduzione UHI)

MONITORAGGIO

Verificare che le misure raggiungano i target SE definiti nella Valsat

L'integrazione normativa

Le criticità climatiche non restano un'analisi del Quadro Conoscitivo: diventano disposizioni vincolanti che attraversano l'intero impianto normativo del piano.

Art. 4.1

Principi generali

Il Ptav indirizza i Comuni a sviluppare politiche di decarbonizzazione e trasformazioni urbanistiche coerenti con i livelli di rischio, controbilanciate da misure di mitigazione e adattamento.

Art. 4.2

Sicurezza del territorio

Compone il quadro generale dei rischi (Tav. 06 QCD) indagando in particolare le aree urbane esposte a temperature elevate e deflusso limitato, e le aree extraurbane soggette a stress idrico e termico.

Art. 4.3 / 4.4

Resilienza del territorio aperto e urbanizzato

I Comuni individuano i suoli indisponibili alle trasformazioni in base alla funzionalità ecosistemica. Nei territori urbanizzati, i Pug orientano la rigenerazione verso permeabilità, naturalità dei corsi d'acqua, NbS e SuDS.

Art. 2.2 c.9

Valutazioni ambientali e Valsat

Il bilancio ecosistemico positivo, comprensivo della valutazione climatica, diventa condizione di ammissibilità per ogni trasformazione territoriale, dagli strumenti attuativi fino alla dimensione edilizia.

L'effetto pratico: un Pug che non valuta vulnerabilità climatica e Servizi Ecosistemici non è conforme al Ptav. La conformità diventa lo strumento che obbliga davvero l'integrazione.

L'integrazione normativa: dal Ptav ai Pug comunali. Linea di Lavoro per i comuni

1

Quadro SE prioritario per fascia

L'Allegato 8 indica quali Servizi Ecosistemici ogni Comune deve mappare in via prioritaria, in base alla propria fascia di appartenenza (Costa, Pianura-fascia intermedia, Collina-Appennino).

2

Individuazione delle valenze

Il Comune individua aree a diversa valenza ecosistemica: elevata, intermedia, bassa (Tav. 15 + Allegato 8), partendo dal quadro Ptav e dalle coperture vettoriali disponibili.

3

Censimento del verde e del suolo

Si censiscono verde urbano, aree libere intercluse o di frangia, aree impermeabili desigillabili (Art. 2.4 c.7 DR).

4

Identificazione delle criticità climatiche

Si identificano le criticità dei Servizi Ecosistemici legate ai cambiamenti climatici: isole di calore, stress idrico-termico, aree a deflusso limitato (Art. 4.2 c.7 DR).

Le misure negli strumenti urbanistici e regolativi

Quali misure rendono le città più resilienti e migliorano la qualità dei contesti di vita urbana?

Misure negli strumenti urbanistici generali (PUG)

Le misure che il PUG adotta come obiettivi strutturali, vincolanti per l'intero territorio comunale.

01 Invarianti ecologiche strutturali

Il PUG individua corridoi ecologici, aree umide e foreste urbane come elementi non trasformabili, non come vincoli residuali ma come infrastruttura del territorio.

Es.: corridoi del Torrente Conca e aree umide del Marecchia, individuati come invarianti nella Carta delle strategie.

02 Indici di permeabilità minimi per ambito

Ogni zona omogenea ha un indice di permeabilità minimo obbligatorio, differenziato per fascia (costa, pianura, collina) sulla base della vulnerabilità climatica.

Es.: soglia minima del 30% nei Comuni costieri ad alta impermeabilizzazione (Rimini, Riccione, Cattolica).

03 Standard ecologici qualitativi

Non solo quantità di verde (m^2 /abitante) ma qualità: composizione floristica, connettività, profondità del substrato, capacità di erogare SE specifici.

Es.: alberature stradali con specie autoctone e sesto d'impianto definito nelle nuove urbanizzazioni di costa.

04 Target SE al 2035 come obiettivi di piano

I target definiti nel Ptav (es. -4% temperatura superficiale, saldo zero consumo suolo) diventano obiettivi vincolanti nella Valsat del PUG.

Es.: riduzione delle isole di calore di Cattolica, Riccione e Bellaria-Igea Marina, i Comuni più esposti.

Dalla vulnerabilità alla misura: la matrice operativa

Ogni vulnerabilità individuata dal PUG si traduce in una misura e nello strumento di piano che la rende operativa.

VULNERABILITÀ	MISURA NBS	DOVE SI INSERISCE
ISOLA DI CALORE	Verde profondo, alberature stradali, tetti/pareti verdi, pergolati	NTA, procedimenti unici e schede attuative AO
DEFLUSSO ACQUE	SuDS, pavimentazioni permeabili, giardini della pioggia, invarianza idraulica	NTA, , procedimenti unici, accordi operativi, regolamento idraulico
STRESS VEGETAZIONE	Specie autoctone resistenti alla siccità, substrato ≥ 60 cm, irrigazione da recupero	Valsat, capitolato verde
IMPERMEABILIZZAZIONE	Indice di permeabilità min 30%, de-sigillatura aree dismesse	NTA, procedimenti unici, AO come condizione ammissibilità
PERDITA SE	Bilancio ecosistemico positivo, crediti SE per compensazione	NTA, Valsat, AO, procedimenti unici, accordi di programma

Esempio: Cattolica (isola di calore + deflusso limitato) → alberature stradali e pavimentazioni permeabili in un Accordo Operativo.

