

La valutazione dei suoli e delle terre ai fini della coltivazione di colture energetiche: prime applicazioni nella regione Veneto

Paolo Giandon, ARPAV Servizio Suoli

INDICE

- 1) Benefici e rischi ambientali legati allo sviluppo delle colture energetiche
- 2) Potenzialità di coltivazione delle colture energetiche senza aumento della pressione ambientale
- 3) Stima delle superfici agricole destinabili alla coltivazione di colture energetiche senza aumento della pressione ambientale
- 4) Colture energetiche e protezione del suolo
- 5) Valutazione dei suoli e delle terre ai fini della coltivazione di colture energetiche: prime applicazioni nella Regione Veneto

1) BENEFICI E RISCHI AMBIENTALI LEGATI ALLO SVILUPPO DELLE COLTURE ENERGETICHE

Il forte e condiviso impulso che vi è in Italia per le coltivazioni a fini energetici, appurato che abbiano un significato dal punto di vista economico ed in riferimento al bilancio energetico complessivo, non deve comportare ricadute negative sulla qualità dell'ambiente.

L'introduzione delle colture energetiche ad ampia scala potrebbe provocare qualche squilibrio ambientale soprattutto per quanto riguarda la tutela e il mantenimento del paesaggio agrario.

I rischi che la coltivazione intensiva delle specie da biomassa potrebbe avere sul nostro territorio sono legati a:

- aumento della pressione sull'intero settore agricolo dovuto all'intensificazione delle coltivazioni: compattamento del suolo, eccesso di nutrienti nel suolo e nelle acque, consumo eccessivo della risorsa idrica, erosione;
- trasformazione dei prati, prati-pascoli in terreno arabile per le colture bioenergetiche, con perdita delle riserve di carbonio immagazzinate;
- perdita della biodiversità per il ritorno a modelli di produzione più intensivi;
- errata scelta di specie che non tengono conto delle condizioni pedo-climatiche del luogo;
- incremento del rischio di incendio;
- semplificazione del paesaggio.

In genere per le colture energetiche si utilizzano terreni ritirati dalla produzione anche se per evitare ripercussioni negative sulla biodiversità, l'inquinamento idrico, il degrado del suolo e la distruzione di habitat e di specie di elevata importanza naturale, bisognerebbe inserire queste colture nelle normali rotazioni agrarie.

Al fine di organizzare la produzione ed i relativi interventi di promozione e sostegno alle biomasse, occorre tenere ben presenti gli effetti positivi e negativi che la scelta di queste colture comporta sull'ambiente (tabella 1).

A scala mondiale il maggiore effetto positivo è sicuramente rappresentato dalla riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico nonché dal minor ricorso alle fonti di energia fossile.

I potenziali effetti positivi o negativi sul territorio sono legati al tipo di azioni che si intraprendono a livello locale e aziendale e alle pratiche utilizzate per la coltivazione.

A scala territoriale, ad esempio, possono sorgere problemi in ordine alla conservazione del suolo, al consumo delle risorse idriche, alla perdita della biodiversità e alla modifica del paesaggio agrario. D'altro canto, le colture da biomassa, se ben inserite nei diversi ambienti, possono avere ricadute positive nel caso in cui vengano coltivate in terreni poco adatti per la coltivazione di colture alimentari, oppure in suoli da risanare a causa della presenza di sostanze inquinanti.

A scala aziendale i maggiori problemi sono relativi al bilancio economico delle colture, al mantenimento della fertilità del suolo, alla stabilità delle rese, alla flessibilità dell'ordinamento produttivo.

Tabella 1 – Impatti delle colture da biomassa su aspetti ambientali e gestionali

Scala globale	Scala territoriale	Scala aziendale
Biodiversità	Conservazione del suolo	Bilancio economico
Bilancio CO2	Tutela delle risorse idriche	Conservazione della fertilità del suolo
Riduzione altre emissioni	Valori ricreativi paesaggistici	Fabbisogno di lavoro umano e meccanico
Bilancio energetico		Stabilità delle rese
		Flessibilità ordinamento produttivo

2) POTENZIALITÀ DI COLTIVAZIONE DELLE COLTURE ENERGETICHE SENZA AUMENTO DELLA PRESSIONE AMBIENTALE

L'attività agricola ha modellato il paesaggio e modificato gli habitat naturali nei secoli passati. Nel corso degli ultimi cinquant'anni la Politica Agricola Comunitaria (PAC) ha contribuito all'intensificazione della produzione agricola, in particolare fino al termine del regime di sostegno dei prezzi dei prodotti agricoli.

L'aumentata intensità di impiego di mezzi tecnici nelle pratiche agricole ha provocato significativi impatti negativi sull'ambiente anche in Italia, in particolare sull'incremento del livello dei nitrati, dei fosfati, e talvolta dei pesticidi nelle acque, il degrado di alcuni habitat naturali con perdita di specie animali e vegetali, un eccessivo utilizzo di acqua per l'irrigazione ed un maggior contributo all'emissione di gas serra ed inquinanti atmosferici.

Nonostante la riforma della PAC negli anni 90 abbia contribuito ad attenuare tali impatti negativi, deve essere ancora raggiunto un buon equilibrio tra l'utilizzo di risorse necessario per l'attività agricola e la protezione dell'ambiente.

La crescente domanda di fonti alternative di energia ed in particolare dai prodotti agricoli potrebbe creare nuova ulteriore competizione tra l'attività agricola esistente, la produzione di energia, l'utilizzo di aree agricole per scopi di conservazione della natura e le necessità legate all'urbanizzazione. E tutto ciò potrebbe comportare una pressione ambientale aggiuntiva provocata dall'introduzione delle colture energetiche.

L'impatto ambientale delle colture energetiche dipende in larga misura dalla scelta delle aree utilizzate per la coltivazione in funzione delle caratteristiche pedo-climatiche, del tipo di coltura e dalle pratiche adottate. Alcune colture (ad es. le perenni) possono anche diminuire la pressione ambientale dell'attività agricola e migliorare la biodiversità dello spazio rurale.

E' per questo che a livello europeo viene ritenuto necessario lo sviluppo delle colture energetiche all'interno di un quadro di riferimento che possa garantire che la coltivazione di tali colture segua un approccio ecocompatibile.

