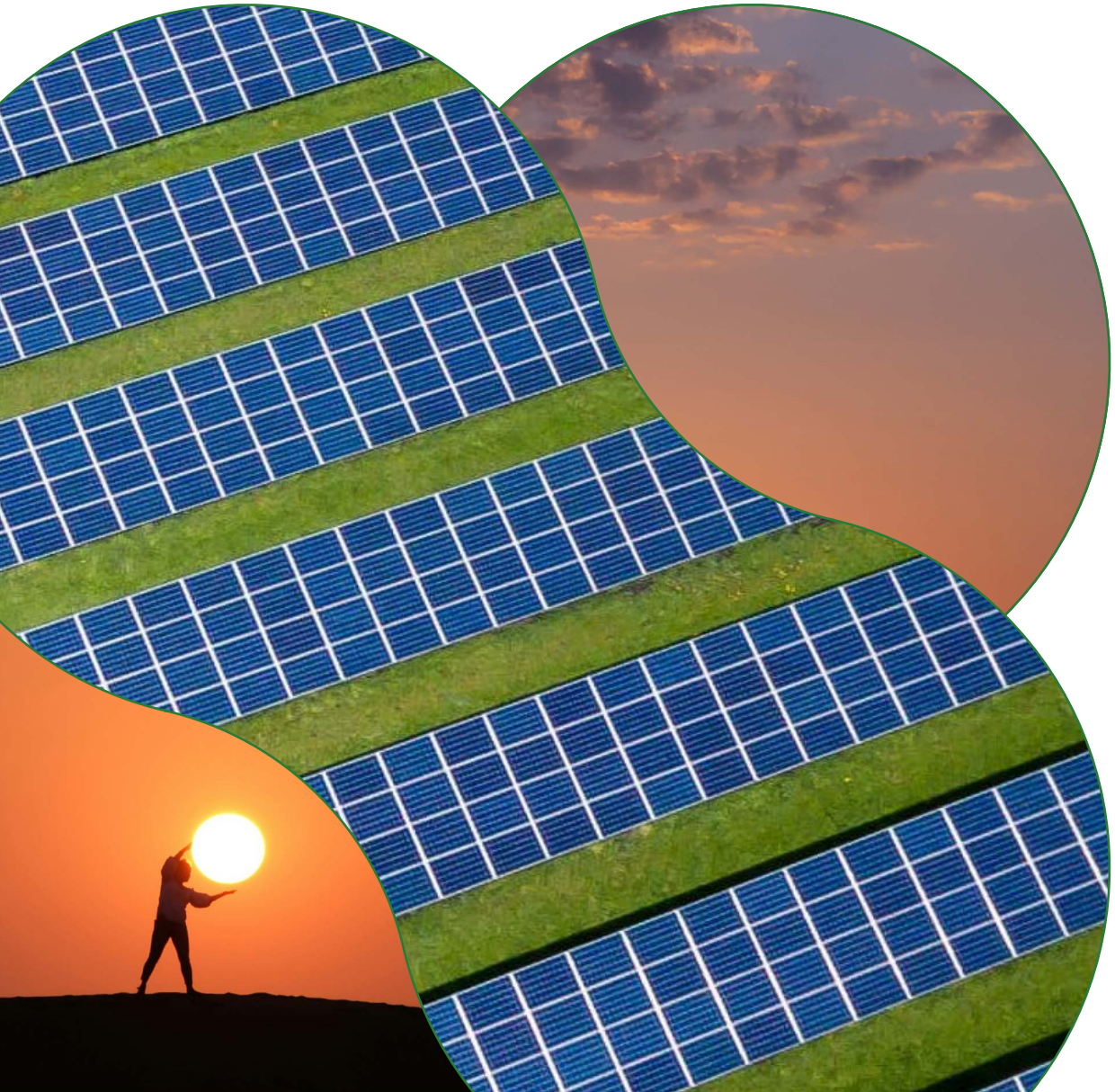


Linee guida per l'inserimento paesaggistico degli **impianti fotovoltaici a terra e agrivoltaici**

Regione Lombardia

Regione Lombardia

Assessore Territorio e Sistemi verdi: Gianluca Comazzi
Direzione Generale Territorio e Sistemi verdi
Direttore generale: Maria Vittoria Fregonara

Gruppo di lavoro
Responsabile di progetto: Sandra Zappella
Sergio Appiani, Stefania Barbieri, Diego Casiraghi, Cinzia Pedrotti, Chiara Penco, Antonella Pivotto, Giuliana Spadaro Dutturi

In collaborazione con:

FLA
FONDAZIONE LOMBARDIA PER L'AMBIENTE

Responsabile di progetto: Fabrizio Piccarolo

Gruppo di lavoro
Fabrizio Ottolini, Manuela Panzini, Benedetta Broggi, Valerio Rigamonti

Si ringraziano per i contributi forniti le seguenti direzioni di Regione Lombardia:
Direzione Generale Enti Locali, Montagna, Risorse Energetiche, Utilizzo Risorsa Idrica
Direzione Generale Agricoltura, sovranità alimentare e foreste
Direzione Generale Ambiente e clima
Direzione generale Territorio e Sistemi verdi - Struttura Parchi e aree protette

Indice

1. Introduzione....4
2. Inquadramento normativo nazionale e regionale di settore....6
3. Impianti fotovoltaici e impianti agrivoltaici....8
4. Impatti paesaggistici e principi per l'integrazione nel paesaggio....9

4.1 Leggere e valutare il paesaggio e il territorio....13
4.1.1 I Sistemi territoriali e i paesaggi di Lombardia....13
4.1.2 La trama paesaggistica, lettura per elementi del paesaggio lombardo....14
4.1.3 La lettura della struttura paesaggistica dalla scala regionale a quella locale....18
4.1.4 Gli elementi alla scala sovracomunale - scala intermedia....21

5. Il sito e l'approccio progettuale - scala locale....23

5.1 Paesaggi della pianura....25
5.2 Paesaggi della pianura - valli fluviali....27
5.3 Paesaggi della montagna e della collina....29

6. Componenti e inserimento paesaggistico....30

6.1 Strutture di sostegno delle tessere fotovoltaiche....31
6.2 Mitigazione vegetazionale....33
6.3 Recinzioni....35
6.4 Strade e percorsi....36
6.5 Manufatti tecnologici....37
6.6 Impianto di illuminazione e fenomeno dell'abbagliamento....38
6.7 Fondazioni e interazioni con il suolo....39
6.8 Impianti fotovoltaici e biodiversità....40

7. Alcuni riferimenti....41
8. Riferimenti e bibliografia....44

1. Introduzione

In sintesi



TRANSIZIONE ENERGETICA

La crescente necessità di produzione di energia da fonti rinnovabili apre nuove sfide territoriali e paesaggistiche.



RUOLO DEL FOTOVOLTAICO

Gli impianti fotovoltaici rappresentano una delle principali soluzioni per raggiungere gli obiettivi energetici europei e nazionali.



OBIETTIVO DEL DOCUMENTO

Fornire indicazioni metodologiche e progettuali per l'inserimento paesaggistico degli impianti fotovoltaici e agrivoltaici.



STRUMENTO OPERATIVO

Il documento supporta progettisti ed enti locali nella valutazione e progettazione degli impianti nel territorio lombardo.

Finalità del documento

Le indicazioni contenute nel presente documento sono definite sulla base dell'esperienza di valutazione delle opere di competenza statale e regionale in capo alla U.O. Programmazione Territoriale e Paesistica di Regione Lombardia, desunte dall'analisi di best practices di valutazioni di impatto ambientale (VIA), nonché da linee guida e studi condotti a livello nazionale e internazionale.

Scopo delle presenti linee guida non è quello di fornire soluzioni standardizzate da applicare indistintamente ad ogni intervento, ma di stimolare una riflessione e una maggiore attenzione verso l'inserimento degli impianti nei differenti contesti paesaggistici contemperando la diffusione degli impianti da fonti rinnovabili con le esigenze di tutela dell'ambiente, del paesaggio, del patrimonio culturale e delle attività agroalimentari, nel rispetto della pianificazione territoriale regionale vigente

La transizione energetica e le nuove sfide territoriali

La crescente necessità di accelerare il raggiungimento degli obiettivi di produzione di energia da fonti rinnovabili già fissati con la Direttiva (UE) 2018/2001 – REDII e confermati con il D.Lgs. 190/2024 - apre un nuovo paradigma energetico che impone la definizione di nuove sfide a scala territoriale, nell'ottica di garantire un adeguato bilanciamento tra il processo di transizione energetica e la necessità di limitare gli impatti di tali impianti sul paesaggio regionale. Tale bilanciamento risulta altresì necessario anche in considerazione dell'obiettivo minimo, assegnato a Regione Lombardia, di potenza nominale aggiuntiva al 2030 pari a 8.766 MW (allegato C bis al D.lgs. 190/2024).

Il ruolo del fotovoltaico nella produzione di energia rinnovabile

La produzione di energia tramite impianti fotovoltaici costituisce una delle principali modalità per assolvere alla produzione da fonti rinnovabili richiesta a livello europeo e a livello nazionale.

Dalle analisi svolte nell'ambito della pianificazione energetica regionale, la realizzazione di impianti in aree degradate, dismesse, di cava, sulle coperture degli edifici, sugli specchi d'acqua, quali per esempio laghi di cava, nei parcheggi o, ancora, in aree residuali lungo i tracciati infrastrutturali, piuttosto che su barriere antirumore o pensiline[1], pur essendo sempre preferibile all'installazione su aree agricole o comunque non urbanizzate, non risulta sufficiente al raggiungimento dell'obiettivo imposto dalla norma statale, pari a oltre 8 GW di potenza al 2030.

La necessità di criteri di integrazione paesaggistica

Considerando che gli impianti fotovoltaici a terra e agrivoltaici, per loro natura, si sviluppano su considerevoli superfici, modificando la percezione del territorio e i caratteri di qualità del sistema ambientale e paesaggistico, è necessario proporre un orientamento alla progettazione e alla valutazione che sappia indirizzare il progetto verso obiettivi di maggiore coerenza con il territorio in cui si inseriscono, tenendo conto degli elementi di valore storico-architettonico, culturale, ambientale e identitario.
In tale ottica, si forniscono elementi di attenzione progettuale volti a conciliare la necessità di produzione di energia da fonti rinnovabili con la minimizzazione degli impatti paesaggistici.

Obiettivo e ambito del documento

Il documento non ha lo scopo di rinnovare la materia, ma si pone l'obiettivo di mettere a sistema gli elementi di approccio progettuale già proposti nelle valutazioni regionali, così come derivati dalla letteratura in materia e dalle esperienze maturate da altre regioni italiane e stati europei.
Il tutto al fine di fornire uno strumento operativo, rivolto sia ai progettisti degli impianti che agli Enti Locali, chiamati a valutare i progetti e gli impatti di tali interventi nei singoli contesti territoriali. Per gli impianti assoggettati a procedimenti in materia di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) è inoltre necessario che, sin dalle prime fasi di progettazione,oltre al tema paesaggio, siano contemperati gli impatti sulle singole componenti ambientali interessate dall'intervento (suolo, acqua, microclima, biodiversità, ecc.).

Il contesto territoriale lombardo

Inevitabilmente, la definizione di alcuni elementi di sostenibilità paesaggistica dei progetti si fonde con il richiamo sia alle componenti più generali del sistema fisico e ambientale lombardo (sintetizzate nei sette Sistemi territoriali del Piano Territoriale Regionale), sia alle componenti sito specifiche che contraddistinguono il territorio regionale attraverso la schematizzazione e la lettura semplificata degli elementi che ne caratterizzano il paesaggio. Resta evidente la consapevolezza della impossibilità di fornire soluzioni standardizzate, "ripetibili" nei differenti contesti di riferimento, perché gli impatti sul paesaggio devono essere valutati localmente, con la messa a punto di forme di attenzione derivanti dalla lettura dei caratteri specifici del contesto di riferimento.

Responsabilità nella progettazione e valutazione degli impianti

Risulta fondamentale sensibilizzare tutti i soggetti coinvolti nella progettazione e nell'approvazione degli impianti circa le criticità connesse al loro inserimento nel territorio e sulle misure di mitigazione da adottare in fase progettuale, al fine di garantire la migliore integrazione possibile con il contesto paesaggistico di riferimento.

[1] L'impatto paesaggistico risulta meno significativo, e talvolta nullo, laddove gli impianti fotovoltaici sono collocati in insediamenti produttivi esistenti, cave, discariche, aree urbane degradate, lungo arterie stradali o tracciati ferroviari. In tali casi, gli effetti sul paesaggio sono più neutri, pur richiedendo comunque valutazioni sito-specifiche per verificarne l'incidenza sul contesto.

2. Inquadramento normativo nazionale e regionale di settore

Si riportano di seguito i principali atti normativi di livello nazionale e regionale vigenti al momento dell'elaborazione del presente documento.

Normativa nazionale

D.Lgs. 190/2024 - Disciplina dei regimi amministrativi per la produzione di energia da fonti rinnovabili, in attuazione dell'articolo 26, commi 4 e 5, lettera b) e d), della legge 5 agosto 2022, n. 118. (24G00205)

Il Decreto, in attuazione della legge 5 agosto 2022, n. 118, definisce i regimi amministrativi per la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, per gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale degli stessi impianti, nonché per le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dei medesimi impianti.

Il Decreto persegue, anche nell'interesse delle future generazioni, la massima diffusione degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili mediante la razionalizzazione, il riordino e la semplificazione delle procedure in materia di energie rinnovabili e il loro adeguamento alla disciplina dell'Unione europea, nel rispetto della tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, dei beni culturali e del paesaggio.

Per la realizzazione degli interventi sono individuati, quali regimi amministrativi: a) attività libera; b) procedura abilitativa semplificata; c) autorizzazione unica, prevedendo che tali regimi amministrativi permettano l'equa ripartizione nella diffusione delle fonti rinnovabili sul territorio, tenendo conto , nell'ubicazione dei suddetti impianti, delle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, di cui alla legge 5 marzo 2001, n. 57, e dell'articolo 14 del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 228.

Con le modifiche apportate dal D.L. 175/2025, il D. Lgs. 190/2024 si è dotato dell'art. 11-bis, con cui lo Stato ha individuato le aree idonee ex lege e ha indicato i princìpi e i criteri con cui le regioni predispongono la propria legge per l'individuazione delle aree idonee.

Gli allegati A, B e C, che costituiscono parte integrante del decreto, individuano gli interventi realizzabili, rispettivamente, secondo il regime dell'attività libera, della procedura abilitativa semplificata e dell'autorizzazione unica.

Normativa regionale

Legge regionale 21 maggio 2026 - n. 10 - Determinazione delle aree idonee alla realizzazione di impianti da fonti rinnovabili ai sensi del d.lgs. 190/2024

La legge regionale n. 10/2026 individua, nel territorio lombardo, le aree idonee alla realizzazione degli impianti da fonti rinnovabili, di cui all'articolo 11 bis, commi 3 e 4, del decreto legislativo 25 novembre 2024, n. 190 al fine di conseguire l'obiettivo finale al 2030 di potenza aggiuntiva, rispetto a quella installata al 31 dicembre 2020, indicato nell'allegato C bis al d.lgs. 190/2024, pari a pari a 8,766 GW.

La legge attua i principi generali di cui all'articolo 2 del d.lgs. 190/2024, contemperando la diffusione degli impianti da fonti rinnovabili con le esigenze di tutela dell'ambiente, del paesaggio, del patrimonio culturale e delle attività agroalimentari, nel rispetto della pianificazione territoriale regionale vigente.

Indirizza i proponenti all'installazione degli impianti da fonti rinnovabili, utilizzando in prevalenza superfici di strutture edificate, ambiti già urbanizzati o comunque già compromessi sotto il profilo territoriale, con particolare riferimento a coperture di edifici, parcheggi, aree industriali e artigianali, siti produttivi, aree dismesse non residenziali, cave nelle porzioni esaurite e discariche cessate o ante-norma.

La legge regionale preserva la destinazione agricola dei suoli, indicando una percentuale massima di utilizzo delle aree agricole destinate all'installazione di impianti da fonti rinnovabili e di impianti di accumulo elettrochimico non superiore allo 0,8 per cento della SAU dell'intero territorio regionale.

In aggiunta introduce una percentuale massima di utilizzo della SAU comunale: in ciascun Comune la SAU destinabile a nuovi progetti di impianti fotovoltaici con moduli al suolo, di impianti agrivoltaici e di impianti di accumulo elettrochimico, non può eccedere la percentuale del 3 per cento della SAU comunale.

Vi è poi una terza soglia, non vincolante, che svolge una funzione di sorveglianza per le province a maggiore vocazione agricola. In ciascuna provincia la SAU destinabile a nuovi progetti di impianti fotovoltaici con moduli al suolo, di impianti agrivoltaici e di impianti di accumulo elettrochimico, non può eccedere la percentuale del 2 per cento della SAU provinciale.

L'art. 6 della l.r. 10/2026 individua quali ulteriori aree idonee all'installazione della fonte fotovoltaica, rispetto a quelle dell'art. 11-bis, comma 1 del D. Lgs. 190/2024:

a) le cave in attività, purché nelle porzioni ove l'attività estrattiva sia terminata;

b) le discariche ante-norma o cessate;

c) le aree a destinazione urbanistica industriale e terziaria negli strumenti urbanistici comunali e sovracomunali;

d) le aree dismesse non residenziali di cui all'articolo 3, comma 1, lettera m), della medesima legge;

e) gli ambiti di trasformazione individuati dai PGT comunali, recanti le destinazioni d'uso di cui all'articolo 11 bis, comma 1, lettera l), numero 4), del d.lgs.190/2024.