Dalla vulnerabilità alla misura: i dispositivi di adattamento

Le stesse misure lette per contesto territoriale: urbano, industriale, agricolo-periurbano.

AREA	MISURE PRINCIPALI	EFFETTI ATTESI
URBANA	Infrastrutture verdi/blu, <i>cool materials</i> , fontane, giardini della pioggia, tetti verdi, parcheggi verdi <i>Es.: lungomare e piazze pedonali di Rimini e Riccione.</i>	Riduzione temperature, gestione sostenibile acque pluviali, attrattività spazio pubblico
INDUSTRIALE	Boschi periurbani, filari frangivento, bacini di ritenzione, vasche di espansione, parcheggi verdi <i>Es.: aree produttive sovrallocali di Santarcangelo e Coriano.</i>	Abbassamento temperature, gestione piene intense, sicurezza idraulica
AGRICOLA / PERIURBANA	Masse vegetate, parcheggi verdi ombreggiati, SuDS, sistemi di stoccaggio acqua <i>Es.: fascia periurbana della Valconca e del primo entroterra collinare.</i>	Salute pubblica, riduzione ruscellamento, invarianza idraulica

ATTENZIONE: IL RISCHIO DI MALADATTAMENTO

Una misura scelta senza una lettura corretta della vulnerabilità può aggravare il problema invece di risolverlo: pavimentazione drenante posizionata dove le acque drenano verso fondazioni instabili, verde ornamentale irriguo in zone a stress idrico elevato, specie esotiche con scarsa resistenza alla siccità. La diagnosi della vulnerabilità deve sempre precedere la scelta della misura.

Rigenerazione urbana: la leva per il suolo e per il clima

Il PTAV assume riuso e rigenerazione come alternativa strutturale al consumo di nuovo suolo, integrando gli obiettivi climatici ed ecosistemici.

01 Riuso prima del nuovo suolo

Le nuove attività si insediano prioritariamente nel patrimonio esistente; il consumo di suolo diventa residuale ed eccezionale.

Es.: catalogo digitale provinciale degli edifici e dei luoghi della rigenerazione

02 Bilancio ecosistemico positivo

Ogni intervento deve raggiungere un bilancio ecosistemico positivo, comprensivo della valutazione climatica.

Es.: condizione richiesta anche in Accordi Operativi e procedimenti unici

03 NbS nella rigenerazione

Permeabilità, naturalità dei corsi d'acqua e infrastrutture verdi e blu orientano la rigenerazione dei territori urbanizzati.

Es.: recupero della naturalità di fiumi e canali tombati per ridurre gli allagamenti urbani

04 Saldo zero al 2035

Il consumo di suolo zero è l'obiettivo anticipato del Piano, con la rigenerazione come leva principale per raggiungerlo.

Es.: priorità al recupero delle aree costiere con tessuti obsoleti o a rischio

Sintesi: il nuovo paradigma della pianificazione

La pianificazione territoriale evolve da un approccio conformativo (zonizzazione statica) a uno strategico-adattivo, dove la variabile climatica ed ecosistemica è strutturale.

01 Variabile sistemica

Il clima e i Servizi Ecosistemici non sono un "settore", ma la matrice che ridefinisce le priorità dei valori da preservare.

02 Inversione di scelte

Reti verdi vs reti grigie; riuso vs occupazione di nuovo suolo; gestione della domanda vs dell'offerta di mobilità e risorse.

03 Obbligatorietà normativa

Dal Ptav ai Pug: il bilancio ecosistemico positivo diventa condizione di ammissibilità per ogni trasformazione territoriale.

PRIMA

Zonizzazione statica e conformativa, per settori separati



ORA

Clima e Servizi Ecosistemici come variabile strutturale e strategico-adattiva

DOMANDA A

“Come le nuove conoscenze (rischi climatici e Servizi Ecosistemici) possono essere efficacemente integrate nei processi di valutazione ambientale degli strumenti urbanistici?”

Risposta

Entrano nel quadro conoscitivo come base obbligatoria: vulnerabilità climatica e Servizi Ecosistemici si leggono insieme, diventano indicatori di resilienza e guidano scoping, valutazione degli effetti e monitoraggio della Valsat.

DOMANDA B

“Quali misure possono essere assunte negli strumenti urbanistici e regolativi per rendere le città più resilienti e incrementare la qualità dei contesti di vita urbana?”

Risposta

Misure strutturali nel PUG, tradotte in una matrice vulnerabilità e rese vincolanti tramite Accordi Operativi, compensazioni (con la rigenerazione come leva prioritaria rispetto al nuovo consumo di suolo)

Si ringrazia per l'attenzione

Progetto realizzato grazie ai Fondi Europei della Regione Emilia-Romagna:



Promosso da:



Con il patrocinio di:



In collaborazione con:



ANNO VANTO COOPERAZIONE UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DEPARTAMENTO DI CHIMICA ANALITICA E TOSSICOLOGIA