Molte specie vegetali ed animali dipendono per la loro esistenza dalla presenza di una certa agricoltura di tipo estensivo. Spesso però questo tipo di attività agricola non è sufficientemente remunerativa soprattutto in aree marginali e quindi gli agricoltori cercano di convertirla ad attività più intensiva e redditizia oppure la abbandonano, lasciando le aree a loro stesse.

Un punto cardine delle politiche agricole degli ultimi anni e che dovrà rimanere ben presente nel futuro, sta proprio nel provvedere a forme d'incentivo e sostegno tecnico-economico da riservare agli agricoltori che conducono aziende in aree particolarmente importanti per la conservazione della natura. In questi ambiti la produzione di bioenergia dai sistemi produttivi agricoli di tipo estensivo (sfalci d'erba, pulizia di siepi e aree marginali, legno, ecc.) può tradursi in un'integrazione al reddito e contribuire, nel contempo, al mantenimento delle stesse aziende agro-naturalistiche.

Le possibili pressioni ambientali dovute alla coltivazione delle colture energetiche sono legate principalmente ai seguenti fattori:

- aumento della domanda di prodotti agricoli a fini alimentari ed energetici, con conseguente intensificazione delle pratiche agronomiche (lavorazioni, concimazione, trattamenti, ecc.);
- incentivo a trasformare aree con coltivazioni di tipo estensivo (prati permanenti, oliveti, set aside, ecc.) in aree coltivate a seminativo da utilizzare per la coltivazione di colture energetiche;
- combinazione tra le diverse colture energetiche non adeguata, cioè che non tiene in considerazione le specifiche pressioni ambientali esercitate da ciascun tipo di coltura nel contesto dei particolari problemi di conservazione dell'ambiente che caratterizzano ciascuna regione.

Anche nel Veneto in ciascuna area con differenti caratteristiche pedologiche, morfologiche, climatiche le problematiche elencate rivestono un'importanza diversa in funzione dei fenomeni di degrado ambientale che si riscontrano.

L'erosione del suolo, ad esempio, riveste un'importanza particolare negli ambienti collinari e montani, soprattutto laddove aree inerbite dovessero essere arate e lavorate; la compattazione dei suoli assume risvolti problematici nei territori di bassa pianura con suoli a tessitura fine laddove il deflusso delle acque risulta difficoltoso in occasione degli eventi piovosi più significativi nei momenti di piena ed il mancato assorbimento delle acque da parte dei suoli comportato da un aumento incontrollato delle portate dei canali di scolo.

Il rilascio di nutrienti, in particolare azoto, nelle acque, risulta particolarmente grave nelle zone che sono definite "vulnerabili" ai sensi della Direttiva Nitrati e che interessano più del 60% della pianura veneta; per questo motivo l'utilizzo dei fertilizzanti, organici o minerali, deve essere particolarmente oculato anche per le colture energetiche, avendo come obiettivo un costante equilibrio tra asportazioni e concimazioni.

L'utilizzo di acqua per l'irrigazione è problematico particolarmente nelle aree con suoli grossolani in cui il raggiungimento di livelli produttivi accettabili è possibile solo con il consistente apporto di acqua irrigua; la

diffusione delle colture energetiche dovrebbe preferenzialmente riguardare le colture meno esigenti dal punto di vista irriguo.

La biodiversità nell'ambiente rurale è la risultante degli effetti indotti dalla gestione complessiva dell'azienda: maggiore è l'intensificazione attraverso lavorazioni più frequenti e intense, utilizzo massiccio di fertilizzanti e antiparassitari, utilizzo di elevate quantità di acqua per l'irrigazione, scarsa diversificazione colturale, e più l'ecosistema tende a semplificarsi perdendo buona parte della diversità che lo caratterizzava originariamente.

Per fornire orientamenti allo sviluppo delle colture energetiche che consentano un adeguato livello di salvaguardia ambientale l'Agenzia Europea per l'Ambiente ha fornito alcuni criteri di prevenzione delle pressioni ambientali sopra descritte che sono stati utilizzati per alcune previsioni del possibile sviluppo delle colture energetiche nei paesi dell'Unione Europea; tali criteri sono di seguito elencati e brevemente descritti:

1) *Almeno il 30% delle aree agricole deve essere dedicato a sistemi di coltivazione "a basso impatto" (agricoltura biologica, integrata, con applicazione di alcune misure agroambientali del Piano di Sviluppo Rurale, ecc.)*

I sistemi di coltivazione di tipo biologico o comprensivi di aree ad alto valore naturale (SIC, ZPS, parchi regionali e altre aree di pregio naturalistico) hanno un elevato livello di biodiversità, e rappresentano luoghi di conservazione di particolari habitat soprattutto in regioni agrarie caratterizzate da sistemi agricoli fortemente orientati al mercato. Un livello minimo del 30% di aree in cui sono applicate tecniche di coltivazione a basso impatto costituisce una sorta di baluardo a garanzia del mantenimento di una certa naturalità necessaria per la biodiversità delle specie allo scopo di evitare che l'introduzione delle colture energetiche possa erodere questa importante "riserva" di naturalità.

2) *Il 3% delle aree agricole oggi coltivate con tecniche intensive deve essere trasformato in aree di conservazione naturale e per la creazione di corridoi ecologici*

Tale criterio in diverse regioni è già stato in parte avviato con le misure dei Piani di Sviluppo Rurale; anche l'applicazione di questo criterio contribuisce al ripristino e mantenimento del "serbatoio" di naturalità importante per la sopravvivenza degli ecosistemi.

3) *Le aree interessate da coltivazioni di tipo estensivo (prati permanenti, oliveti, ecc.) devono essere mantenute*

Le aree che ancor oggi hanno mantenuto una presenza rilevante di prati permanenti rappresentano un patrimonio naturalistico che non può essere disperso ed è importante che in una prospettiva di maggior diffusione delle colture energetiche esse vengano espressamente difese e mantenute.

4) *Devono essere utilizzate solamente colture energetiche a basso input e con basso impatto ambientale*

Le diverse colture energetiche hanno impatti ambientali differenti, come visto in precedenza, sul suolo (erosione, perdita di fertilità, compattazione, ecc.), sulle acque (rilascio di nutrienti, utilizzo irriguo, ecc.), sull'aria (emissione di gas serra e di altri inquinanti) e sulle specie animali e vegetali (perdita di biodiversità); una scelta oculata delle colture in funzione delle condizioni pedoclimatiche e delle tecniche agronomiche applicabili può ridurre in modo consistente i potenziali rischi di impatto ambientale.