Normativa regionale e strumenti di pianificazione

Rispetto a specifici atti di programmazione, manuali, linee guida, prodotte a livello regionale, la Lombardia, nel suo ruolo di garante della sostenibilità del proprio sistema economico, sociale e ambientale, ha affrontato il rapporto tra impianti FER e territorio in diversi atti normativi, programmatori e regolamentari, tra i quali si ricordano:

Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

Le “Linee guida per l’attenta progettazione paesaggistica di reti tecnologiche e impianti di produzione energetica” di cui al Volume 7 del Piano Paesaggistico Regionale – PPR – , pur in un quadro iniziale perché riferito a circa quindici anni fa, hanno anticipato gli atteggiamenti progettuali di principio da osservare per il corretto inserimento paesaggistico degli impianti.

Programma Regionale Energia Ambiente e Clima (PREAC)

Il Programma Regionale Energia Ambiente e Clima (PREAC) - approvato con D.G.R. 7553 del 15 dicembre 2022 - costituisce uno degli ultimi e fondamentali atti.

Nello specifico il PREAC, non solo individua tra i suoi obiettivi un incremento significativo della produzione di energia da fotovoltaico definendola “la fonte rinnovabile che giocherà il ruolo più importante nell’ambito della creazione delle comunità energetiche rinnovabili” (con un incremento previsto tra il 150% e il 240% della potenza installata al 2022, pari a 3.400-5600 MW), ma fornisce anche alcuni criteri per una preliminare valutazione in merito alla realizzazione di impianti FER nelle aree tutelate del territorio lombardo, alla luce della declaratoria di aree idonee e inidonee contenuta nel D.Lgs. 199/2021 (Allegato 13 – “Ricognizione delle caratteristiche progettuali e localizzative relative all’installazione di specifiche tipologie di impianti a fonte rinnovabile in aree tutelate del territorio lombardo”).

Unsplash.com

3. Impianti fotovoltaici e impianti agrivoltaici

Definizioni di riferimento

Come detto, la finalità del presente documento è quella di definire alcuni criteri di riferimento per la progettazione integrata tra impianti fotovoltaici a terra e paesaggio.

A tal fine è opportuno richiamare che gli impianti a terra vengono distinti in due macrocategorie (oltre a quelli flottanti): gli impianti fotovoltaici con moduli collocati a terra e gli impianti agrivoltaici, così come definiti dalle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) nel giugno 2022 e dalla LR 10 del 21/5/2026 Determinazione delle aree idonee alla realizzazione di impianti da fonti rinnovabili ai sensi del D.lgs. 190/2024. Modifiche alla l.r. 26/2003.



1. Impianto fotovoltaico

Impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare tramite effetto fotovoltaico, composto da moduli fotovoltaici, uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata, altri componenti elettrici minori, ai sensi dell'articolo 2 del decreto del Ministero dello sviluppo economico 19 febbraio 2007.



2. Impianto fotovoltaico con moduli collocati a terra

Impianto i cui moduli non sono fisicamente installati su edifici, serre, barriere acustiche o fabbricati rurali, né su pergole, tettoie e pensiline, ai sensi dell'articolo 2 del decreto del Ministro dello sviluppo economico 4 luglio 2019.



3. Impianto agrivoltaico

Impianto fotovoltaico che preserva la continuità delle attività colturali e pastorali sul sito di installazione. Al fine di garantire la continuità delle attività colturali e pastorali, l'impianto può prevedere la rotazione dei moduli collocati in posizione elevata da terra e l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione, ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera f bis), del d.lgs. 190/2024.



4. Impianto fotovoltaico flottante

Impianti solari fotovoltaici (comprese le opere funzionali alla connessione alla rete elettrica), collocati in modalità flottante su specchi d'acqua di invasi e di bacini idrici, compresi gli invasi idrici nelle cave dismesse, o installati a copertura dei canali di irrigazione.

4. Impatti paesaggistici e principi per l'integrazione nel paesaggio

Impatto generale e fattori che lo determinano

In linea generale si può affermare che esiste una proporzionalità tra le dimensioni dell'impianto e gli impatti generati nel contesto paesaggistico di riferimento. Gli impatti generati dipendono, oltre che dalla quantità di spazio occupato, anche da:

- **forma e altezza dei moduli;**
- **disposizione delle stringhe di pannelli;**
- **caratteristiche materiche** di tutte le componenti dell'impianto fotovoltaico.

Valutazione paesaggistica dell'impatto

Gli impatti paesaggistici risultano correlati e devono essere valutati anche in relazione alla sensibilità paesaggistica dei luoghi come individuata dagli strumenti urbanistici e territoriali vigenti.
Dal punto di vista paesaggistico, tale valutazione riguarda non soltanto la percezione visiva di un luogo, ma spesso anche la modifica delle relazioni sistemiche e simboliche esistenti, che induce la necessità di effettuare un'analisi riferibile sia alla scala sovralocale che di prossimità.
La presenza contemporanea di più impianti nello stesso contesto territoriale comporta effetti cumulativi e di amplificazione degli impatti.

Elementi detrattori della qualità del paesaggio

Il processo di riduzione della qualità del paesaggio varia in funzione delle tipologie di impianti e della loro dimensione: gli impianti con moduli a terra possono determinare fenomeni di frammentazione o di accorpamento, a seconda della loro taglia e della configurazione catastale delle superfici disponibili; al contrario, gli impianti agrivoltaici, anche in ragione della loro maggiore estensione rispetto a quelli con moduli a terra, tendono più frequentemente a generare processi di accorpamento.



Unsplash.com

Nella valutazione degli impatti sono pertanto da considerare quali elementi detrattori della qualità dell'intervento:

- **l'interferenza con coni visuali** paesaggistici e punti panoramici;
- l'interferenza con gli elementi della **Rete Ecologica Regionale (RER) della Rete Ecologica Provinciale (REP) e comunale (REC)** ovvero: varchi, direttrici connettive, ecc…
- l'interferenza con la **rete verde** (art. 24 del Piano Paesaggistico regionale) che si caratterizza per finalità di fruizione e ricomposizione paesaggistica e/o con percorsi storici;
- l'inserimento in aree agricole interessate dalla **produzione di qualità** (DOP, IGP, DOC, DOCG);
- l'alterazione dei **reticoli idrici** e dei **sistemi irrigui**;
- le alterazioni del terreno **(morfologia e andamento)**;
- **la trasformazione della matrice agraria** e l'alterazione degli elementi identitari del sistema rurale.

Aree sensibili e tutela

Si dovrà inoltre tenere conto della **potenziale interferenza con le aree soggette a specifica tutela ambientale** (ad es. SIC/ZPS, ZSC, Parchi naturali…) o **paesaggistica** (D.L.gs. 42/2004) o altri luoghi sensibili dal punto di vista ambientale, culturale, storico-testimoniale, naturale e agricolo.

Impatto sulla componente suolo

Per quanto riguarda gli impatti sulla componente suolo, è opportuno evidenziare che per gli impianti fotovoltaici con moduli collocati a terra, il suolo assume un carattere funzionale alla produzione energetica, determinando la modifica dei caratteri pedologici, agronomici e naturali mentre negli impianti agrivoltaici, se adeguatamente progettati e monitorati in termini di produttività agricola, il suolo conserva la propria funzione permettendo il mantenimento dell'attività agricola.

In sintesi

Lettura dell'impatto paesaggistico



1 CONFIGURAZIONE

- FORMA
- DISPOSIZIONE
- MATERIALI

2 RELAZIONE CON IL PAESAGGIO

- VISUALI
- RETE ECOLOGICA E RETE VERDE
- PERCORSI
- AREE AGRICOLE E PARCHI

3 SUOLO

- USO ENERGETICO
- USO AGRICOLO

Riferimenti normativi e principio generale

Come indicato dalle Linee Guida del Volume 7 del Piano Paesaggistico Regionale vigente:

> *Il principio generale per un buon inserimento paesaggistico degli impianti è il rispetto degli elementi e dei sistemi ordinatori del contesto in cui si vanno ad inserire, la comprensione e l'adattamento ai caratteri costitutivi e compositivi dell'edificio e del manufatto su cui si collocano. Sono in ogni caso determinanti scelte di ubicazione e posizionamento degli elementi.*

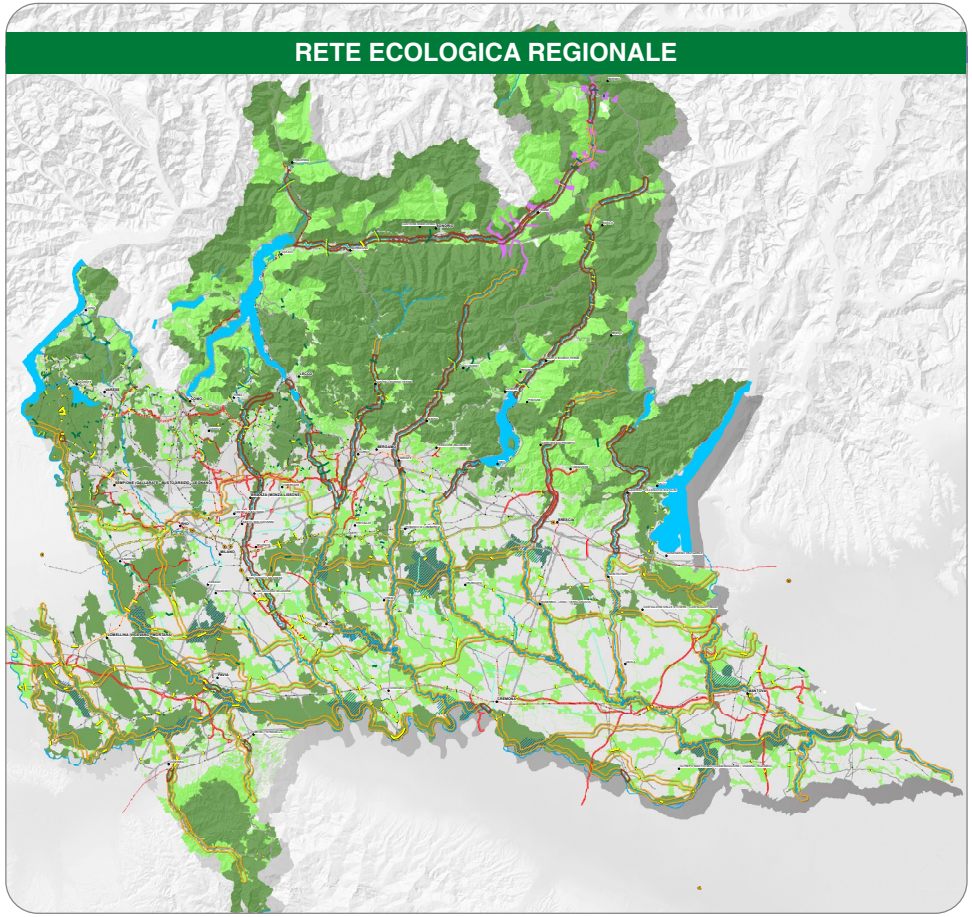
La struttura complessiva dell'impianto richiede una progettazione unitaria e organica di tutte le sue componenti sia in relazione ad una qualificazione adeguata e ordinata dell'insediamento, sia in rapporto alle sue relazioni con il contesto immediato e più ampio.

Valutazione progettuale e co-visibilità

Dal punto di vista progettuale, nell'ottica di garantire un progetto adeguatamente integrato nel paesaggio in cui si inserisce, risulta necessario valutare i fattori di co-visibilità degli impianti in relazione ai caratteri strutturali del paesaggio, la distanza tra gli impianti e le relazioni tra le rispettive zone di influenza, considerando in particolare che:

- la suddivisione in comparti in luogo di un'unica, continua distesa di pannelli, può aiutare a salvaguardare tessitura ed assetto poderale nonchè elementi paesaggistici significativi (filari, corsi d'acqua, tracciati, ...);
- la cura dei dettagli di strutture accessorie, recinzioni, viabilità di accesso e distribuzione e l'adeguata sistemazione degli spazi liberi e delle aree contermini, concorrono in modo significativo a migliorare la qualità dell'impianto nel suo complesso e le relazioni con il paesaggio in cui si colloca.

Piano Territoriale Regionale (PTR) – Tavola PT6 Rete Ecologica Regionale (RER)



Presenza di più impianti nello stesso contesto

Nel caso di installazione di più parchi fotovoltaici in tempi diversi, da parte di promotori diversi e con soluzioni tipologiche, di posizionamento e cromatiche diverse, la compresenza in uno stesso luogo di più impianti può generare un effetto di disordine paesaggistico, dovuto alla disomogeneità degli elementi.

Occorre, dunque, che in fase progettuale la proposta tenga conto e si connetta con i caratteri degli eventuali impianti già esistenti e, nel tempo, possano essere valutati interventi di razionalizzazione.

Percorso metodologico di progettazione

In via generale il progetto di un impianto fotovoltaico al suolo e agrivoltaico dovrebbe orientarsi verso un percorso metodologico basato su:

a. analisi, lettura e valutazione paesaggistica e ambientale del contesto e del sito di intervento (compresa l'analisi delle trasformazioni storiche del paesaggio agrario e i livelli di tutela presenti) in riferimento ad ambiti di prossimità, ma anche di lontananza in funzione di visuali e percezioni interferite;

b. progettazione dell'intervento rivolta ad **ogni componente**, così come orientata a minimizzare gli impatti negativi in termini di tipologie costruttive, materiali, colorazioni e rapporti tra gli impianti e le opere di mitigazione, considerando altresì che la vita media di un impianto è di circa 25–30 anni con relativi impatti sulle componenti biologiche del suolo e sul patrimonio agroalimentare;

c. individuazione di modalità realizzative (anche tramite l'utilizzo multiplo delle strutture esistenti, quali per esempio serre e coperture dei manufatti rurali) e dei tempi di cantiere, volte a ridurre gli impatti negativi permanenti e temporanei sulle diverse componenti ambientali (tra le quali per esempio si ricorda la fauna nelle necessità di spostamento, riproduzione, accudimento). Da considerare inoltre gli impatti sulla componente agricola per l'alterazione del sistema fondiario;

d. mitigazione degli impatti negativi comunque generati (tra cui sono comunque da annoverare i ripristini delle aree interferite temporaneamente nella fase di cantiere);

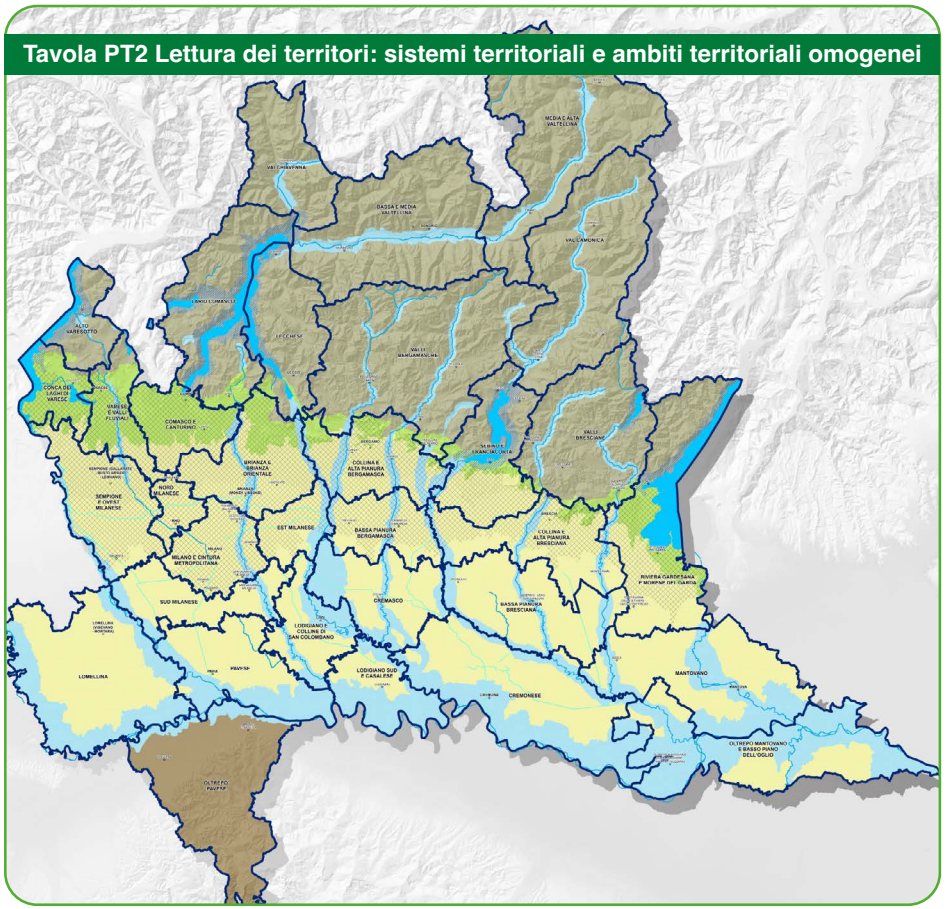
e. valutazione delle ricadute del progetto sulle diverse componenti ambientali caratteristiche dell'ambito di intervento;

f. compensazione degli impatti non altrimenti mitigabili che non dovrebbero comunque comportare ulteriore perdita di suolo agricolo;

g. monitoraggio e manutenzione delle opere realizzate.

Unsplash.com

Tavola PT2 Lettura dei territori: sistemi territoriali e ambiti territoriali omogenei



Legenda

SISTEMI TERRITORIALI

- Sistema Territoriale della Montagna
- Sistema Territoriale Appennino Lombardo-Oltrepò pavese
- Sistema Territoriale pedemontano
- Sistema Territoriale della Pianura
- Sistema metropolitano
- Sistema Territoriale delle valli fluviali e del fiume PO
- Sistema Territoriale dei Laghi

AMBITI TERRITORIALI OMOGENEI

- Perimetro degli Ambiti territoriali omogenei

RIFERIMENTI TERRITORIALI

- Sistema idrico superficiale: fiumi e laghi principali
- Canali e navigli di rilevanza paesaggistica regionale

La tavola rappresenta i sette Sistemi territoriali. Per i territori che ricadono in più di un sistema territoriale, le analisi possono riconoscere gli elementi prevalenti di uno o dell'altro sistema.

4.1 Leggere e valutare il paesaggio e il territorio

Considerato il principio generale del rispetto degli elementi e dei sistemi ordinatori del territorio in cui gli impianti si inseriscono, la fondamentale attività preliminare alla progettazione di un impianto fotovoltaico e agrivoltaico **è il riconoscimento del sistema territoriale di appartenenza, del tipo di paesaggio** in cui l'impianto si colloca e **il riconoscimento degli elementi distintivi** che lo connotano.

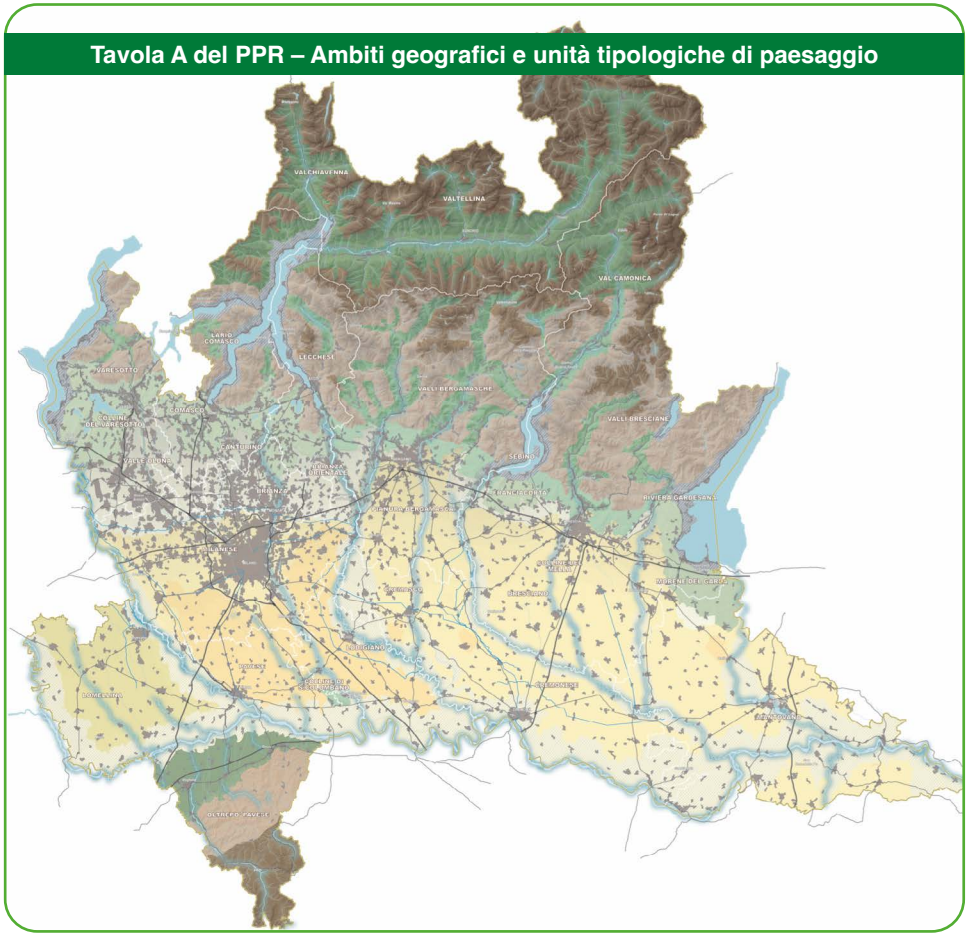
In ciò costituisce supporto preliminare e indispensabile l'acquisizione delle letture territoriali e paesaggistiche effettuate alle diverse scale territoriali, dalla scala regionale con il Piano Territoriale Regionale (PTR), il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e i Piani Territoriali Regionali d'Area (PTRA), alle scale provinciali e intercomunali con i Piani Territoriali di Coordinamento (PTCP/PTM), i Piani territoriali di coordinamento dei parchi regionali (PTC) laddove presenti, fino alla scala locale con i Piani di Governo del Territorio (PGT).

4.1.1 I Sistemi territoriali e i paesaggi di Lombardia

L'elemento di principale condizionamento nella progettazione dell'impianto fotovoltaico è costituito dal Sistema territoriale a cui appartiene il sito di intervento. Attraverso il Sistema territoriale vengono restituiti i principali caratteri paesaggistici che caratterizzano il contesto, sia in termini visuali che identitari.

Il **Piano Territoriale Regionale** approvato con DCR n. XII/1157 del 18 novembre 2025, **individua sette Sistemi territoriali** (Montagna, Pedemontano collinare, Metropolitano, della Pianura, Appennino lombardo - Oltrepò pavese, Valli fluviali e del fiume Po, dei Laghi) ed esplicita, nel suo apparato testuale e grafico, i principali elementi caratterizzanti da considerare nella progettazione.

Tavola A del PPR – Ambiti geografici e unità tipologiche di paesaggio



Legenda

- Ambiti geografici
- Autostrade e tangenziali
- Strade statali
- Infrastrutture idrografiche artificiali della pianura
- Confini provinciali
- Confini regionali
- Ambiti urbanizzati
- Laghi

UNITA' TIPOLOGICHE DI PAESAGGIO

Fascia alpina
- Paesaggi delle valli e dei versanti
- Paesaggi delle energie di rilievo

Fascia prealpina
- Paesaggi dei laghi insubrici
- Paesaggi della montagna e delle dorsali
- Paesaggi delle valli prealpine

Fascia collinare
- Paesaggi degli anfiteatri e delle colline moreniche
- Paesaggi delle colline pedemontane e della collina Banina

Fascia alta pianura
- Paesaggi delle valli fluviali escavate
- Paesaggi dei ripiani diluviali e dell'alta pianura asciutta

Fascia bassa pianura
- Paesaggi delle fasce fluviali
- Paesaggi delle colture foraggere
- Paesaggi della pianura cerealicola
- Paesaggi della pianura risicola

Oltrepo pavese
- Paesaggi della fascia pedeappenninica
- Paesaggi della montagna appenninica
- Paesaggi delle valli e dorsali appenniniche

La lettura e gli indirizzi declinati dai singoli sistemi territoriali forniti dal PTR, orientano le azioni e la pianificazione urbanistico-territoriale, nonchè le attenzioni progettuali in termini di trasformazioni d'uso del suolo.
La struttura individuata dal PTR viene a sua volta reinterpretata dal Piano Paesaggistico Regionale nei suoi aspetti di peculiarità paesaggistica, con l'individuazione delle Fasce e delle Unità tipologiche di paesaggio.

4.1.2 La trama paesaggistica, lettura per elementi del paesaggio lombardo

Con il riconoscimento del Sistema territoriale e paesaggistico di appartenenza, la progettazione di un impianto fotovoltaico e agrivoltaico deve mirare a individuare le diverse trame paesistiche che la sottendono, intendendosi con "trama paesistica" l'insieme degli elementi (fisici e funzionali) che contribuiscono a definire un'identità spaziale e paesaggistica, composta da elementi di tipo idro-geomorfologico (canali irrigui, rogge, fontanili e corsi d'acqua in genere), vegetazionale (filari, boschi, piantagioni), climatico-ambientale, agricolo-produttivo e storico-culturale (cascine, edicole, centuriazioni, …).

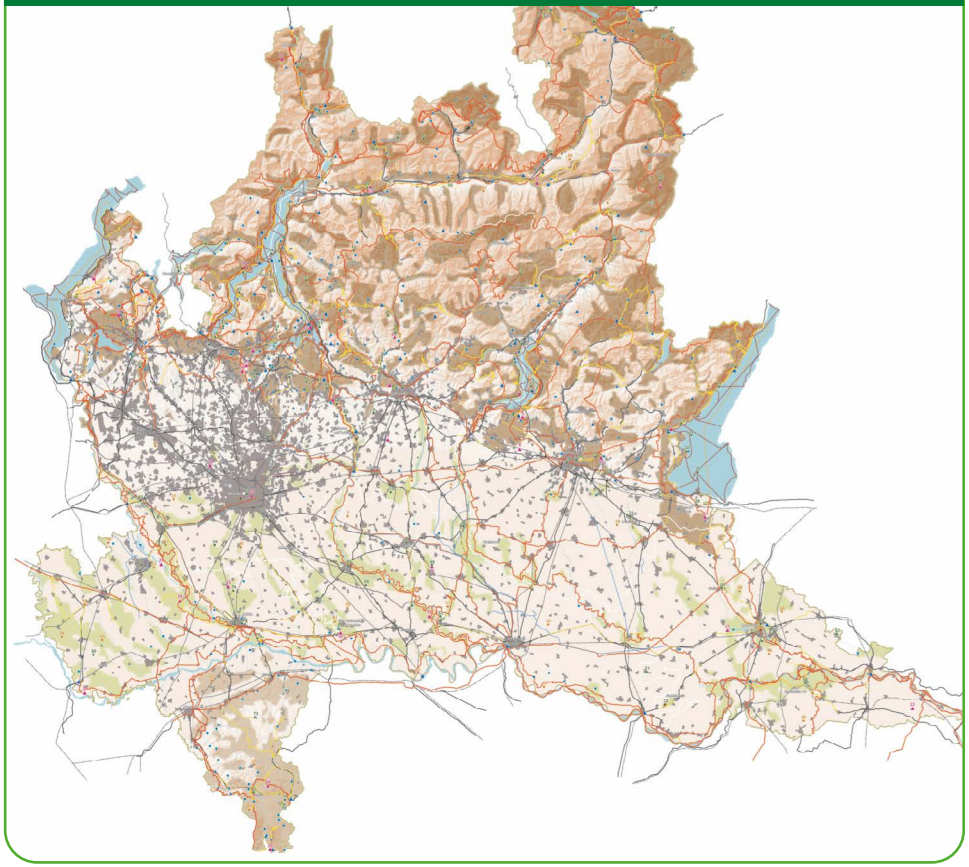
Il riconoscimento delle trame paesistiche si esprime attraverso l'individuazione degli elementi che compongono il paesaggio, l'identificazione dei tracciati, dei percorsi, dei punti di visuale e degli elementi identitari del territorio, individuando gli ulteriori elementi fisici di scala locale (ad esempio gli elementi del sistema idrico superficiale e/o i caratteri del sistema rurale e ambientale).

Anche in questo caso la pianificazione regionale restituisce l'insieme degli elementi di rilevanza paesaggistica che devono essere considerati, in via prioritaria, nella progettazione.

Questi elementi, alla scala regionale, sono di seguito sinteticamente elencati, riportando alcuni stralci delle cartografie del PPR e del PTR.

Principali elementi di attenzione del Piano Paesaggistico Regionale

Tavola B – Elementi identificativi e percorsi di interesse paesaggistico



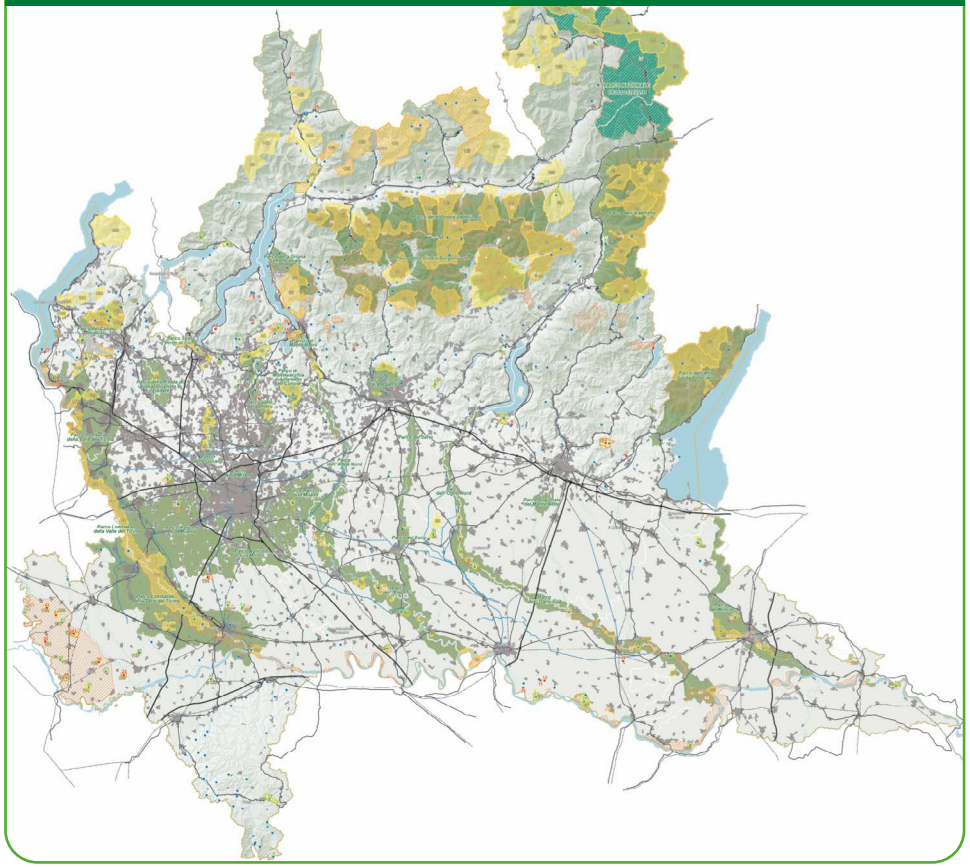
Legenda

- Confini provinciali
- Confini regionali
- Luoghi dell'identità regionale
- Paesaggi agrari tradizionali
- Geositi di rilevanza regionale
- Siti riconosciuti dall'UNESCO quali patrimonio mondiale, culturale e naturale dell'umanità
- Strade panoramiche - [vedi anche Tav. E]
- Linee di navigazione
- Tracciati guida paesaggistici - [vedi anche Tav. E]
- Belvedere - [vedi anche Tav. E]
- Visuali sensibili - [vedi anche Tav. E]
- Punti di osservazione del paesaggio lombardo - [art. 27, comma 4]
- Tracciati stradali di riferimento
- Bacini idrografici interni
- Ferrovie
- Ambiti urbanizzati
- Idrografia superficiale
- Infrastrutture idrografiche artificiali della pianura

AMBITI DI RILEVANZA REGIONALE

- Della montagna
- Dell'Oltrepò
- Della pianura

Tavola C – Istituzioni per la tutela della natura



Legenda

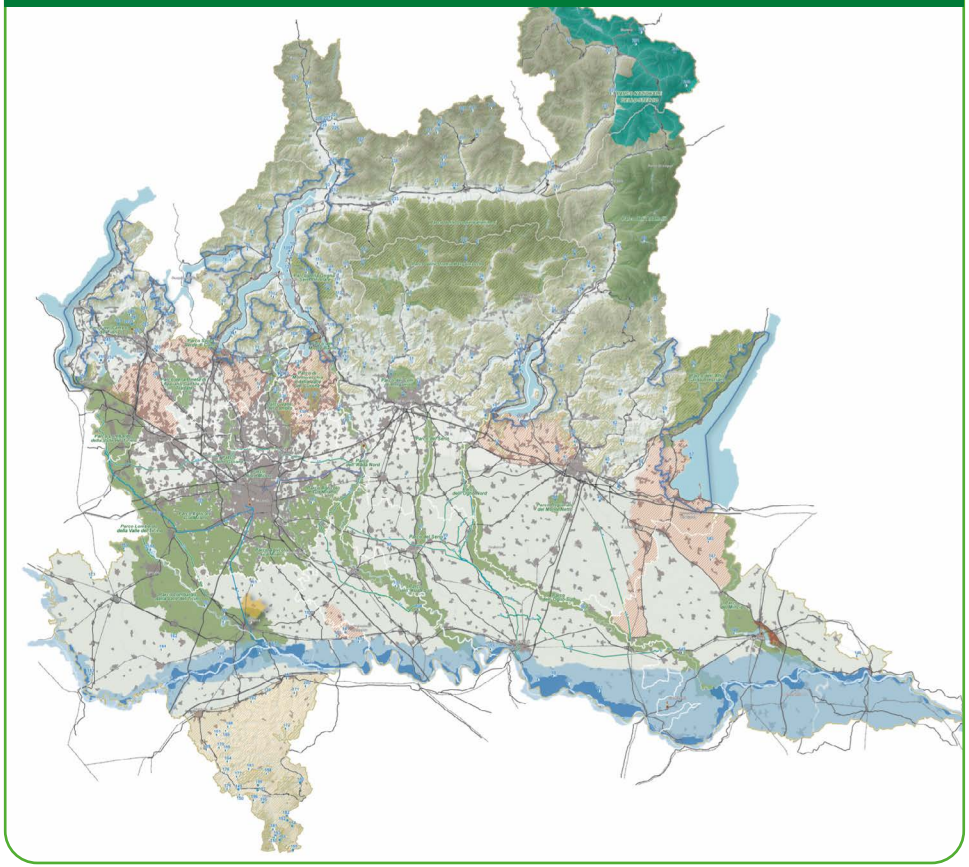
- Confini provinciali
- Confini regionali
- Bacini idrografici interni
- Infrastrutture idrografiche artificiali della pianura
- Idrografia superficiale
- Ferrovie
- Strade statali
- Autostrade e tangenziali
- Ambiti urbanizzati
- Parco nazionale dello Stelvio
- Monumenti naturali
- Riserve naturali
- Geositi di rilevanza regionale
- SIC - Siti di importanza comunitaria
- ZPS - Zone a protezione speciale