3) STIMA DELLE SUPERFICI AGRICOLE DESTINABILI ALLA COLTIVAZIONE DI COLTURE ENERGETICHE SENZA AUMENTO DELLA PRESSIONE AMBIENTALE

Le superfici disponibili per la coltivazione di colture destinate alla produzione di energia sono fortemente influenzate dall'entità delle superfici che possono essere distolte dalla normale produzione con finalità alimentari.

A livello comunitario si prevede che la futura riforma della PAC, con una totale liberalizzazione dei mercati dei prodotti di origine animale entro il 2025 ed abolizione del regime delle quote latte, provocherà una diminuzione nelle produzioni zootecniche per effetto dei maggiori costi di produzione che caratterizzano il settore in Europa, con una conseguente minor richiesta per terreni destinati alla produzione di alimenti, che potrebbero invece essere utilizzati per le colture energetiche.

Secondo le stime dell'Agenzia Europea per l'Ambiente la superficie utilizzata per le colture energetiche dovrebbe aumentare del 50% tra il 2010 ed il 2030, cioè passare dall'8% al 12% della SAU totale, pari a circa 162.000.000 ha; tale aumento è reso possibile grazie al contributo dato principalmente dai maggiori produttori agricoli europei, in particolare Polonia, Spagna, Italia, Inghilterra, Lituania e Ungheria per effetto della riforma della PAC, oltre che da Germania e Francia per effetto di una maggiore competitività tra colture energetiche e colture destinate a prodotti per l'esportazione.

In particolare in Italia la superficie destinata a colture energetiche dovrebbe passare da 1.074.000 ha nel 2010 a 2.165.000 ha nel 2030.

Le colture energetiche soddisfano requisiti e obiettivi produttivi diversi rispetto alle colture convenzionali destinate all'alimentazione; esse devono massimizzare il loro contenuto "energetico" piuttosto che la produzione di sostanze con valore nutrizionale. Attualmente questa condizione non è del tutto percorribile essendo il set di colture energetiche coincidente a quelle da sempre destinate alle produzioni alimentari, fatta eccezione per le colture legnose o da fibra da sempre impiegate per la produzione di combustibili.

Partendo dalle principali pressioni ambientali (erosione e compattazione dei suoli, rilascio di nutrienti e pesticidi nelle acque, consumo di acqua, rischio di incendio e perdita di biodiversità) che possono essere esercitate dalle diverse colture energetiche, l'Agenzia per l'Ambiente Europea ha valutato che le colture perenni (legnose, graminacee poliennali) generalmente hanno un impatto ridotto rispetto alla maggior parte di quelle annuali. Tra quest'ultime i cereali hanno performance ambientali leggermente migliori rispetto al colza, mentre bietola e patata hanno i maggiori impatti ambientali (tabella 2).

In sistemi estensivi multi-colturali possono combinarsi impatti ambientali ridotti con livelli produttivi relativamente elevati perché l'intera pianta può essere raccolta diverse volte in un anno; tali situazioni sono molto più praticabili nel centro-nord Europa mentre negli ambienti mediterranei la scarsa disponibilità di acqua costituisce un fattore fortemente limitante.

Prendendo a riferimento questo tipo di valutazioni che combinano gli obiettivi di minor impatto ambientale, maggior produzione di energia e massima efficienza energetica anche nella fase di trasformazione ed utilizzo dei prodotti, per ciascuno stato dell'UE sono state individuate delle combinazioni ottimali di colture energetiche. Nei paesi del Mediterraneo le colture considerate più adatte alla produzione di energia sono i cereali (mais, sorgo e cereali autunno-vernini) e la canna comune.

Tabella 2 – Valutazione dell’impatto ambientale delle colture energetiche sulla base delle pressioni sulle diverse matrici ambientali (A= basso rischio, B= medio rischio, C= alto rischio, n/a= criterio non rilevante ai fini della pressione considerata; Fonte: l’Agenzia Europea per l’Ambiente).

Coltura	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Consumo di acqua	Biodiversità dell’ecosistema agricolo
Mais	C	B	C	C	A/B	C
	Suolo scoperto per lungo periodo, coltura a file	Macchine molto usate, radici poco sviluppate	Fabbisogni alti	Alto uso di fitofarmaci, pianta soggetta a molte malattie	Alta efficienza nell’uso di H ₂ O ma spesso irrigata per alte esigenze idriche	Uso fitofarmaci, scarsa differenziazione malarbe
Girasole	C	A	B	A/B	B	A/B
	Suolo scoperto per lungo periodo, coltura a file	Apparato radicale profondo e denso; spesso coltivato estensivamente	Fabbisogni moderati buon assorbimento o concimi	Può aver bisogno di trattamenti	Resistente a siccità ma cresce meglio se irrigato	Diversità malarbe
Sorgo da fibra	A	A	C	B/C	A/C	B
	Buona copertura del suolo se coltivato a densità elevate	Apparato radicale molto espanso	Richiede solo una concimazione di base	Non competitivo nei primi stadi di crescita	Fabbisogno di acqua dipende dalla estensivizzazione della coltura	Scarso uso di diserbanti, può essere fonte di cibo (semi)
Miscanto	A	A	C	B/C	A/C	B
	Coltura poliennale; Buona copertura del suolo	Apparato radicale molto espanso	Richiede basse concimazioni	Non competitivo nei primi stadi di crescita	Fabbisogno di acqua dipende dalla estensivizzazione della coltura	Coltura fitta da ottimo rifugio agli animali. Scarso uso di diserbanti dopo il primo anno
Soia	C	A	C	A/B	B	A/B
	Suolo scoperto per lungo periodo, coltura a file	Apparato radicale fittonante; spesso coltivato estensivamente	Fabbisogni moderati buon assorbimento o concimi	Non competitivo nei primi stadi di crescita	Richiede meno acqua del mais ma è poco resistente a siccità	Coltura fitta da ottimo rifugio agli animali.
Colza	B	A	A	C	A	B/C
	Coltura a file ma alta densità di copertura; terreno nudo in estate	Apparato radicale denso	Fabbisogni elevati, rischio di lisciviazione dipende dalla concimazione autunnale	Numerosi trattamenti	Ciclo autunno/primaverile	Alto uso di fitofarmaci; ricco di polline per insetti pronubi

E' stata tenuta in grossa considerazione la previsione di sviluppo tecnologico del settore che potrà condizionare fortemente la richiesta per determinati prodotti; al momento attuale la maggior parte del potenziale energetico deriva dal contenuto di olio o di amido dei prodotti agrari in quanto sono le sostanze che sono poi convertite in biocarburante. In futuro è prevedibile che ci sarà uno spostamento dai biocarburanti di prima generazione (biodiesel dalle oleaginose e bioetanolo da cereali o bietola) a quelli di seconda generazione (carburanti liquidi da biomassa legnose) o a quelle di generazioni ulteriormente evolute (già sono in corso applicazioni sperimentali di biocarburanti di terza e quarta generazione) . Inoltre una percentuale maggiore del potenziale bioenergetico agricolo potrebbe essere utilizzato per la produzione di calore ed elettricità. I sistemi più avanzati di produzione dei biocarburanti, di calore e di energia elettrica sono in grado di utilizzare diverse biomasse come gli sfalci dei prati permanenti, il legno o la pianta intera delle colture tradizionali.

Il passaggio dalla produzione di bioetanolo tradizionale a quello prodotto da materiali ligno-cellulosici non richiede la costruzione di impianti completamente nuovi, ed è anche per questo che i cereali stanno diventando più interessanti della bietola per la produzione di biocarburante.

La stima fatta dall'AEA prevede che nel 2010 l'energia da biomassa potrebbe ammontare a 47 Mtep, per passare a 95 nel 2020 e 144 nel 2030; questa triplicazione della produzione di energia da biomassa è dovuta a tre fattori:

- una combinazione di maggior disponibilità di terreni agrari per effetto della liberalizzazione dei mercati agricoli e di un aumento della produttività;
- un aumento dei prezzi dell'energia e dei certificati verdi;
- un generale aumento delle rese energetiche per ettaro, soprattutto per la colture energetiche più innovative, dovuto in particolare all'introduzione delle tecnologie di conversione bioenergetica più avanzate dopo il 2010.

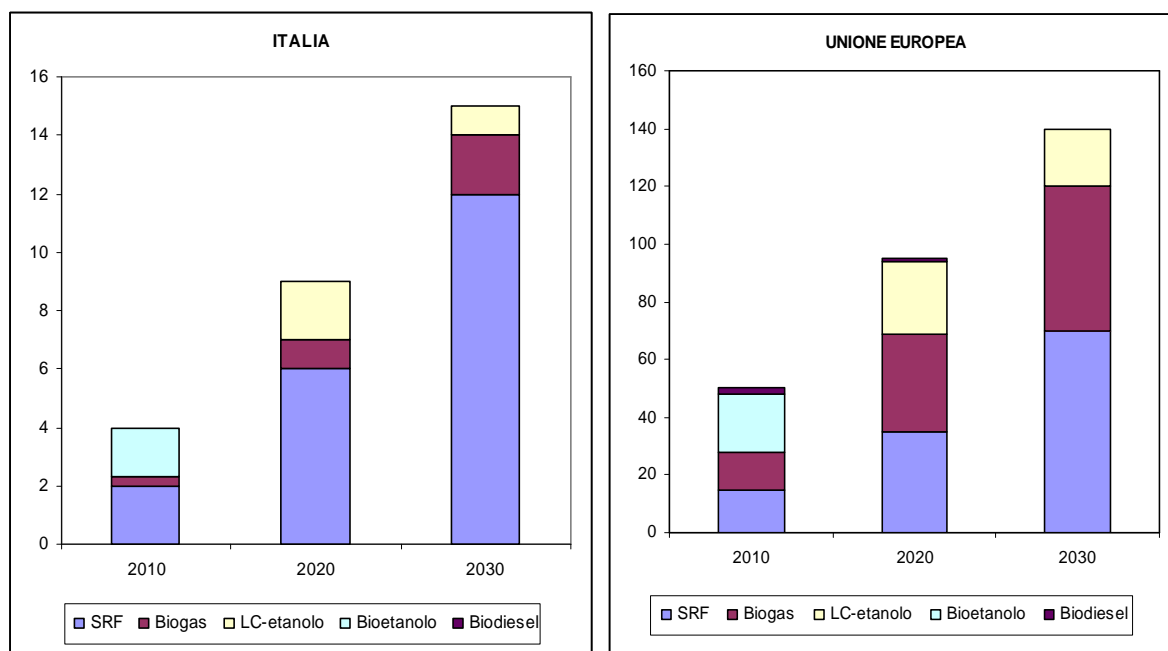


Figura 3 – Potenziale bioenergetico ecocompatibile (Mtep) stimato dall'AEA per l'Italia e l'Unione Europea; SRF= Short Rotation Forestry (pioppo, salice, ecc.) e colture erbacee permanenti (canna comune, miscanto, ecc), Biogas = mais, erbai, prati, LC-etanolo=cereali pianta intera; Bioetanolo=cereali; Biodiesel=colza e girasole.

Si prevede che la combinazione ottimale di colture energetiche si modificherà drasticamente nel tempo. Mentre nel 2010 il 40% circa del potenziale bioenergetico agricolo potrebbe essere ancora dedicato alle colture per la produzione di biocarburanti convenzionali, successivamente questa quota è destinata a decrescere rapidamente sia per le scarse prestazioni ambientali di alcune colture oleaginose e di alcuni cereali sia per le minori rese energetiche ad ettaro che queste avranno in presenza di sistemi di produzione di biocarburanti dai materiali ligno-cellulosici (che usano la pianta intera e non solo il seme).

Quindi nel tempo le colture graminacee permanenti e la short rotation forestry sono destinate ad aumentare sostanzialmente perché, a differenza delle convenzionali colture annuali, assommano basse pressioni ambientali ed alte rese energetiche nell'ottica dei biocarburanti di seconda generazione.

Anche per le colture destinate alla digestione anaerobica per la produzione di biogas si prevede un consistente aumento dopo il 2020 per effetto di uno sviluppo tecnologico che potrà aumentare sensibilmente l'efficienza nella produzione di biogas.