PARCHI REGIONALI

- Parchi regionali istituiti con ptcp vigente
- Parchi regionali istituiti senza ptcp vigente

Principali elementi di attenzione del Piano Paesaggistico Regionale

Tavola D – Quadro di riferimento della disciplina paesaggistica regionale



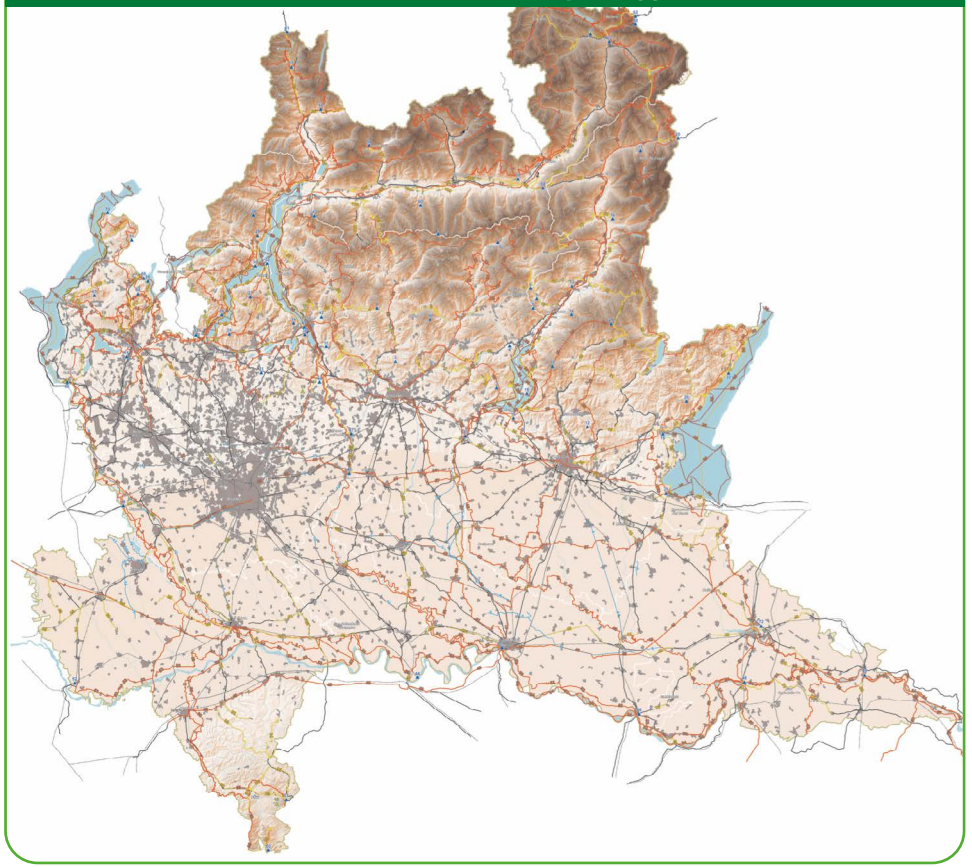
Legenda

- Confini provinciali
- Confini regionali
- Bacini idrografici interni
- Idrografia superficiale
- Ferrovie
- Strade statali
- Autostrade e tangenziali
- Ambiti urbanizzati
- Parco nazionale dello Stelvio
- Parchi regionali istituiti

AREE DI PARTICOLARE INTERESSE AMBIENTALE-PAESISTICO

- Ambiti di elevata naturalità - [art. 17]
- Ambito di specifico valore storico ambientale - [art. 18]
- Ambito di salvaguardia e riqualificazione dei laghi di Mantova [art. 19, comma 2]
- Laghi insubrici. Ambito di salvaguardia dello scenario lacuale [art. 19, comma 4 - vedi anche Tavole D1a - D1b -D1c - D1d]
- Ambito di specifica tutela paesaggistica del fiume Po - [art. 20, comma 8]
- Ambito di tutela paesaggistica del sistema vallivo del fiume Po [art. 20, comma 9]
- Naviglio Grande e Naviglio di Pavia - [art. 21, comma 3]
- Naviglio Martesana - [art. 21, comma 4]
- Canali e navigli di rilevanza paesaggistica regionale - [art. 21, comma 5]
- Geositi di interesse geografico, geomorfologico, paesistico, naturalistico, idrogeologico, sedimentologico - [art. 22, comma 3]
- Geositi di interesse geologico-stratigrafico, geominerario, geologico-strutturale, petrografico e vulcanologico - [art. 22, comma 4]
- Geositi di interesse paleontologico, paleoantropologico e mineralogico - [art. 22, comma 5]
- Oltrepò pavese - ambito di tutela - [art. 22, comma 7]
- Siti riconosciuti dall'UNESCO quali patrimonio mondiale, culturale e naturale dell'Umanità - [art. 23]
- Ambiti di criticità - [Indirizzi di tutela - Parte III]

Tavola E – Viabilità di rilevanza paesaggistica

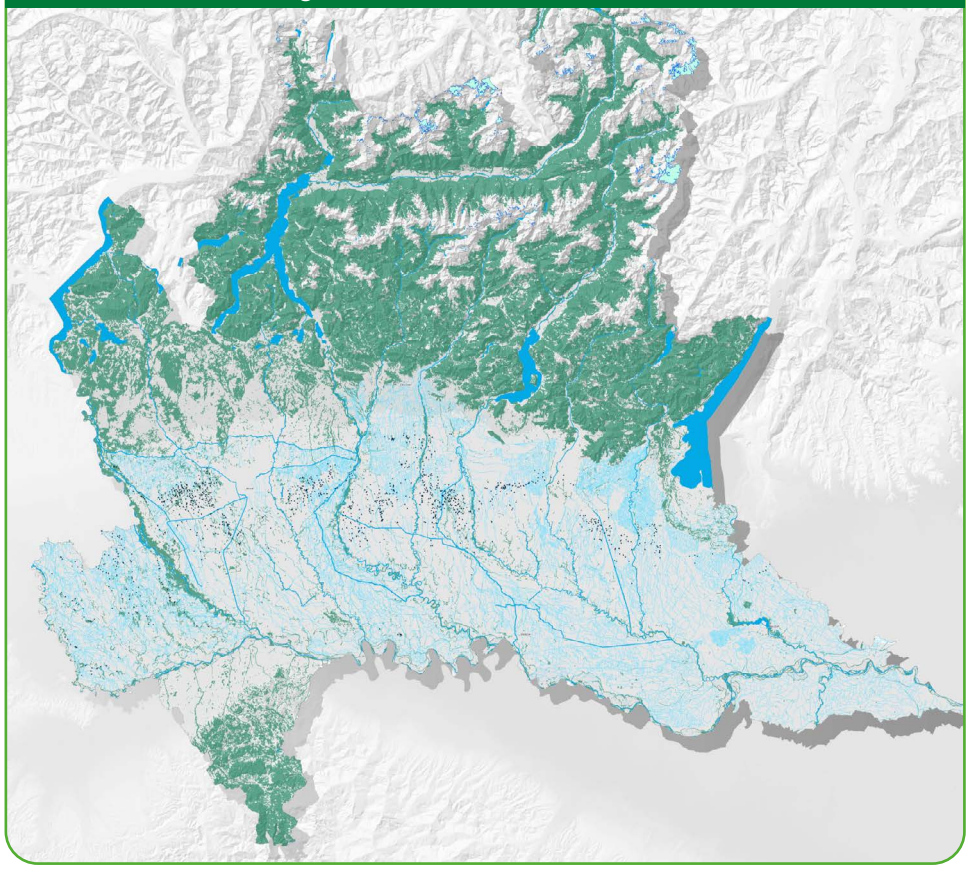


Legenda

- Confini provinciali
- Confini regionali
- Strade panoramiche - [art. 26, comma 9]
- Linee di navigazione
- Tracciati guida paesaggistici - [art. 26, comma 10]
- Belvedere - [art. 27, comma 2]
- Visuali sensibili - [art. 27, comma 3]
- Tracciati stradali di riferimento
- Bacini idrografici interni
- Ferrovie
- Ambiti urbanizzati
- Idrografia superficiale
- Infrastrutture idrografiche artificiali della pianura

Principali elementi di attenzione del Piano Territoriale Regionale

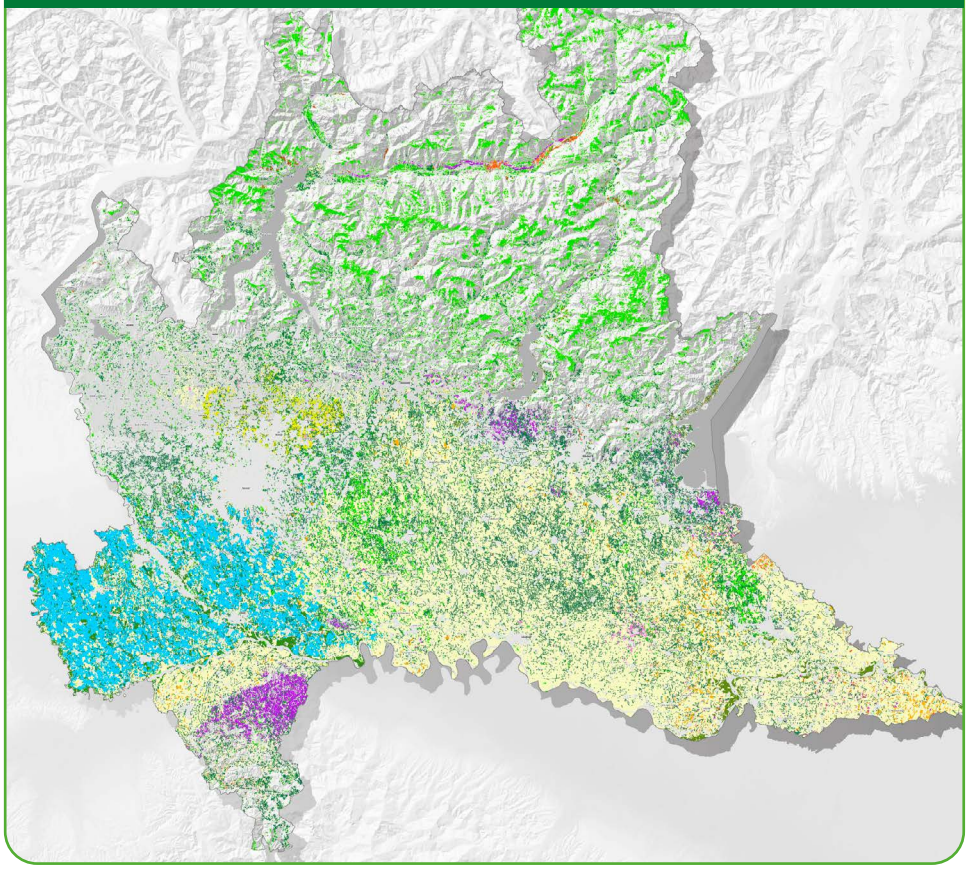
Tav.02.A1 – Morfologia ed elementi costitutivi della struttura fisica



Legenda

- Ghiacciai
- Boschi, vegetazione ripariale e altra vegetazione spontanea (rif. DUSAF 2012)
- Sistema idrico superficiale: fiumi e laghi principali (rif. Reticolo Idrico Principale)
- Reticolo idrico principale
- Fontanili
- Rete irrigua
- Ambito paesaggistico del Po (rif. PPR)
- Rilevi alpini, prealpini e appenninici

Tav.02.A3 – Elementi identitari del sistema rurale



Legenda

ELEMENTI IDENTITARI DEL SISTEMA RURALE

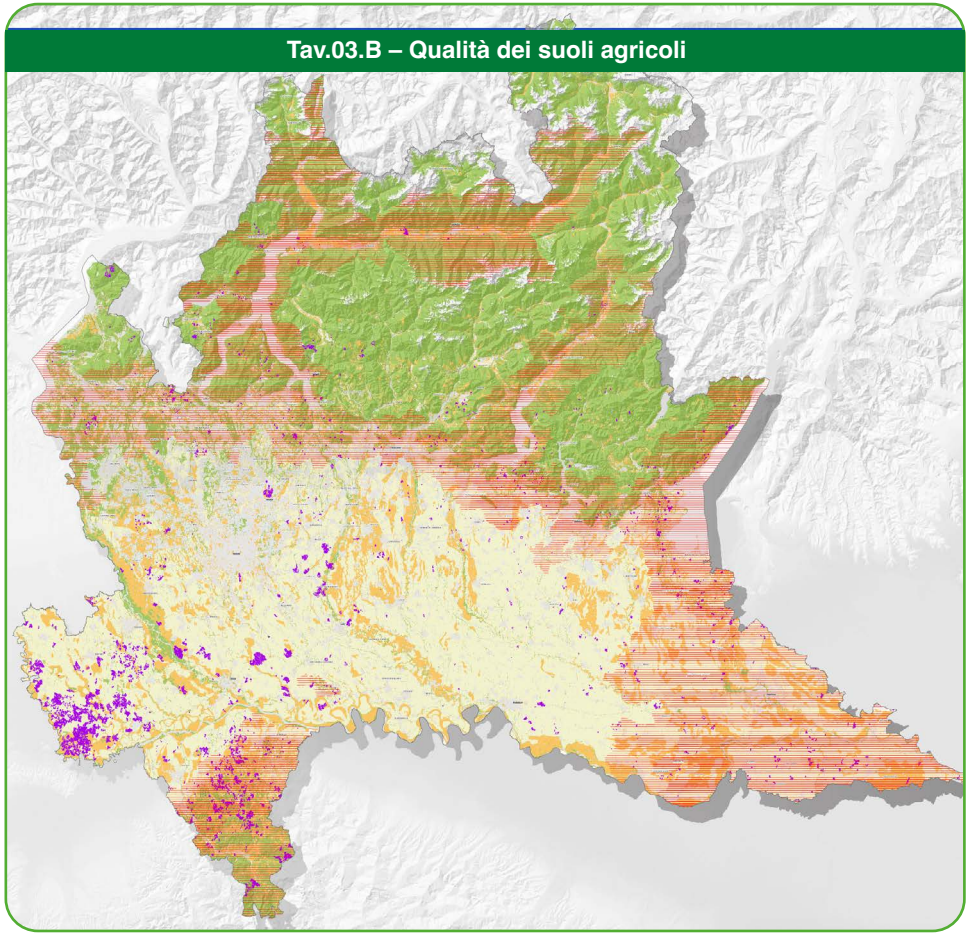
Colture agricole (rif. DUSAF 2012)

- pascoli d'alta quota, prati e prati stabili
- marcite
- risaie
- vigneti
- oliveti
- castagneti da frutto
- frutteti e frutti minori
- colture floro-vivaistiche
- colture orticole in campo aperto
- seminativi semplici
- seminativi arborati
- agricoltura periurbana, presenza diffusa o prevalente

Elementi lineari (rif. DUSAF 2012)

- filari e siepi

Tav.03.B – Qualità dei suoli agricoli



Legenda

VALORI DI QUALITÀ DEI SUOLI "UTILI" IN BASE AGLI ELEMENTI IDENTITARI DEL SISTEMA RURALE (rif. tavola A3)

- Qualità alta
- Qualità media
- Qualità bassa
- Aree urbanizzate
- Sistema idrico principale
- Suolo non agricolo (rocce, ghiacciai, aree sterili ecc...)

PRODUZIONI DI QUALITÀ (rif. Regione Lombardia DG Agricoltura)

- Marchi di qualità (IGP, IGT, DOCG, DOP)
- Colture biologiche

4.1.3 La lettura della struttura paesaggistica dalla scala regionale a quella locale

Come accennato, il PTR e il PPR, unitamente ai Piani Territoriali Regionali d'Area, costituiscono una guida alla scala regionale, per il riconoscimento e la lettura dei territori, dei paesaggi e degli specifici elementi che strutturano la maglia paesaggistica del sito in cui si vuole realizzare l'impianto fotovoltaico. Tali elementi, tuttavia, sono progressivamente dettagliati alla scala locale dagli strumenti di governo del territorio. L'analisi degli strumenti di pianificazione, che deve accompagnare un'attenta analisi e valutazione sito specifica fatta sia in prossimità che dal più ampio contesto, consente di considerare nel progetto numerosi elementi ordinatori che vanno dalla scala regionale, provinciale e metropolitana a quella comunale, secondo la sequenza di seguito riportata:

- Piano Territoriale Regionale e Piano Paesaggistico Regionale;
- Piani Territoriali Regionali d'Area;
- Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale e Piano Territoriale Metropolitano;
- Piani Territoriali di Coordinamento dei Parchi, ove le aree di intervento ricadano in Parchi regionali;
- Piani di Governo del Territorio dei Comuni.

Dai piani sopraelencati, il cui elenco non è esaustivo (perché integrabile in funzione del sistema di programmazione e pianificazione vigente in un determinato territorio), sono desumibili gli elementi riportati sinteticamente nelle tabelle che seguono, che costituiscono la struttura paesaggistico-territoriale, su cui fondare l'analisi sito-specifica di ogni intervento di trasformazione.

Per quanto riguarda il PPR, oltre alle tavole sopracitate, si rimanda ai contenuti della Normativa e agli Indirizzi di tutela, quali principali riferimenti in termini di prescrizioni e/o orientamenti da considerare sin dalle prime fasi di progettazione degli impianti.

Elementi del paesaggio e articolazione per scala territoriale

Declinazione degli elementi paesaggistici tra scala regionale, provinciale e comunale

L'inquadramento degli elementi di contesto (di scala sovralocale o locale) e sito specifici, deve comunque sempre supportare il progetto nell'individuazione e nella disposizione delle misure di mitigazione e compensazione, così come di futura dismissione dell'impianto e di riqualificazione e ripristino della vocazione agricola dei suoli.

Elemento territoriale	Scala Regionale	Scala Provinciale	Scala Comunale
Connessioni ambientali			
Corridoi	Corridoi regionali primari a bassa e moderata antropizzazione	Corridoi di scala provinciale	Corridoi di scala locale
Varchi	Varco da deframmentare Varco da tenere o deframmentare	Varchi di scala provinciale	Varchi di scala locale
Rete Ecologica	Varchi della Rete Ecologica		
Nodi	Gangli	"Stepping Stones"	"Stepping Stones"
Elementi lineari di fruizione del paesaggio			
Strade panoramiche	Strade panoramiche (tav. B e tav. E PPR)	Altre strade panoramiche dei PTCP/PTM	Strade panoramiche di rilievo alla scala locale
Tracciati guida paesaggistici	Tracciati guida paesaggistici (tav. B e tav E PPR)	Altri tracciati di interesse paesistico dei PTCP/PTM	Tracciati di interesse paesistico alla scala locale
Rete ciclabile	Rete ciclabile regionale (PTR – Biciplan, ecc..)	Rete ciclabile provinciale/metropolitana	Rete ciclabile e percorsi di fruizione rurale di scala locale
Elementi "puntuali"di fruizione del paesaggio			
Belvedere	Belvedere (tav. B ed E PPR)	Belvedere o punti di osservazione di interesse provinciale (PTCP/PTM)	Punti panoramici "identitari" di scala locale
Visuali sensibili	Visuali sensibili (tav B e tav E PPR)		Visuali paesaggistiche o identitarie, di scala locale
Punti di osservazione	Punti di osservazione del paesaggio lombardo (tav B e tav E PPR)		Visuali paesaggistiche, di scenario lontano, locali

Classificazione degli elementi territoriali e paesaggistici

Individuazione e descrizione delle principali componenti del territorio

Elemento territoriale	Descrizione	
Elementi lineari del reticolo idrico superficiale — validi a tutte le scale territoriali		
Fiumi e laghi	Fiumi e laghi principali	
Canali storici	Canali storici (Navigli e altri canali)	
Rete irrigua	Rete irrigua e reticolo idrico minore	
Fontanili	Fontanili (testa e aste)	
Elementi areali del sistema idrico superficiale		
Laghi	I Laghi di Lombardia	Altri specchi d'acqua naturale (o specchi d'acqua artificiale limitrofi non interessati dall'impianto) alla scala provinciale e comunale
Elementi "identitari" del sistema rurale — validi a tutte le scale territoriali		
Pascoli	Pascoli d'alta quota (tav. 02.A3 PTR31/14)	Coltivazioni o forme poderali (muri a secco, canali irrigui, partiture poderali, manufatti storici, ecc..) della tradizione rinvenibili alla scala locale
Marcite	Marcite (tav. 02.A3 PTR31/14)	
Risaie	Risaie (tav. 02.A3 PTR31/14)	
Vigneti	Vigneti (tav. 02.A3 PTR31/14)	
Oliveti	Oliveti (tav. 02.A3 PTR31/14)	
Castagneti	Castagneti da frutto (tav. 02.A3 PTR31/14)	
Seminativi	Seminativi arborati (tav. 02.A3 PTR31/14)	
Elementi "originari" della struttura territoriale		
Nuclei di Antica Formazione	Nuclei di Antica Formazione (art. 10 c. 2 l.r. 12/05)	Manufatti della tradizione locale – edifici agricoli sparsi, ecc. nella scala provinciale e comunale
Beni culturali	Beni culturali vincolati (rif. SIBA)	

4.1.4 Gli elementi alla scala sovracomunale - scala intermedia

I principali elementi da considerare per l'analisi di scala intermedia (o sovracomunale) sono desumibili dai Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali/ Piano Territoriale Metropolitano, dai Piani territoriali d'area, dai Piani di coordinamento dei parchi e da tutti quei piani e programmi che riguardano la scala intermedia tra la regione e la scala locale.

Dalle cartografie di analisi e di progetto di tali piani, derivano indirizzi per la progettazione nella conformazione degli impianti fotovoltaici e agrivoltaici e nelle relazioni di questi con il contesto più allargato, sia in riferimento alla morfologia, che in riferimento ai rapporti e alle visuali lontane e locali.

Elementi di rilevanza naturalistica (corsi d'acqua, terrazzamenti, aree golenali, elementi prioritari per la biodiversità, ...), storico-architettonica (nuclei di antica formazione, architetture fortificate, civili, religiose, ...), paesaggistica (filari, boschi, fontanili, percorsi e sentieri panoramici, ...), del sistema agricolo (centuriazioni, cascine, marcite, partiture dei campi, reticolo idrografico,...) sono leggibili e possono essere compresi nella loro sistematicità e relazioni solo alla scala sovracomunale.

Di seguito alcuni stralci cartografici di scala intermedia.

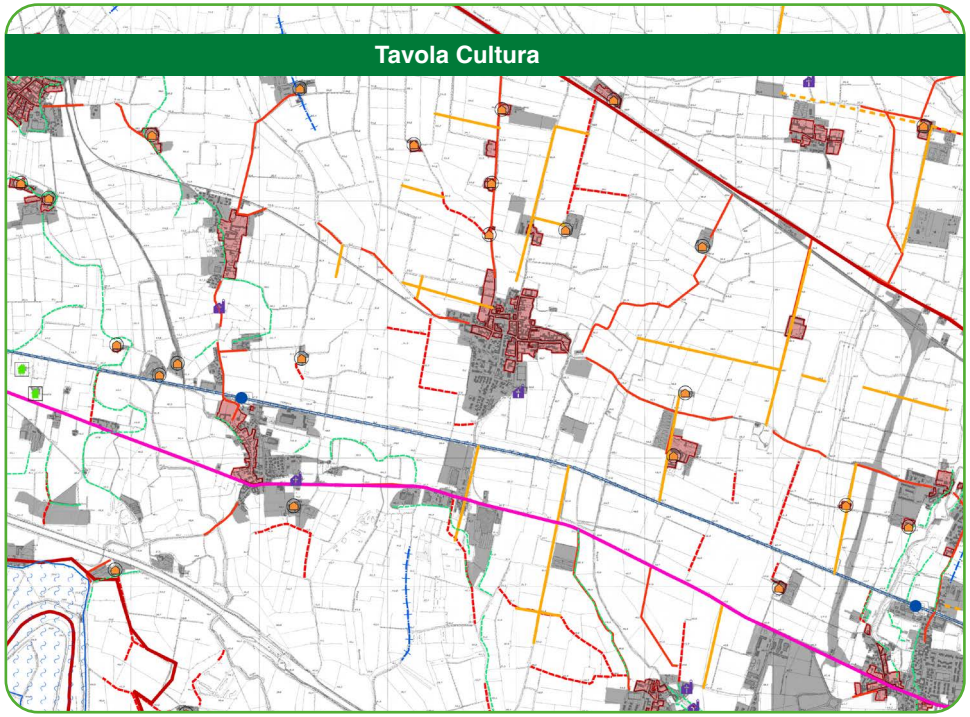
Le rappresentazioni cartografiche riportate sono volte a supportare il percorso analitico-interpretativo dalla scala regionale, sino alla scala locale. Ogni riferimento a luoghi, località ed elementi territoriali puntuali è puramente casuale.



Shutterstock.com

Principali elementi di attenzione alla scala intermedia

Tavola Cultura



Legenda

Rilevanze Naturalistiche e Paesaggistiche - Basi Ambientali della Pianura (risorse ambientali e componenti storico-culturali del territorio)

- Architettura civile
- Architettura industriale
- Architettura fortificata
- Architettura religiosa
- Architettura rurale
- prima centuriazione romana
- seconda centuriazione romana
- rete storica principale
- rete storica secondaria
- Rete ferroviaria storica
- Aree golenali
- dossi fluviali

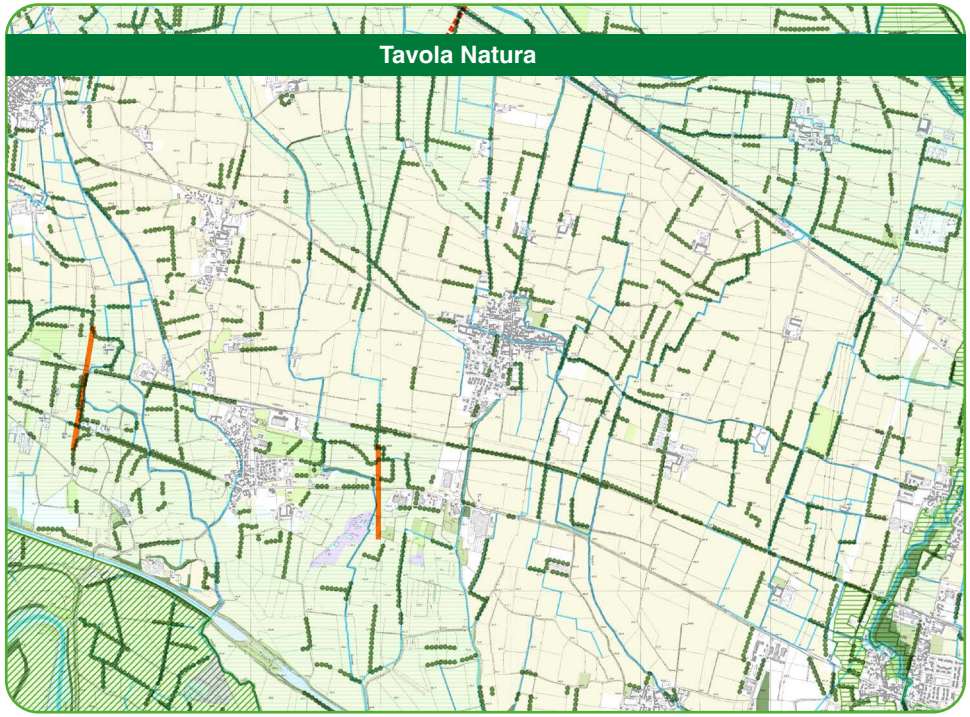
Tavola delle previsioni di Piano

- Nuclei di antica formazione

Piano Paesaggistico Regionale

- Strade Panoramiche
- Tracciati guida paesaggistici

Tavola Natura



Legenda

Reticolo Idrografico Regionale Unificato

- Reticolo Idrico Principale, di Bonifica e Minore

Uso e Copertura del Suolo (Dusaf 7.0 - Anno 2021)

- Filari e siepi
- Seminativi e colture permanenti
- Prati permanenti
- Aree boscate
- Cespuglieti e arbusteti
- Aree umide
- Corpi idrici

Parchi e aree protette

- Parchi regionali
- Parchi locali di interesse sovracomunale

Rete Ecologica Regionale

- Varco da deframmentare
- Varco da tenere
- Elementi di primo e secondo livello

5. Il sito e l'approccio progettuale - scala locale

La realizzazione di un impianto fotovoltaico con moduli collocati a terra o agrivoltaico discende da considerazioni degli operatori in ordine alle opportunità fornite dal sito in termini di produttività energetica e sostenibilità economica dell'impianto stesso: superficie a disposizione, esposizione al sole, accessibilità alla rete elettrica nazionale, giacitura dei terreni, presenza di collegamenti viari, vicinanza alle linee di alta tensione, ecc.
Tuttavia, è fondamentale che l'obiettivo del corretto inserimento paesaggistico degli impianti contemperi le esigenze di natura tecnico-economica, con la necessità di articolare un progetto integrato con il paesaggio, ove resta centrale la minimizzazione degli impatti sull'ambiente, sul territorio, sul patrimonio culturale, sul paesaggio e sul sistema rurale.

La scelta localizzativa e la progettazione, come detto, sin dalle prime fasi, deve considerare la minimizzazione degli impatti (temporanei, definitivi e cumulativi) connessi alla realizzazione dell'impianto, come uno degli obiettivi fondamentali, procedendo a valutare il sistema di lettura delle relazioni (visuali, identitarie, ambientali) che l'impianto può instaurare con l'immediato contesto. In questo senso, ad esempio, il sistema delle visuali, lontane o di prossimità, varia notevolmente a seconda del Sistema territoriale e della fascia di paesaggio in cui si colloca.

Non da ultimo, anche le relazioni dell'impianto con le componenti ambientali che vi si relazionano devono trovare una corretta soluzione, considerando ipotesi alternative di disegno e organizzazione delle tessere dell'impianto considerando, inoltre, che anche la scelta di tipologia di impianto può determinare impatti differenti. Per esempio un impianto agrivoltaico, per quanto generalmente preferibile dal punto di vista del mantenimento dell'attività agro-silvo-pastorale, a parità di produzione di energia, necessita di superfici maggiori e di altezze maggiori dell'impianto, rispetto a un impianto fotovoltaico. Come già indicato, tali condizioni possono comportare la necessità di articolare correttamente:

- la discontinuità o viceversa l'accorpamento delle tessere fotovoltaiche, contemperando le esigenze di massimizzazione dello sfruttamento dello spazio da parte dell'impianto con il rispetto della matrice paesaggistica;
- l'interferenza dell'impianto con la rete ecologica e le reti verdi locali, quali reti di fruizione e ricomposizione paesaggistica, considerando la necessità di garantire sufficienti gradi di permeabilità alla fauna;
- l'interferenza con i percorsi storici e di fruizione paesaggistica, nonché con i luoghi simbolici e identitari;
- l'interferenza con la maglia del territorio agricolo, con il reticolo idrografico e con la viabilità interpoderale;
- l'interferenza con le nuove tipologie colturali rispetto alle precedenti;
- la presenza contemporanea di più impianti, disomogenei per giaciture e materiali utilizzati, che amplifica la percezione di disordine paesaggistico.

Ovviamente questo approccio progettuale può essere diversamente modulato in relazione al sito dell'impianto, considerando in primo luogo le aree idonee individuate dalle normative statali (D.Lgs. 190/2024) e regionali (l.r. 10/2026) la classe di sensibilità paesistica indicata nei PGT comunali, in secondo luogo, ritenendo comunque sempre preferibili:

- il riutilizzo di aree degradate, dismesse o in parziale abbandono o già impermeabilizzate (per esempio cave, discariche, parcheggi) dove l'installazione può essere legata ad una possibile riqualificazione a medio-lungo termine;
- la realizzazione in adiacenza a contesti industriali, commerciali, logistici, terziari e assi stradali di livello statale, regionale e/o provinciale, nonché nei siti ed impianti ferroviari;
- il posizionamento su sistemi che consentano la continuità tra le attività

agricole preesistenti e il parco fotovoltaico, ad esempio le serre fotovoltaiche;

- la suddivisione in comparti in luogo di un'unica e continua distesa di pannelli, al fine di salvaguardare la tessitura rurale e assetto poderale del reticolo poderale agricolo ed elementi paesaggistici significativi;
- la definizione di soluzioni che prevedano una distanza tra gli impianti commisurata alle rispettive zone di influenza visiva e minore occupazione di suolo (ad esempio composizioni monopalo e inseguitori solari);
- la cura nella progettazione delle strutture accessorie, recinzioni, viabilità di accesso e distribuzione e l'adeguata sistemazione degli spazi liberi e delle aree contermini, in modo da migliorare significativamente la qualità dell'impianto nel suo complesso e le relazioni con il paesaggio in cui si colloca.

Al fine di esemplificare la corretta declinazione progettuale rispetto alle condizioni sito specifiche dell'impianto, nel seguito si propongono alcuni schemi progettuali metodologici.

Come leggere il sito e l'approccio progettuale



1 CONDIZIONI DEL SITO

Analisi delle caratteristiche fisiche e funzionali del contesto.

2 OBIETTIVO PROGETTUALE

Definizione del livello di integrazione dell'impianto nel paesaggio.