Il potenziale bioenergetico ecocompatibile stimato dall'AEA è rappresentato in figura 3; l'85% circa di tale potenziale sarà prodotto in soli 7 stati (Spagna, Francia, Germania, Italia, Inghilterra, Lituania e Polonia) che presentano la situazione più favorevole rispetto ad alcuni fattori quali elevata competitività economica dei sistemi agricoli collegata ad una densità della popolazione equilibrata.

4) COLTURE ENERGETICHE E PROTEZIONE DEL SUOLO

Come già sopra evidenziato lo sviluppo delle colture energetiche pone alcune questioni ambientali. La Comunicazione della Commissione "Piano d'azione per la biomassa", Annex 4 - Environmental impacts, evidenzia due priorità, la prima delle quali riguarda la necessità di garantire che nella produzione di biomassa siano rispettati i requisiti ambientali specifici delle aree di intervento. La Commissione afferma che "per rispondere a queste necessità occorre riflettere con attenzione su dove allestire le colture energetiche affinché s'inseriscano in maniera ottimale nella rotazione delle colture, evitando ripercussioni negative sulla biodiversità, l'inquinamento idrico, il degrado del suolo e la distruzione di habitat e di specie di elevata importanza naturale. I criteri di sostenibilità per la produzione nell'UE non devono, tuttavia, limitarsi alle sole colture energetiche, ma devono interessare tutti i terreni agricoli, come del resto previsto dalle norme sulla condizionalità introdotte dalla riforma della PAC del 2003. Tutti questi criteri devono inoltre tener conto dei vantaggi che la coltivazione delle colture energetiche presenta nei sistemi di rotazione delle colture e nelle zone marginali. Tali criteri e norme (...) devono essere efficaci e non imporre eccessivi oneri burocratici."

La protezione del suolo

Gli aspetti ambientali da affrontare in relazione allo sviluppo delle bioenergie sono numerosi (biodiversità, invasività delle specie, paesaggio, diffusione nelle aree protette, ecc.). Tuttavia, tenute presenti anche le linee della nuova Politica Agricola Comunitaria e il principio della condizionalità, il suolo è senza dubbio uno degli elementi principali da considerare nel valutare la possibile diffusione delle colture bioenergetiche. Il suolo - e di riflesso le acque - può risentire degli effetti di una indiscriminata diffusione di queste colture e, d'altronde, è una risorsa estremamente variabile, nello spazio oltre che nel tempo, e indissociabile dall'ambiente in cui evolve. La caratterizzazione dei diversi tipi di suolo e delle loro funzioni, in interazione con gli altri fattori ambientali, è quindi indispensabile per valutare la sostenibilità delle molteplici iniziative,

intraprese o ipotizzabili, per la produzione di biomasse da utilizzare a fini energetici e i possibili impatti sui vari comparti ambientali.

Tra le minacce al suolo che potrebbero essere causate da una diffusione delle colture bioenergetiche si possono menzionare:

- 1) la contaminazione del suolo prodotta da un incremento nell'uso di input chimici e organici (prodotti fitosanitari, nutrienti, reflui zootecnici, fanghi);
- 2) i processi di compattazione, erosione, causati da una intensificazione delle lavorazioni;
- 3) l'impoverimento del carbonio organico (C) del suolo e di altri nutrienti (K, P) attraverso un aumento dell'asportazione di biomassa con conseguente calo della fertilità del suolo, riduzione della capacità protettiva delle acque, perdita di biodiversità e riduzione dell'effetto di contenimento della CO₂ in atmosfera.

Attitudine dei suoli e delle terre alla coltivazione di colture energetiche

Ogni suolo si caratterizza per una propria capacità di produrre biomassa, in relazione ai requisiti delle differenti piante coltivate, con definiti usi delle terre e tecniche agroambientali.

Specificità di ogni suolo è inoltre la reazione ai diversi usi delle terre finalizzati alla produzione di bioenergie: una definita utilizzazione delle terre può, secondo il tipo di suolo, migliorarne o degradarne la qualità. Anche la capacità di fungere da filtro naturale per le acque superficiali e sotterranee o il rilascio nell'atmosfera di anidride carbonica, metano o altri gas, sono funzioni strategiche e specifiche di ogni suolo (magazzinaggio, filtraggio e parziale trasformazione di minerali, materia organica, acqua, energia e diverse sostanze chimiche).

Per affrontare le problematiche del suolo associate alla diffusione delle colture a scopo energetico è importante sia definire criteri ed indirizzi e predisporre metodologie (attitudine dei suoli, valutazione delle terre) per la verifica della congruità delle colture proposte rispetto alle caratteristiche e alle condizioni ambientali (sostenibilità ambientale), in linea con gli orientamenti comunitari (PAC, condizionalità); sia studiare e approfondire gli impatti sulle risorse ambientali (degradazione del suolo, consumo e qualità delle acque) e sull'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili (consumi energetici ed emissioni).

Le conoscenze disponibili a livello regionale sono una base eccellente per impostare una valutazione armonizzata delle qualità e vulnerabilità dei diversi tipi di suolo in relazione alla produzione di biomasse, nonché dei possibili impatti su altri comparti ambientali.

Alcuni servizi del suolo regionali hanno elaborato esempi interessanti di applicazione delle informazioni disponibili sui suoli alla valutazione delle diverse capacità di produrre biomasse, di incorporazione di carbonio organico e di reazione a un diminuito apporto dello stesso, di attenuazione dell'inquinamento delle acque. A titolo di esempio nelle tabelle 3 e 4 sono riportati due esempi di applicazione delle informazioni relative ai suoli derivati dalla carta dei suoli per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione del girasole (tabella 3 – Regione Piemonte) e del colza (tabella 4 – Regione Friuli Venezia Giulia).

Tabella 3 – Schema interpretativo per l'attribuzione ai suoli di classi di attitudine alla coltivazione del girasole (Piemonte); per la tessitura vedi allegato 7o.

Caratteri e qualità	Molto adatto	Moderatamente adatto	Poco adatto	Non adatto
Reazione (topsoil)	5.5-8.3	4-5.5 e 8.3-8.9	<4 e >8.9	
Tessitura (sez. di controllo)		FS-A-AL	S-SF	
Carbonio org. (topsoil)	>0.8	<0.8		
Orizzonti compatti	>80 cm	<80 cm		
Scheletro (sez. di controllo)	<10	10-35	35-75	>75
Idromorfia	Oltre 70 cm	40-70		0-40
Morfologia	Pianura e terrazzi	Fondovalle e versante pendenza <15%	Versante pendenza 15%-30%	Versante pendenza >30%
Quota	0-600	600-800	600-800	>800
Incrostamento (topsoil)	Assente-Moderato	Forte		

Tabella 4 – Schema interpretativo per l'attribuzione ai suoli di classi di attitudine alla coltivazione del colza (Regione Friuli Venezia Giulia); per le classi tessiture vedi allegato 7; granulometria: FR=frammentale, SS=scheletrico-sabbiosa, A=argillosa; AF=argillosa-fine, AMF=argillosa molto fine, S=sabbiosa, F=franca, FG=franca grossolana, FF=franca fine, LG=limosa grossolana, LF=limosa fine.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto	Adatto	Poco adatto	Non adatto
Scheletro	Alta	0-35%	36-70%		>70%
Tessitura	Alta	FS-F-FL-LSA-FA-FLA-AS	SF-L-AL-A	S	
Granulometria	Alta	SF-F-FG-FF-LG	SA-A-AF-AMF-S-LF	SS	FR
Riserva idrica (AWC)	Alta	>100 mm	50-100 mm	<50 mm	
Drenaggio interno	Alta	buono, mediocre	moderatamente rapido, lento	rapido, molto lento-	impedito
Reazione	media	5,6-8,4	4,6-5,5	<4,6 / >8,4	
Pietrosità superficiale	media	0-1%	1-15%	15-50%	>50%

La valutazione della combinazione piante-suolo passa attraverso la considerazione prioritaria di alcuni aspetti prettamente agronomici anche se mai separabili dai risvolti ambientali; infatti una combinazione ottimale consente di sfruttare al meglio le potenzialità della pianta e quindi richiede meno interventi e utilizzo di input esterni.

I principali aspetti agronomici da considerare sono i seguenti:

- Adattabilità della coltura,
- Produttività,
- Sostenibilità economica (irrigazioni, nutrizione, difesa),
- Resistenza a condizioni climatiche avverse,
- Suscettività della coltura a particolari caratteri negativi del suolo (strati compatti, idromorfia, calcare, ecc.).

La valutazione degli aspetti agronomici non esaurisce le considerazioni necessarie a definire l'attitudine dei suoli alle colture energetiche; è importante e necessario per quanto sopra riportato considerare anche alcuni aspetti ambientali, in particolare:

- il mantenimento di un livello minimo di carbonio organico per la fertilità del suolo;
- il contenimento del rischio di erosione e di compattazione;
- il miglioramento della qualità delle acque (riduzione di nutrienti e fitofarmaci).

Un'adeguata considerazione di questi rischi sarà sempre più tenuta in considerazione in un prossimo futuro nell'ambito degli interventi previsti per la protezione del suolo. Adeguati strumenti di misura e definizione di tali fenomeni sono in fase di messa a punto a livello regionale, nazionale oltre che europeo.

5) LA VALUTAZIONE DEI SUOLI E DELLE TERRE AI FINI DELLA COLTIVAZIONE DI COLTURE ENERGETICHE: PRIME APPLICAZIONI NELLA REGIONE VENETO

Le conoscenze disponibili a livello regionale sono una base eccellente per impostare una valutazione armonizzata delle qualità e vulnerabilità dei diversi tipi di suolo in relazione alla produzione di biomasse, nonché dei possibili impatti su altri comparti ambientali.

Alcuni servizi del suolo regionali hanno elaborato esempi interessanti di applicazione delle informazioni disponibili sui suoli alla valutazione delle diverse capacità (i) di produrre biomasse, (ii) di incorporazione di carbonio organico e di reazione a un diminuito apporto dello stesso, (iii) di attenuazione dell'inquinamento delle acque. Alcuni di questi esempi relativi alla valutazione dell'attitudine dei suoli a colture bioenergetiche possono costituire una valida base di partenza per predisporre, attraverso accurate valutazioni ed integrazioni effettuate col contributo di tutte le regioni interessate, idonee metodologie per la previsione degli impatti delle colture a scopo energetico sulle risorse ambientali e sull'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili.

La valutazione di attitudine per i suoli del Veneto è stata finora predisposta per alcune specie a scopo energetico affiancando alla classica valutazione puramente agronomica che combina le esigenze della coltura alle caratteristiche dei suoli, una valutazione di tipo qualitativo sulla previsione degli impatti sul suolo di tale coltura, secondo i seguenti passaggi.

1- Valutazione dell'attitudine dei suoli alla coltura energetica

La propensione di una pianta agro-forestale ad accrescersi e quindi a produrre biomassa in maniera più o meno marcata, è determinata dalle condizioni pedoclimatiche e, in modo particolarmente significativo, dalle interazioni che essa instaura con i caratteri fisico-chimici del suolo. E' proprio da queste relazioni che è possibile vagliare un primo livello di informazioni per definire l'attitudine alla coltivazione. Per verificare quali sono i vincoli che possono determinare una crescita equilibrata o stentata di una specifica pianta, sono stati

costruiti degli schemi di correlazione tra i principali caratteri del suoli e le classi di attitudine colturale suddivise in “molto adatto”, “adatto”, “poco adatto” e “non adatto”.

I valori inseriti nelle matrici di ogni singola coltura sono stati assegnati sulla base di informazioni ricavate in bibliografia, dall'esperienza e dalle osservazioni critiche di un panel di esperti, valutando i requisiti che possono determinare variazioni di rendimento della coltura. Le classi di attitudine si basano sulle variazioni quali-quantitative di produttività delle colture. I migliori livelli di produttività sono rappresentati dalla classe “Molto adatto” e quelli inferiori, per un calo progressivo di rendimento di circa il 20-25 %, alle classi successive. I terreni classificati con il termine “non adatto” esprimono, per uno o più limiti delle specifiche condizioni pedologiche, rese di produttività potenzialmente inferiori al 50-60% rispetto alle condizioni ritenute ottimali. Ciò non rappresenta un limite assoluto alla coltivazione ma una condizione non convenientemente praticabile. Le classi di “Molto Adatto” e “Adatto” distinguono, per le diverse ragioni di carattere del suolo, le performance colturali ma sono entrambe legate a condizioni di sicura attuabilità della coltura.