3 SCELTE PROGETTUALI

Traduzione delle strategie in soluzioni progettuali concrete.

4 LOCALIZZAZIONE

Individuazione delle aree più idonee per l'inserimento delle tessere.



5.1 Paesaggi della pianura

I caratteri degli scenari paesaggistici si differenziano a seconda dei caratteri più o meno intensivi dell'attività agricola nei diversi contesti della pianura irrigua o asciutta; caratteri che si sono riverberati paesaggisticamente anche nell'evoluzione storica di insediamenti e infrastrutture.

Lo scenario paesaggistico è diversamente scandito, nella sua percezione, dalla presenza di **formazioni vegetazionali** (boschive o arboree, lineari o compatte, dell'agricoltura intensiva o meno), che determinano la disponibilità di **visuali d'orizzonte variabili**, che possono avere carattere prevalente **locale** o verso scenari **lontani**.

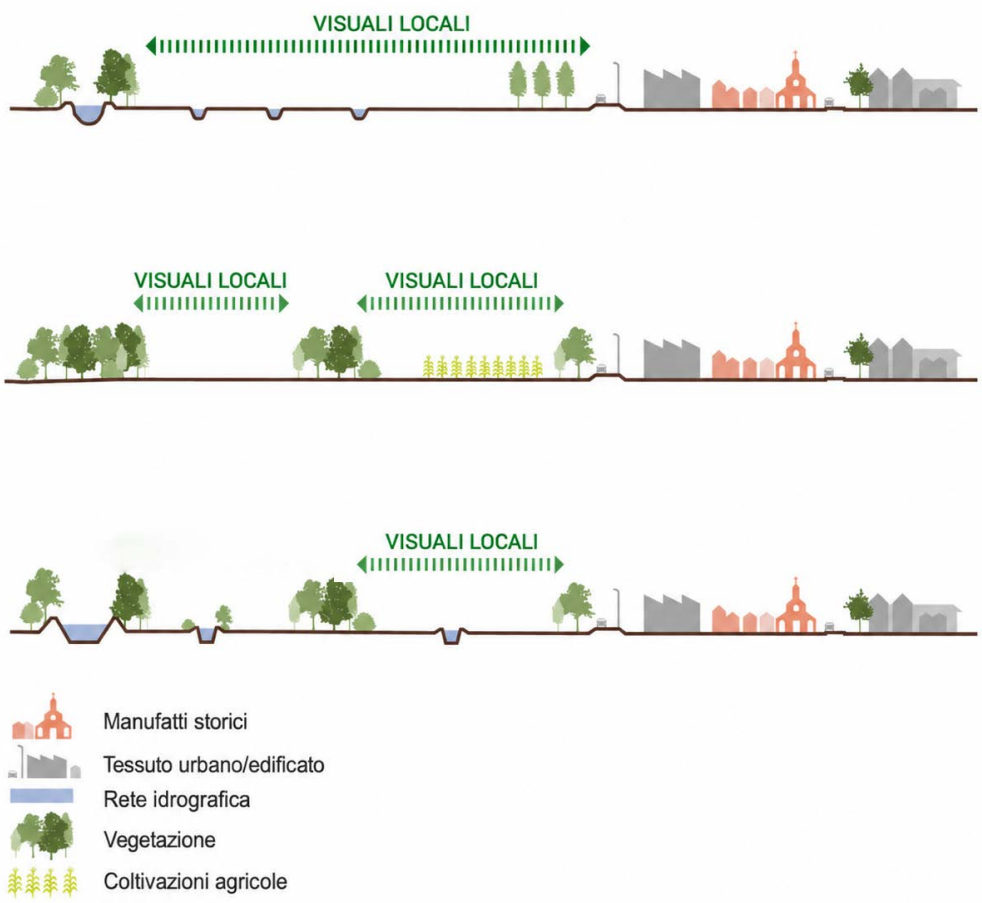
Soprattutto nell'ambito della pianura asciutta, per effetto della storica minor forza economica dell'agricoltura, possono essere presenti i **fenomeni di conurbazione** intensa, particolarmente lungo le **direttrici infrastrutturali**.

L'occlusione e **l'isolamento delle visuali d'orizzonte si accentuano in corrispondenza di tali conurbazioni o ai bordi degli agglomerati urbani**, con possibili criticità paesaggistiche in corrispondenza delle **frange urbane** o lungo le **direttrici del sistema infrastrutturale**.

Gli insediamenti storici corrispondono ai **nuclei di antica formazione** dei centri urbani, ma al loro esterno possono essere presenti **insediamenti rurali di origine storica** afferenti a diverse tipologie: nella pianura irrigua insediamenti di **grandi dimensioni** (modello a corte chiusa); nella pianura asciutta insediamenti **sparsi e di piccola dimensione** (modello casa/cascina/stalla).

La presenza di **canali artificiali** (irrigui, storici, di bonifica) costituisce un elemento di discontinuità del paesaggio e della biodiversità della pianura, che può incidere in modo diverso negli ambiti asciutti o irrigui della pianura.

Schemi riassuntivi degli elementi di struttura e di relazione paesaggistica

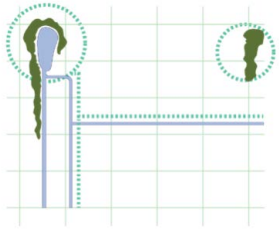


Elementi da considerare nella progettazione paesaggistica

1 STRUTTURA DEL TERRITORIO

Riconoscere la trama del reticolo idrico e il ritmo della partitura agricola, da assumere quale riferimento della progettazione.

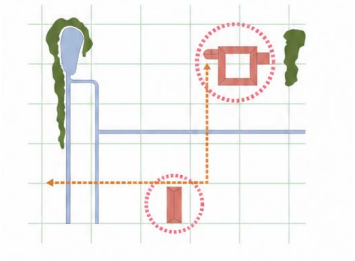
Valorizzare gli elementi di naturalità esistenti o potenziali nel progetto di mitigazione e compensazione.



2 ELEMENTI IDENTITARI E STORICI

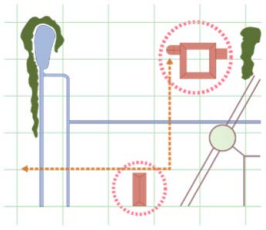
Riconoscere gli elementi storici che intrattengono un rapporto identitario con il paesaggio, da assumere nel progetto come elementi memoriali.

Riconoscere le direttrici storiche funzionali alle connessioni del territorio o quelle appartenenti a sistemi di fruizione consolidati o potenziali o programmati, non solo quelle di valore paesaggistico, da assumere nel progetto.



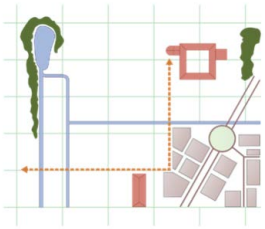
3 SISTEMA DELLE VISUALI

Considerare le visuali determinate da assi di comunicazione ad alta percorrenza territoriale o comunque che determinano significativi elementi di visuale paesaggistica.



4 RELAZIONE CON IL SISTEMA URBANO

Considerare le relazioni visuali intercorrenti con gli agglomerati urbani limitrofi, sia in termini di corretta relazione sia al fine di evitare effetti «conurbativi» dal punto di vista paesaggistico.





Legenda

- Elementi della Rete Ecologica locale da salvaguardare
- Elementi storici identitari
- Agglomerati urbani
- Mitigazione - schermature vegetazionali verso le principali direttrici visuali
- Direttrici storiche e/o di fruizione del territorio da assumere nella partitura di progetto
- Valorizzazione degli elementi di naturalità potenziali esistenti
- Tessere del campo fotovoltaico (CF)

5.2 Paesaggi della pianura - valli fluviali

Lo scenario paesaggistico della pianura può essere fortemente connotato dalla presenza dei fiumi, che possono determinare una strutturazione morfologica variabile dalle vere e proprie valli fluviali (nell'alta pianura) alle mere incisioni fluviali (nella bassa pianura).

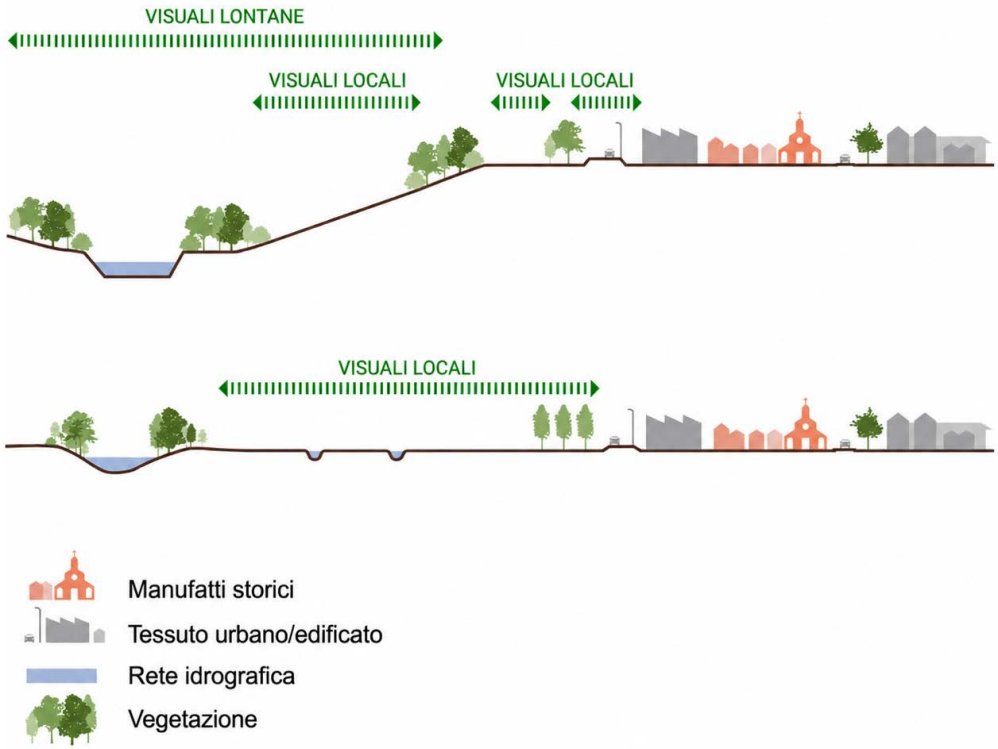
Gli ambiti paesaggistici dei contesti fluviali sono connotati da una più elevata biodiversità, con frequente presenza di elementi residuali dei boschi planiziali o di altri elementi vegetazionali di valore ecologico; questi elementi, pur con diversi gradi di variabilità, caratterizzano comunque la percezione del paesaggio quali elementi di discontinuità dello scenario paesaggistico della pianura, generalmente di valore rispetto al contesto in cui si collocano.

Gli insediamenti storici possono intrattenere un rapporto identitario con il corso d'acqua; laddove presente, questo rapporto relazionale assume rilevanza sia nei contesti di pianura asciutta sia in quelli di pianura irrigua.

In genere, specifici elementi identitari del territorio derivano dal rapporto funzionale storicamente sedimentatosi tra corso d'acqua e insediamenti antropici, nonché dall'articolazione dei percorsi o dei tracciati sviluppatisi lungo la direttrice di cesura del territorio costituita dal corso idrico.

L'insieme di queste condizioni può determinare la presenza di specifiche visuali che connettono paesaggisticamente le incisioni o le valli fluviali al territorio circostante.

Schemi riassuntivi degli elementi di struttura e di relazione paesaggistica



Elementi da considerare nella progettazione paesaggistica

1 LETTURA DEL PAESAGGIO FLUVIALE

Salvaguardare il **rapporto visuale con la valle o l'incisione fluviale** da punti sensibili (nuclei ed edifici storici, tratti di ampia visuale verso orizzonti lontani, visuale dal fiume verso il paesaggio circostante, ecc…).

2 SISTEMA ECOLOGICO E NATURALITÀ

Preservare gli **elementi di naturalità esistenti** nel progetto di mitigazione e compensazione, tenendo conto delle fasce tampone a protezione della biodiversità a supporto delle aree naturalistiche.

3 ELEMENTI IDENTITARI

Riconoscere gli elementi storici che intrattengono un rapporto identitario e visuale con il paesaggio, da assumere nel progetto quali elementi memoriali.

4 DIRETTRICI E SISTEMI DI FRUIZIONE

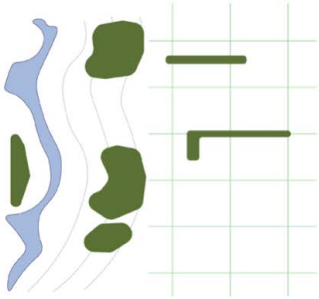
Riconoscere le direttrici storiche e paesaggistiche, spesso appartenenti a percorsi panoramici o tracciati guida del PPR, nonché i **sistemi di fruizione consolidati, potenziali o programmati**, da assumere nel progetto.

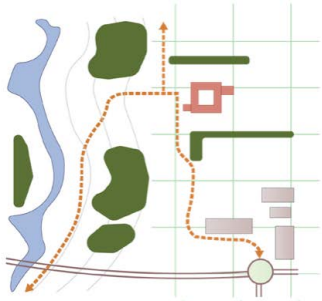
5 SISTEMA DELLE VISUALI

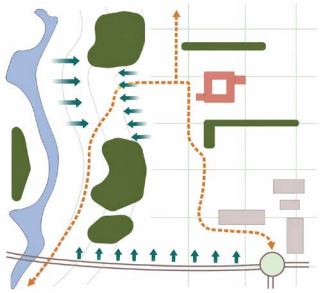
Considerare le visuali determinate da **assi di comunicazione ad alta percorrenza** territoriale o comunque che determinano forti **elementi di visuale paesaggistica.**

6 RELAZIONE CON IL SISTEMA URBANO

Considerare le relazioni visuali intercorrenti con gli agglomerati urbani limitrofi, sia in termini di **corretta relazione** sia al fine di evitare **effetti «conurbativi»** dal punto di vista paesaggistico.









Legenda

- Elementi della Rete Ecologica locale da salvaguardare
- Elementi storici identitari
- Agglomerati urbani
- Mitigazione - schermature vegetazionali verso le principali direttrici visuali
- Direttrici storiche e/o di fruizione del territorio da assumere nella partitura di progetto
- Valorizzazione degli elementi di naturalità potenziali esistenti
- Tessere del campo fotovoltaico (CF)

5.3 Paesaggi della montagna e della collina

L'approccio metodologico descritto nei paragrafi precedenti, nei paesaggi della montagna e della collina, deve porre maggiore attenzione agli aspetti percettivi determinati dalla specifica morfologia dei territori in quanto gli scenari paesaggistici sono qui interessati da visuali ampie e lontane, fruibili da punti di osservazione sopraelevati e da versanti contrapposti.

Tali paesaggi sono di norma caratterizzati da una pluralità di componenti ambientali e naturalistiche di valore che devono essere adeguatamente considerate nella elaborazione del progetto impiantistico al fine di evitare la diminuzione della qualità paesaggistica e delle funzioni ecosistemiche dei luoghi.

Le caratteristiche di questi territori determinano una più articolata successione di visuali, sia alla scala locale che a quella più vasta, grazie alla presenza di punti di osservazione privilegiati posti in sommità o sui versanti. Al fine di mantenerne la qualità paesaggistica occorre adottare cautele affinché ogni intervento, anche di limitate dimensioni, sia opportunamente inserito nel paesaggio.

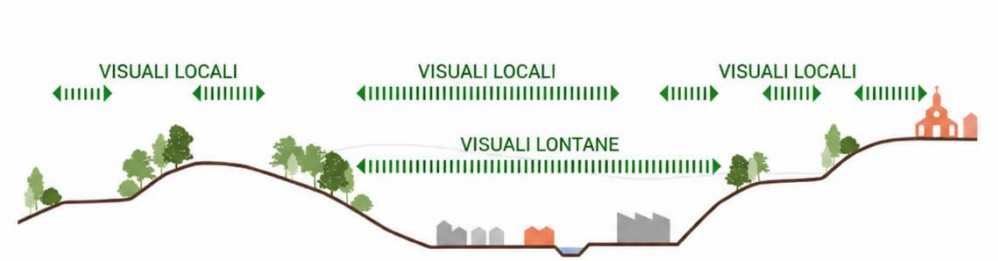
Gli ambiti collinari, presentano una composita ma equilibrata alternanza di spazi agrari sui versanti più fertili e di aree naturali e boscate sui restanti declivi. La presenza di boschi costituisce un elemento di elevata biodiversità, anche laddove si alternano agli insediamenti antropici.

Negli ambiti montani assume particolare significato la presenza di prati, pascoli, alpeggi e il sistema delle percorrenze piano-monte. Gli spazi tra gli insediamenti sono occupati in genere da coltivi a forte parcellizzazione, quali orti, vigneti, frutteti, sovente sviluppati su terrazzamenti.