Le matrici di valutazione dell'attitudine di ogni coltura poggiano sulla qualità delle informazioni disponibili. A rappresentare tale qualità è stato utilizzato un indice sintetico definito “*grado di fiducia*”, un'importante metadato riguardo l'affidabilità delle stesse informazioni. I valori inseriti nelle matrici si riferiscono, infatti, a dati acquisiti da studi di ecofisiologia, dall'interpretazione di indagini tecnico-scientifiche che in alcuni casi si sono dimostrate non omogenee o coincidenti a seconda delle fonti o da alcune corrispondenze nei rapporti pianta/suolo ritenute possibili ma non verificate sperimentalmente. In base alla presentazione delle diverse condizioni, il grado di fiducia *basso* si riferisce a modelli implementati sulla base di prevalenti informazioni bibliografiche e pochi dati sperimentali, il grado di fiducia *medio* è assegnato ad un sufficiente dettaglio delle informazioni inserite nella matrice e sulle quali esiste un riscontro oggettivo valutato sulla base delle osservazioni in campo in più luoghi e più anni mentre il grado di fiducia *alto* è attribuito alle informazioni con valore scientifico.

2- Valutazione dell'impatto ambientale della coltura energetica

L'attribuzione ai suoli di classi di attitudine alla coltivazione delle colture sino ad ora esaminata, è una prima fondamentale elaborazione che permette di conoscere le potenzialità dello sviluppo del settore bioenergetico identificando i migliori ambiti regionali per la loro coltivazione. Questo livello di conoscenza non è tuttavia esauriente e deve essere ulteriormente trattato considerando le pressioni e gli impatti sul suolo che possono avere le varie colture con le loro tecniche di coltivazione. E' importante e necessario per quanto sopra riportato considerare oltre gli aspetti agronomici anche alcuni aspetti ambientali quali:

- il mantenimento di un livello minimo di carbonio organico per la fertilità del suolo;
- il contenimento del rischio di erosione e di compattazione;
- il miglioramento della qualità delle acque (riduzione di nutrienti e fitofarmaci).

A tal fine e per ogni coltura è stata quindi redatta una tabella di valutazione della sua pressione sul suolo (A= basso rischio, B= medio rischio, C= alto rischio, n/a= criterio non rilevante ai fini della pressione considerata).

Adeguati strumenti di misura e definizione di tali fenomeni sono in fase di messa a punto anche a livello regionale, nazionale oltre che europeo. In tale contesto la Commissione Europea ha adottato la Strategia Tematica (COM (2006), 231) dove vengono identificate precise minacce per il suolo e una proposta di Direttiva sul suolo COM (2006), 232) con lo scopo di proteggere i suoli europei.

3- Rappresentazione cartografica

Per ciò che riguarda la rappresentazione cartografica dell'attitudine dei suoli alle colture a scopo energetico, è stata utilizzata la base dati fornita della Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250.000. La valutazione è incentrata sulle zone di pianura e collina e si è spinta verso la zona montana solo per quanto riguarda l'ampia Valbelluna e alcuni principali fondovalle alpini e prealpini, zone in cui lavorazioni, impianti ed interventi di questo tipo risultano ancora economicamente e tecnicamente sostenibili. Si sono esclusi quindi i veri e propri versanti montani, perlopiù boscati e gli ambienti alpini in genere. I caratteri considerati riguardano sia il suolo che alcuni aspetti fisiografici quali esposizione e quota.

I caratteri del suolo presi in considerazione sono:

- quantità di frammenti grossolani (*scheletro*);
- tessitura;
- riserva idrica (*available water capacity-AWC*);
- drenaggio interno;
- reazione;
- profondità della falda;
- salinità (conducibilità elettrica nell'estratto con rapporto terreno-acqua 1:2 in mS/cm);
- quantità di carbonio organico (solo per il platano).

Per quanto riguarda le colture arboree, i caratteri del suolo, disponibili in banca dati per singolo orizzonte pedogenetico, sono stati valutati sulla profondità di 1 metro, per meglio rappresentare le condizioni del suolo esplorato dalle radici di tali piante. Per le colture erbacee, invece, si sono considerate solo le caratteristiche dell'orizzonte superficiale.

Dalla banca dati dei suoli è stato possibile estrarre i dati di base necessari alla valutazione dell'attitudine del suolo alle diverse colture, mentre per gli aspetti fisiografici si sono utilizzate delle elaborazioni del modello digitale del terreno (DTM), disponibili per il territorio Veneto.

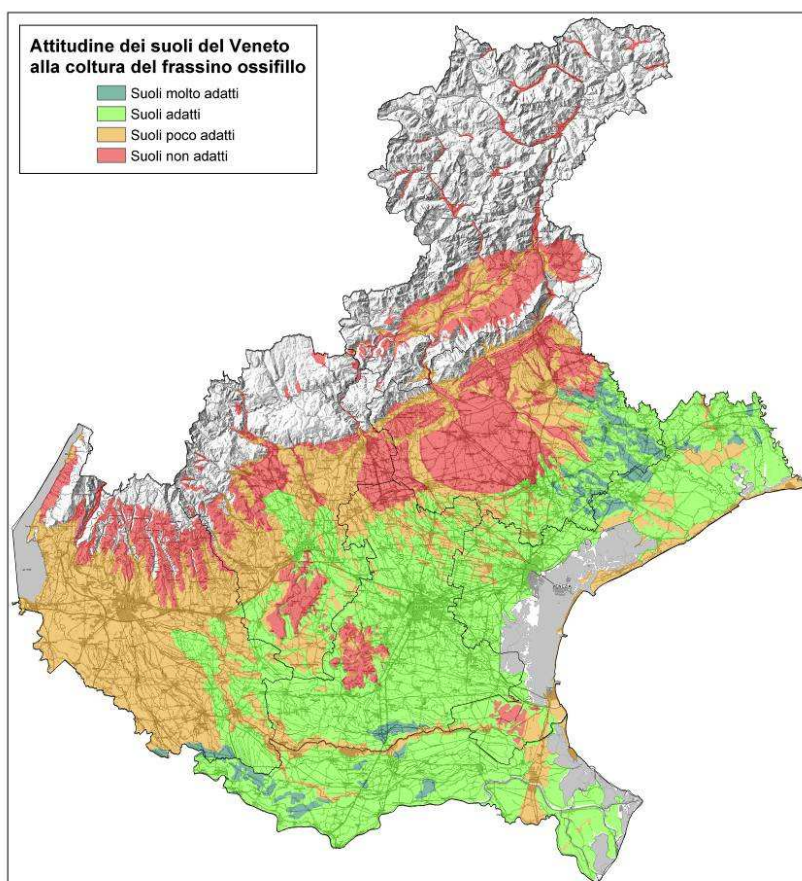
Tecnicamente, l'attitudine ad ogni coltura è stata valutata in riferimento alla singola Unità Tipologica di Suolo (UTS), attraverso una serie di interrogazioni (*query*) a cascata della banca dati delle UTS. Dal punto di vista cartografico, l'attitudine è stata espressa in 4 classi (*molto adatto (1)*, *adatto (2)*, *poco adatto (3)*, *non adatto (4)*) ed è riferita all'Unità Cartografica (UC) della carta dei suoli. Le UC della carta delineano zone con relativa omogeneità per quanto riguarda la presenza e distribuzione dei suoli; ad ogni UC è stata attribuita quindi la classe di attitudine che si riferisce all'UTS presente con frequenza dominante.

I passaggi tecnici principali si possono così riassumere:

- estrazione delle caratteristiche dei suoli sopraelencate riferite ad ogni UTS per ogni coltura;
- mediazione di tali caratteri sulla profondità di 1 metro per le colture arboree;
- attribuzione della classe di attitudine (da 1 a 4) relativa ad ogni caratteristica, con riferimento ai *range* degli schemi allegati, elaborati per ogni coltura;
- valutazione della classe di attitudine di ogni UTS per ogni coltura, riferita al carattere più limitante;
- attribuzione della classe di attitudine all'UC, in base all'attitudine dell'UTS dominante presente;
- restituzione cartografica dell'attitudine per ogni UC.

Coltura: Frassino ossifillo (*Fraxinus angustifolia*)

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	MEDIA	<5	5-15	15-35	>35
Tessitura	ALTA	A, AS, AL	FSA, FA, FLA, F, FL, L	FS, S, SF	
Riserva idrica (mm)	ALTA	>200	150-200	75-150	< 75
Drenaggio interno	MEDIA	mediocre, lento	buono	moderatamente rapido, rapido, molto lento	impedito
Reazione (pH)	ALTA	7,3-8,4	6,6 -7,3	5,5-6,5	< 5,5 e >8,4
Falda (cm)	MEDIA	<200		>200	
Salinità (EC1:2 mS/cm)	MEDIA	<0,4	0,4-1	1-2	>2
Quota (m s.l.m)	ALTA	0-100	100-250	250-400	>400
Esposizione	MEDIA				N-NE
Grado di fiducia		medio			



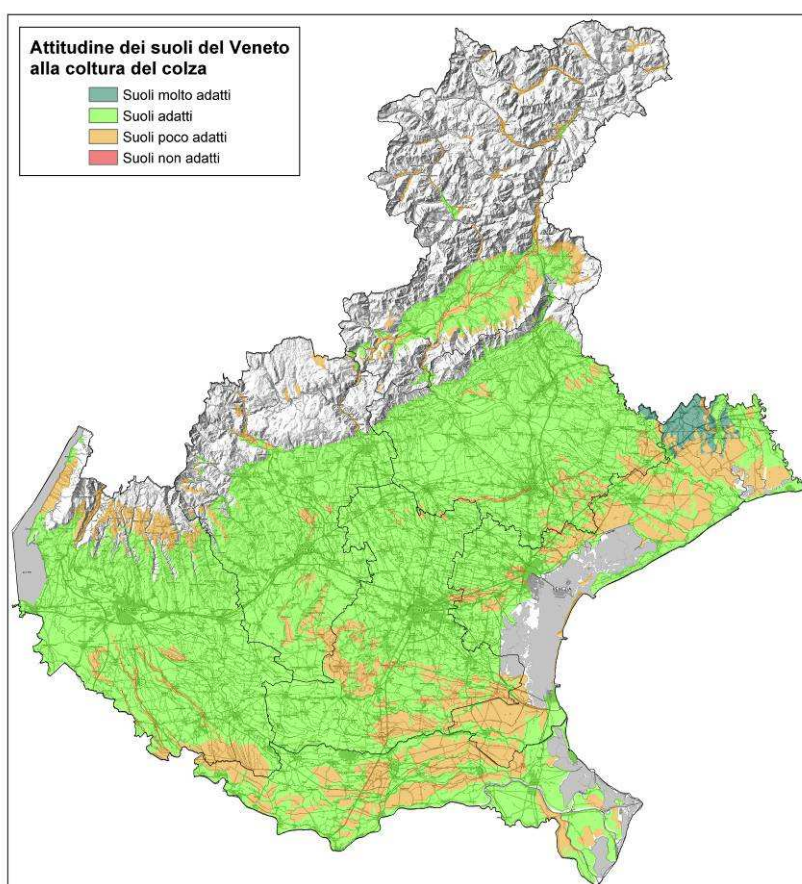
Valutazione pressione/impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'eco-sistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Ceduo a ciclo medio	Basso (A)	Basso (A)	Basso (A)	Basso (A)	Basso (A)	Basso (A)

Coltura: Colza

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	MEDIA	0-35	35-70	>70	
Tessitura	BASSA	FS-F-FL-FSA-FA-FLA	SF-A-AS-AL	S	
Riserva idrica (AWC-mm)	BASSA	>100	50-100	<50	
Drenaggio interno	MEDIA	buono, -mediocre	mod. rapido	rapido, lento, molto lento	impedito
Reazione (pH)	BASSA	5,4-7,8	4,5-5,4 e 7,8-8,4	<4,5 e >8,4	
Falda (cm)	MEDIA	100-150	>150 e 80-100	80-100	<50
Salinità (EC 1:2 ms/cm)	BASSA	<1	1-2	2-5	>5
Carbonio organico (%)	MEDIA	0,7-5	0,3-0,7 e 5-12	<0,3 e >12	
Quota (m s.l.m)	MEDIA	<700	<700	>700	
Esposizione	INDIFFERENTE				

Grado di fiducia

medio



Valutazione pressione/impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Coltura agraria annuale	Da basso a medio (A/B)	Basso (A)	Basso (A)	Medio (B)	Medio (B)	Medio (B)