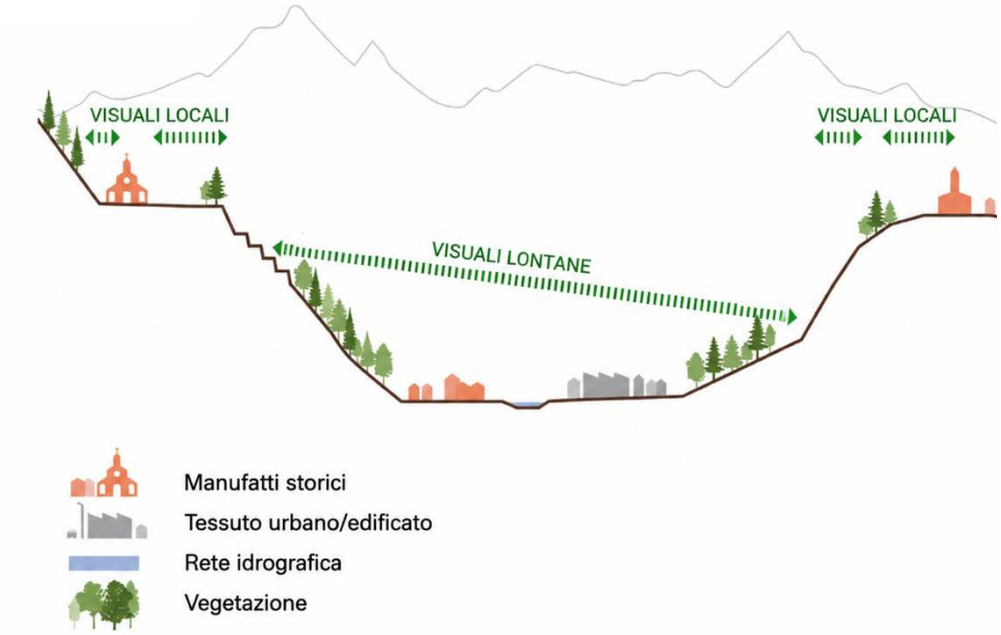
In entrambi i contesti, gli insediamenti esistenti sono prevalentemente collocati in posizione di grande visibilità e spesso contraddistinti dalla presenza di edifici di notevole qualità architettonica. Inoltre, in tali contesti spesso si incontrano edifici isolati di valore simbolico culturale, di natura religiosa, militare o civile.

Schemi riassuntivi degli elementi di struttura e di relazione paesaggistica

Collina



Montagna



6. Componenti e inserimento paesaggistico



1 RECINZIONI

Le recinzioni e i sistemi antintrusione (illuminazione e sistema di videosorveglianza).

2 VIABILITÁ

Le pavimentazioni delle aree pertinenziali, dei percorsi interni e perimetrali dell'impianto e della viabilità di accesso.





3 EDIFICI DI SERVIZIO

Gli edifici tecnologici di servizio.

4 RETI DI DISTRIBUZIONE

Le reti di distribuzione e allaccio alla linea elettrica (cavidotti interni ed esterni all'impianto).





5 PANNELLI E STRUTTURE

La colorazione e la composizione materica dei moduli fotovoltaici in relazione all'impatto visivo e ai fenomeni di abbagliamento.

Ulteriori elementi e impatti

Occorre evidenziare che un impianto fotovoltaico, sia con moduli collocati al suolo che agrivoltaico, non è costituito solo dalle varie "tessere" fotovoltaiche che lo compongono, ma comprende anche una serie di altri componenti e manufatti che incidono in misura significativa sugli impatti generati sul paesaggio e sulle componenti dell'ambiente in cui si inseriscono.
Inoltre, ulteriori elementi influiscono sugli impatti generati, anche se non direttamente connessi ad elementi fisici visibili, quali:

- il sistema fondazionale delle strutture portanti dei moduli fotovoltaici;
- il sistema di scolo delle acque meteoriche;

In termini di possibili impatti paesaggistici, in linea generale si può affermare che si rileva un certo grado di proporzionalità tra le dimensioni dell'impianto e gli impatti generati.

Gli impatti generati fanno riferimento, oltre che alla quantità di spazio occupato, anche:

- ai caratteri cromatici, alla forma, all'altezza dei moduli e alle caratteristiche materiche;
- al contesto con cui si relazionano.

In tale ottica il contesto è riferibile sia alla scala sovralocale che di prossimità, poiché gli impatti dal punto di vista paesaggistico riguardano non soltanto la percezione visiva di un luogo, ma spesso anche la modifica delle relazioni sistemiche e simboliche esistenti.

Come indicato in precedenza, un progetto integrato con il paesaggio non può prescindere, oltre che dal corretto approccio metodologico, anche dall'individuazione della scelta più idonea dei singoli elementi dell'impianto.

Nel seguito si forniscono alcune considerazioni esemplificative, di come tali elementi possano essere correttamente progettati e inseriti nel paesaggio.

6.1 Strutture di sostegno delle tessere fotovoltaiche

Tra gli elementi di maggior impatto visivo di un impianto, ci sono gli elementi di sostegno che sono in grado di incidere in modo sensibile non solo sulla percezione della qualità dell'impianto, ma anche sulle relazioni che il campo fotovoltaico intrattiene con il suolo occupato.

Occorre ricordare che le tipologie di sostegni dei moduli fotovoltaici possono appartenere a diverse categorie:

- **fissi, con inclinazione ottimizzata** per la resa energetica, oppure secondo altre inclinazioni (anche verticale) al fine di contemperare diverse esigenze, oltre a quelle della produzione energetica;
- **ad inseguimento mono o biassiale**, al fine di poter seguire almeno parzialmente il percorso solare durante la giornata.

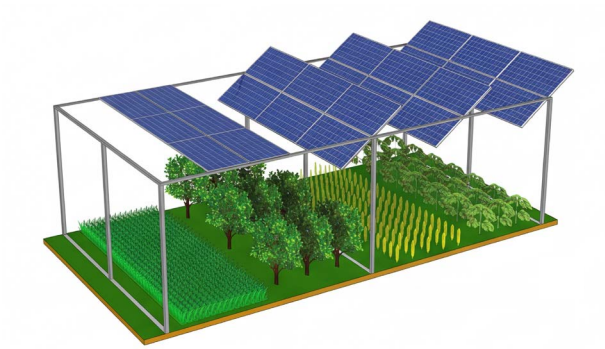
In prima analisi, la scelta di sistemi ad inseguimento (a singolo o doppio asse) ottimizza la resa energetica per unità di superficie.

Dato che questa caratteristica consente, in linea teorica, di aumentare la produttività energetica a parità di superficie, è evidente che questi ultimi sistemi sono quelli che più di altri si prestano, potenzialmente, ad un minore sfruttamento intensivo del suolo e quindi ad una maggiore elasticità distributiva nel progetto integrato di paesaggio.

Ulteriori elementi da considerare nella scelta delle strutture di sostegno si riferiscono all'altezza, ai materiali impiegati e alla colorazione degli stessi.
L'altezza e la distribuzione delle strutture di supporto è un tema specificamente connesso all'uso agricolo del suolo. Essi, infatti, sono diversamente organizzati in relazione al tipo di conduzione agricola da svolgere.

Unsplash.com

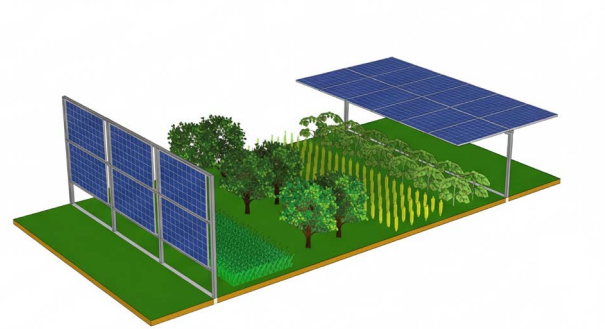
Configurazioni agrivoltaiche di riferimento



A. Coltivazione sotto i moduli



B. Coltivazione tra i moduli



C. Configurazione intermedia

La normativa tecnica tedesca (*DIN SPEC 91434: "Agri-photovoltaic systems – Requirements for primary agricultural use"*), sebbene non direttamente adottata come standard nazionale italiano, ma comunemente presa come riferimento tecnico di base, individua tre distinte tipologie di impianto agrivoltaico in base alle coltivazioni agricole previste:

- **categoria A** consente la coltivazione sotto le strutture dell'impianto fotovoltaico, che devono essere poste ad un'altezza minima dal suolo di 2,10 metri;
- **categoria B e C** consentono invece la coltivazione tra i moduli degli impianti fotovoltaici.

Oltre a queste considerazioni, che in realtà derivano dalle specifiche "prestazioni" cui il progetto è chiamato a rispondere, si evidenzia che il materiale di cui sono costituite le strutture portanti dovrebbe essere oggetto di una valutazione paesaggistica rispetto al contesto in cui l'impianto si inserisce, in termini di cromie e materiali. Cromie e materiali da individuare sulla base di considerazioni relative al contesto di riferimento, alle tonalità che contraddistinguono il territorio e i manufatti esistenti (ad esempio sulle tonalità del verde e del marrone o alla colorazione tipica del corten), possono fare in modo che l'impianto sia maggiormente integrato rispetto all'utilizzo di finiture standardizzate.

In caso di strutture verticali chiaramente percepibili da specifici punti di vista, quali ad esempio le percorrenze viarie, sarebbe opportuna una valutazione del colore di finitura in relazione alle cromie degli orizzonti circostanti.

Impiegare materiali naturali, per esempio il legno, nelle strutture di sostegno, può avere un impatto significativamente minore rispetto all'utilizzo di pali in cemento o metallici.

6.2 Mitigazione vegetazionale

Come indicato nella rappresentazione degli schemi metodologici di progetto, la mitigazione perimetrale a verde (possibilmente finalizzate alla produzione agricola) contribuisce solo parzialmente alla definizione di un progetto paesaggisticamente coerente con il contesto.

L'utilizzo di fasce verdi perimetrali (siano queste composte da filari di alberi o da insiemi arbustivi) ricorre con frequenza nella realizzazione di impianti fotovoltaici. Tuttavia, si evidenzia come la realizzazione di mitigazioni perimetrali indifferenziate rispetto alle condizioni naturali e agli elementi vegetali caratteristici del contesto di inserimento, in particolare laddove l'estensione dell'impianto comporti relazioni con ambiti eterogenei, non possa essere considerata di per sé quale elemento qualificante l'intervento.

Per tale ragione il progetto della mitigazione perimetrale deve necessariamente costituirsi come elemento di disegno del paesaggio, inserendosi in maniera integrata nel contesto di riferimento e considerando attentamente gli impatti e la modifica delle relazioni visuali esistenti.

Criteri di progettazione

In prima battuta risulta necessario evidenziare che, laddove non finalizzate alla produzione agricola, le specie da utilizzare per la realizzazione di fasce di mitigazione degli impianti, devono essere necessariamente autoctone (possibilmente edule) tipiche delle diverse fasce di paesaggio e devono comporsi, fin dal primo impianto, di individui di diversa età e grandezza.

Pur evidenziando la prirorità di non sottrarre suolo destinato all'attività agricola, le fasce di mitigazione vegetazionale dovranno essere poste, preferibilmente, all'esterno delle recinzioni previste dal progetto in modo da consentire il minore impatto visivo, garantendo la necessaria manutenzione nel tempo ai fini del loro adeguato sviluppo.

Generalmente la fascia di mitigazione arboreo/arbustiva, se perimetrale, potrà essere plurispecie (al fine di garantire un'adeguata biodiversità vegetazionale) ed a impianto irregolare (con specie arbustive inframmezzate a quelle arboree), per creare una macchia vegetazionale naturaliforme, nonché perseguire una sufficiente variabilità cromatica e stagionale.

Integrazione nel paesaggio

Al fine di ottenere una migliore integrazione con il paesaggio interessato, le sistemazioni vegetazionali (all'interno o all'esterno delle discontinuità del campo fotovoltaico) possono essere realizzate per esigenze "scenografiche" di contesto, come, ad esempio, filari arborei finalizzati a costruire viste verso punti sensibili (manufatti o edifici della memoria locale, visuali di sfondo o di prossimità di varia natura, ecc.) o insiemi arborei e vegetali più compatti, volti a costituire un punto di vista o a interrompere l'uniformità delle installazioni impiantistiche.

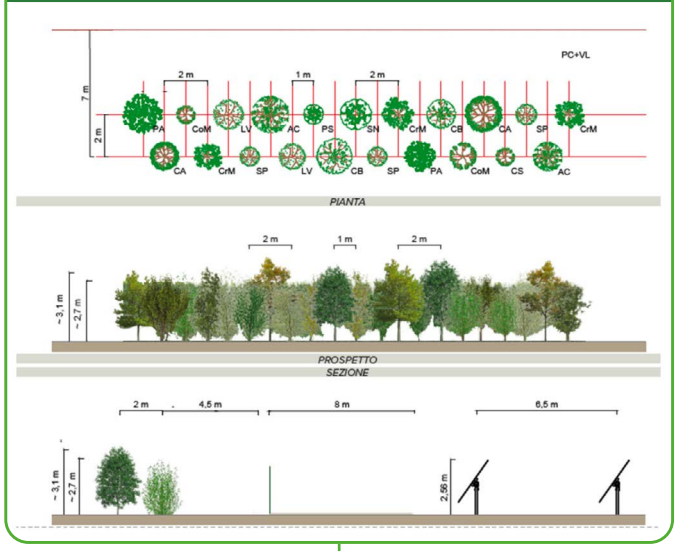
Nella progettazione delle mitigazioni può essere considerata di interesse l'eventuale ricostituzione o ripresa di elementi ormai perduti del territorio quali, ad esempio, filari alberati o macchie boscate. La verifica della preesistenza di tali elementi attraverso la consultazione degli strumenti cartografici per soglie temporali, e la relativa declinazione in specifici elementi del progetto di mitigazione, costituisce un evidente contributo al migliore inserimento paesaggistico dell'intervento.

La fascia di mitigazione dovrà essere progettata al fine di fornire un adeguato effetto anche nelle fasi iniziali dell'impianto, considerando sia l'altezza a cui sono posti i pannelli fotovoltaici (statici o ad inseguimento), sia la natura e la tipologia di eventuali edifici accessori o apprestamenti tecnologici.

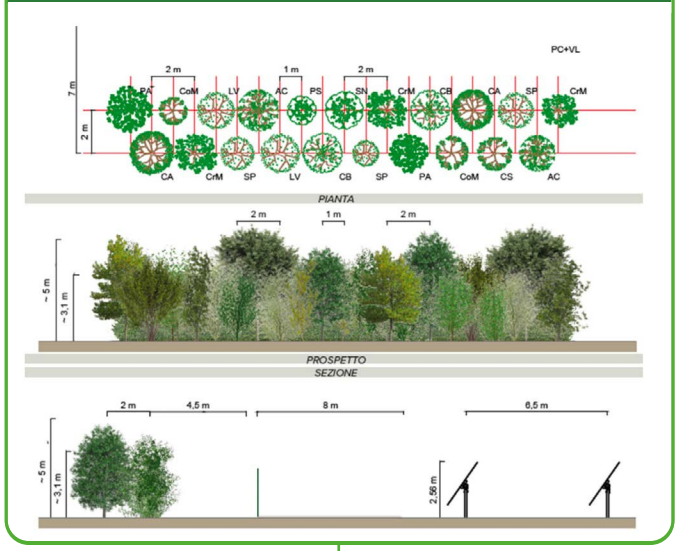
L’evoluzione della fascia di mitigazione nel tempo

Il progetto dovrà descrivere il sesto di impianto ipotizzato in relazione alle diverse specie arboree-arbustive e descrivere l’effetto a progressivo accrescimento, ponendo particolare attenzione ad assicurare l’accessibilità necessaria alla manutenzione, privilegiando l’utilizzo della viabilità esistente o quella in progetto all’interno dell’impianto.

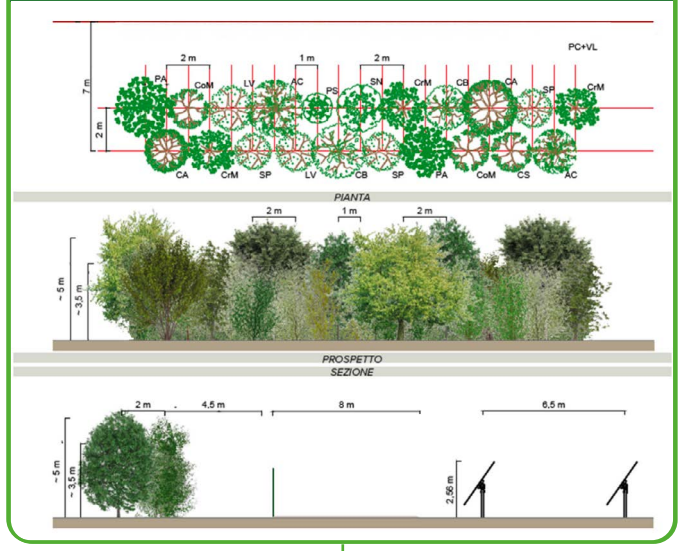
1. Simulazione accrescimento fascia di mitigazione a 5 anni



2. Simulazione accrescimento fascia di mitigazione a 10 anni



3. Simulazione accrescimento fascia di mitigazione a 20 anni



5 anni

Schermatura iniziale limitata. Vegetazione in fase di sviluppo.

10 anni

Incremento della densità vegetale. Maggiore continuità visiva.

20 anni

Mitigazione consolidata. Integrazione paesaggistica completa.

6.3 Recinzioni

Le recinzioni, laddove necessarie per motivi di sicurezza e pur nel rispetto delle normative tecniche e di sicurezza, dovranno accordarsi per forma, materiali e colori ai caratteri paesaggistici dell'area.

Si segnala che dovrebbe sempre essere valutata la possibilità di evitare la realizzazione di recinzioni laddove possono essere ugualmente efficaci elementi naturali o manufatti quali corsi d'acqua, canali o elementi del reticolo idrico, che costituiscono di per sé barriere all'accesso ai campi fotovoltaici. In ogni caso dovrà essere adeguatamente valutato come queste possano costituire un elemento incongruo nel contesto di riferimento e come, pertanto, debba essere attentamente considerata la modalità del loro inserimento nel paesaggio.



In particolare:

- laddove possibile, compatibilmente con il rispetto delle norme di sicurezza, dovrà essere sempre privilegiato l'utilizzo di materiali naturali (ad esempio legno per pali o recinzioni orizzontali) limitando l'uso di materiali caratterizzati dalla presenza di plastiche o di elementi che potrebbero disperdersi nel terreno durante il periodo di vita dell'impianto;
- laddove non sia possibile utilizzare materiali naturali, la colorazione delle recinzioni deve porsi in relazione con i cromatismi propri degli spazi dominanti di fondo. Esse potranno essere tinteggiate privilegiando le colorazioni nelle tinte dei verdi o delle terre in accordo con le caratteristiche cromatiche prevalenti nel contesto. Potranno essere utilizzati cromatismi diversi laddove utili a perseguire una maggiore mimesi con i cromatismi di fondo del contesto (aree rocciose o incolte, terrazzamenti, ecc.);
- le strutture dovranno comunque essere leggere e il più possibile permeabili soprattutto in territori pianeggianti, dove potrebbero altrimenti costituire elemento di ostruzione visiva (oltre che ostacolare il passaggio della fauna terrestre);
- soprattutto in aree montane, collinari o terrazzate, le strutture dovranno utilizzare soluzioni connesse alle misure di mitigazione adottate dal progetto o all'andamento planoaltimetrico del contesto;
- le fasce vegetazionali di mitigazione dovranno preferibilmente essere poste esternamente alla recinzione. Nella progettazione delle fasce mitigative si dovrà inoltre prestare particolare attenzione alla riduzione dell'eventuale viabilità necessaria alla manutenzione delle stesse, con l'obiettivo di ridurre gli impatti determinati dalla stessa viabilità, in termini di modifica delle superfici naturali e agricole.

Unsplash.com

L'altezza delle recinzioni dovrà essere contenuta al minimo indispensabile per la funzione di sicurezza che sono chiamate ad assolvere.

Le recinzioni dovranno preferibilmente essere realizzate con pali infissi nel terreno, al più con plinti isolati interrati, ma senza l'ausilio di strutture continue di base (muretti, cordoli, ecc.).

La recinzione, laddove prevista, dovrebbe essere sollevata dal suolo (almeno 30 cm) per consentire l'attraversamento faunistico e integrata con l'eventuale mitigazione vegetazionale perimetrale (così come descritto al precedente paragrafo), considerando che gli effetti mitigativi, così come la piantumazione in filari alberati, dovrebbero essere attivi fin dalla fase di vita iniziale dell'impianto.

Relativamente alla perimetrazione del campo fotovoltaico, se necessaria, si rileva come questa dovrebbe allinearsi al tracciato delle partiture poderali esistenti, evitando nuovi allineamenti estranei e/o interferenti con le maglie storiche del territorio circostante. Allo stesso modo, i tracciati delle strade di nuova realizzazione dovrebbero assecondare le geometrie già presenti nel paesaggio.

Le soluzioni planimetriche adottate non dovrebbero determinare la formazione di aree residuali, specie se agricole, rispetto alla dimensione degli appezzamenti circostanti, che potrebbero evolvere verso l'abbandono delle stesse e, conseguentemente, causare un impoverimento della produttività agricola e della qualità paesaggistica del contesto. Qualora la creazione di aree residuali non sia evitabile, è necessario che queste vengano ricomprese all'interno del progetto paesaggistico.



6.4 Strade e percorsi

L'artificializzazione del suolo generata dall'installazione a terra di un parco fotovoltaico è dovuta, oltre che all'impianto vero e proprio, anche alle necessarie strutture accessorie quali le strade di accesso e i percorsi di servizio interni, per i quali valgono le seguenti indicazioni:

- deve essere ridotta al minimo la creazione di nuove strade privilegiando le soluzioni progettuali che consentano di utilizzare la viabilità esistente;
- la viabilità e gli accessi dovranno essere limitati e dimensionati in funzione delle sole esigenze di esercizio dell'impianto;
- le nuove strade e la viabilità interna dovranno seguire le geometrie preesistenti del paesaggio e prevedere, prioritariamente, pavimentazioni in terra.

In contesti agricoli o naturali, si dovranno adottare soluzioni planimetriche e materiche a basso impatto, prevedendo, se necessario, interventi di compensazione o mitigazione laterale per le nuove strade. In tal senso sono da privilegiare le potenzialità esistenti associando, alla realizzazione di nuove strade o alla riqualificazione delle esistenti, un miglioramento ambientale e paesaggistico del contesto.

A tale fine si indicano le seguenti buone pratiche progettuali in ambiente naturale o in aree agricole:

- realizzare nuove direttrici di accesso/distribuzione o riqualificazione delle esistenti con strade "bianche";
- nel caso di recupero di viabilità esistente in ambito rurale, associare all'intervento di riqualificazione e riuso degli elementi esistenti una deimpermeabilizzazione, laddove possibile;
- realizzare elementi di mitigazione vegetazionale (possibilmente finalizzate alla produzione agricola) laddove coerenti con il progetto paesaggistico;
- realizzare le eventuali opere di attraversamento del reticolo idrico minore o irriguo a basso impatto;
- programmare la manutenzione periodica dei margini stradali, che possa anche contemplare la conservazione degli elementi di naturalità anche prevedendo, se del caso, il non intervento.

6.5 Manufatti tecnologici

Gli impianti fotovoltaici, specie se di grandi dimensioni, necessitano della realizzazione di manufatti (cabine e altri fabbricati) per ospitare le diverse componenti tecnologiche e di trasformazione dell'energia prodotta.

Un corretto approccio di inserimento paesaggistico dell'impianto presuppone una precisa attenzione all'aspetto esteriore di tali manufatti, altrimenti in grado di incidere negativamente sulla percezione del luogo, soprattutto se replicati in diversi moduli e in ragione degli effetti cumulativi che tali elementi, di norma standardizzati, generano.

Anche se in via generale è possibile procedere a mascherature vegetazionali, sulla falsariga di quanto indicato per le mitigazioni perimetrali del campo fotovoltaico, si ritiene che un progetto edilizio integrato con il paesaggio dovrebbe spingersi a progettare tali manufatti anche dal punto di vista architettonico considerando, come necessaria opera di mitigazione, l'impiego di finiture coerenti con il contesto dal punto di vista cromatico, tipologico e materico.

In tal caso potrebbe essere opportuno procedere con soluzioni in opera (soprattutto in contesti morfologicamente caratterizzati), anche se il ricorso a prodotti di mercato attenti alla corretta integrazione architettonica con il contesto potrebbe costituire una valida alternativa.



Soluzione di integrazione paesaggistica di cabina di trasformazione in opera - Località Panperduto - Somma Lombardo VA. Immagine di cortesia: architetto Valerio Testa







Esempi di rivestimenti architettonici per manufatti tecnologici con elementi materici e tessiture coerenti per una corretta integrazione paesaggistica. Immagini di cortesia: Edilceem (www.edilceem.it)

6.6 Impianto di illuminazione e fenomeno dell'abbagliamento

Può essere opportuno prevedere l'installazione dell'impianto di illuminazione integrata nella struttura di sostegno dei pannelli, evitando l'installazione tradizionale su pali.

La presenza dell'impianto di illuminazione, i cui elementi in contesti naturali e agricoli, possono porsi come emergenze visive incongruenti con il contesto, dovrebbe essere attentamente valutata e, se indispensabile, diversificata negli elementi perimetrali e in quelli interni al comparto.

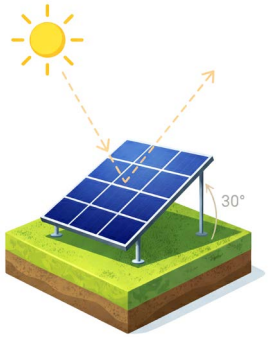
Qualora venga prevista l'installazione di un sistema di illuminazione perimetrale, si raccomanda che il sistema si accenda solo in caso di intrusione dall'esterno, con taratura adeguata alla presenza di entità volumetriche significative, al fine di minimizzare l'inquinamento luminoso e l'introduzione di un disturbo notturno permanente alla fauna.

In ogni caso, il sistema di illuminazione deve perseguire adeguati gradi prestazionali rispetto:

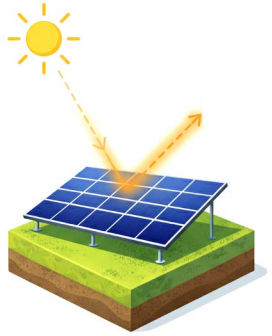
- alla minimizzazione degli impatti visivi delle strutture di sostegno sia in ambito diurno che notturno;
- alla riduzione dell'inquinamento luminoso nelle fasi di funzionamento;
- alla riduzione del consumo energetico.

Rispetto al fenomeno dell'abbagliamento, i moduli fotovoltaici, riflettendo la luce solare diretta, possono indurre riflessi che interferiscono con recettori sensibili e provocare abbagliamento.
Questo impatto deve costituire un elemento di valutazione in contesti sensibili.

In linea generale, vista l'inclinazione generalmente contenuta (pari a circa il 30%), si considera poco probabile un fenomeno di abbagliamento per gli impianti posizionati al suolo.



Bassa Riflessione
Orientamento corretto



Riflessione Diretta
Abbagliamento

Tuttavia, è probabile che questo effetto si verifichi in caso di installazione su versanti, pendii o in siti montani.

Pertanto, negli ambiti geografici della montagna e della collina, così come negli ambiti periurbani e perifluviali, e in tutti i territori interessati dalle rotte migratorie dell'avifauna, il tema della valutazione dell'abbagliamento costituisce un elemento da considerare nella progettazione degli impianti fotovoltaici al suolo, sia in relazione alla disposizione e all'orientamento dei moduli fotovoltaici, sia in relazione ai materiali utilizzabili per quanto riguarda la cromia e la capacità riflettente.

In assenza di specifica normativa al riguardo, si richiama quale riferimento metodologico quanto indicato dalle linee guida svizzere, che perseguono gli obiettivi di "bassa riflessione" per ovviare all'abbagliamento molesto, fornendo una sintesi di principali fattori geometrici e materici che lo determinano. Tali linee guida prevedono che gli impianti solari "… *devono essere progettati in modo da presentare un basso grado di riflessione, in base allo stato della tecnica.*"

6.7 Fondazioni e interazioni con il suolo

Nella realizzazione delle fondazioni di sostegno delle strutture dei pannelli degli impianti a terra e agrivoltaici deve essere ridotta al minimo l'occupazione di suolo.

In tal senso, sono da utilizzare tecnologie che riducano al minimo le fondazioni al suolo oppure ne consentano l'eliminazione, privilegiando soluzioni che consentano l'infissione diretta nel suolo dei ritti. Sono pertanto da preferirsi fondazioni su pali o viti, che consentono anche di contrarre i tempi di realizzazione e, in prospettiva, una possibilità meno impattante di rimozione e ripristino delle precedenti condizioni del suolo naturale.



Esempio di fondazioni e sostegni in calcestruzzo. (Shutterstock.com)



Esempio di fondazioni in calcestruzzo e sostegni metallici. (Shutterstock.com)



Unsplash.com

6.8 Impianti fotovoltaici e biodiversità

In linea generale valgono le indicazioni dettate per la progettazione nelle diverse fasce di paesaggio, anche in relazione agli elementi di discontinuità del campo fotovoltaico e per i caratteri degli elementi vegetazionali da introdurre ai fini mitigativi o compensativi.

In tal senso l'uso di essenze autoctone ed edule, anche nell'ambito delle tecniche di ingegneria naturalistica, laddove applicabili, consente di introdurre elementi di maggiore integrazione con gli elementi della biodiversità locale (flora e fauna).
Gli interventi devono considerare, anche puntualmente, azioni e apprestamenti utili a conseguire un elevato grado di biodiversità generale.

Tra gli altri interventi si possono contemplare:

- realizzazione di impianti atti a favorire lo sviluppo dell'entomofauna e dell'erpetofauna. Quali:
  - la posa di cumuli di materiale inerte naturale (pietre di provenienza locale di varie pezzature), da ubicarsi in zone con prolungato soleggiamento e protette dal vento. I cumuli consentono di offrire a quasi tutte le specie di rettili e ad altri piccoli animali numerosi nascondigli, postazioni soleggiate, siti per la deposizione delle uova e quartieri invernali;
  - la posa di cumuli di piante morte, meglio se di specie autoctone differenti. Il legno morto rappresenta una importante fonte di biodiversità che contribuisce ad aumentare la complessità e, con essa, la stabilità degli ecosistemi;
- realizzazione di fasce fiorite, da realizzarsi all'interno dell'impianto, con ricadute significative sul sistema ecologico e produttivo in ragione del ruolo strategico, a livello ecosistemico, degli insetti impollinatori;
- realizzazione di sistemi di recupero e riutilizzo delle acque meteoriche, sia ai fini di irrigazione, sia ai fini della tutela e stoccaggio della risorsa acqua.

7. Alcuni riferimenti

Le immagini che seguono sono state selezionate perché rappresentative di alcune soluzioni progettuali finalizzate all'inserimento paesaggistico degli impianti nel contesto in cui si collocano.

Le soluzioni progettuali selezionate pongono attenzione ai seguenti aspetti: la contenuta occupazione al suolo delle strutture, la distanza e la presenza di coltivazioni tra i moduli, la disposizione coerente con la morfologia del terreno e gli elementi ordinatori del paesaggio, la disposizione verticale delle tessere che minimizza l'ombreggiamento e l'occupazione del suolo, l'integrazione con le pratiche colturali.

Esempi di nuovi paesaggi energetici.
(Fonte: Shutterstock.com)







Esempi di nuovi paesaggi energetici.
(Fonte: Shutterstock.com)









Utilizzo condiviso del territorio per pascoli e produzione di energia fotovoltaica. (Shutterstock.com)



Sistema Agrovoltiaco® su vigneto Trebbiano Toscano, Borgo Virgilio, Mantova, 2020. Immagine di cortesia: Giancarlo Ghidesi, REM Tec



Vigneti coperti con moduli fotovoltaici semitrasparenti. (Shutterstock.com)



Recinzione con pali di sostegno in legno, integrata al sistema di videosorveglianza. (Pexels.com)

8. Riferimenti e bibliografia

Normativa e linee guida istituzionali

- Regione Lombardia: “Linee guida per l’attenta progettazione paesaggistica di reti tecnologiche e impianti di produzione energetica” - Volume 7 del Piano Paesaggistico Regionale approvate con D.g.r. n.8/10974 del 30/12/2009
- Ministero bavarese dell’alimentazione, dell’agricoltura e delle foreste (finanziato da): Agri-Photovoltaik - Stand und offene Fragen - 2021
- Clean Energy Council: “Australian guide to agrisolar for large-scale solar - For proponents and farmers” – 2021
- Ministero dell’ambiente e della Sicurezza Energetica: “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” - 2022
- Regione Lombardia: Allegato 13 I Programma Regionale Energia Ambiente e Clima (PREAC) – “Ricognizione delle caratteristiche progettuali e localizzative relative all’installazione di specifiche tipologie di impianti a fonte rinnovabile in aree tutelate del territorio lombardo” - approvato D.g.r. 7553 del 15/12/2022
- Fraunhofer Institute for Solar Energy System ISE - Linee guida tedesche “Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition - A Guideline for Germany” - 2022
- Solar Power Europe e Bird Life international: “Solar, Biodiversity, Land Use – Best Pratice Guidelines” - 2022
- Regione Veneto- ISPRA- ARPAV: “Monitoraggio impatto microclimatico da FVT e A-FVT - Linea Guida ARPAV – 2023”
- Svizzera Energia - Swissolar: “Guida pratica per la procedura di annuncio o autorizzazione di impianti solari” - 2023

Studi e riferimenti scientifici

- Roberto Chiabrando, Enrico Fabrizio, Gabriele Garnero: “The territorial and landscape impacts of photovoltaic systems: Definition of impacts and assessment of the glare risk” in Renewable and Sustainable Energy Reviews – 2009
- A. Reyes, F. Garcia-Alonso, J. A. Reyes & Y. Villacampa: “Photovoltaic energy and the environment” in Renewable and Sustainable Energy Reviews – 2011
- Alessandra Scognamiglio: “Photovoltaic landscapes: Design and assessment. A critical review for a new transdisciplinary design vision” in Renewable and Sustainable Energy Reviews – 2014
- D. Oudes, S. Stremke: Next generation solar power plants? A comparative analysis of frontrunner solar landscapes in Europe - in Renewable and Sustainable Energy Reviews - 2020

Crediti fotografici immagini di copertina

- Andreas Gucklhorn – Unsplash.com
- Selvan B – Unsplash.com

A cura di:

Regione Lombardia

in collaborazione con:

FLA
FONDAZIONE LOMBARDIA PER L'AMBIENTE