VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI
VARIANTE N. 12 AL P.I.
COMUNE DI ROVIGO

Relazione

COMMITTENTE: Comune di Rovigo	PROGETTISTA: Ing. Giuseppe Baldo	GRUPPO DI LAVORO: Ing. Marco Monaci Dott. For. Nicolò Del Rizzo Dott. Luca Pressi
REDAZIONE: Ing. Marco Monaci Dott. For. Nicolò Del Rizzo Dott. Luca Pressi 08 | 03 | 23	CONTROLLO INTERNO: Ing. Giuseppe Baldo 08 | 03 | 23	APPROVAZIONE INTERNA: Ing. Giuseppe Baldo 08 | 03 | 23
PERCORSO DIGITALE: \...P1843\consegna.pdf		DATA: marzo 2023

AEQUA ENGINEERING SRL
C.F. e P.IVA 03913010272
SEDE LEGALE ED OPERATIVA
Via Veneto 1
30030 Martellago (VE)
Tel./Fax +39 041 5631962
www.aequaeng.com

Il presente documento, elaborato per il committente da AEQUA ENGINEERING SRL, non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza preventiva autorizzazione scritta

Sommario

1 Introduzione e finalità dello studio 2
2 Introduzione ai servizi ecosistemici 3
3 La strategia europea per il consumo di suolo e le norme della Regione Veneto 6
4 Metodologia 8
4.1 Individuazione dei Servizi Ecosistemici (SE) prioritari 9
4.2 Quantificazione biofisica dei Servizi Ecosistemici (SE) in relazione alle “Manifestazioni di interesse” 10
4.2.1 Assorbimento della CO_2 11
4.2.2 Protezione dall’erosione del suolo 12
4.2.3 Produzione agricola 15
4.2.4 Protezione dalle alluvioni e disponibilità di acqua in falda 16
4.2.5 Qualità degli habitat 17
4.2.6 Servizi ricreativi legati alla qualità del paesaggio 19
4.3 Ottimizzazione delle singole “Manifestazioni di interesse” 21
4.4 Confronto tra “Manifestazioni di interesse” e loro priorizzazione 22

1 Introduzione e finalità dello studio

Il Comune di Rovigo sta predisponendo la **Variante n.12 al Piano degli Interventi (P.I.)** in coerenza con i dettami della L.R. n. 11/2004 "*Norme per il governo del territorio e in materia di paesaggio*", la quale prevede che la pianificazione urbanistica si esplichi mediante il piano regolatore comunale, articolato in disposizioni strutturali contenute nel **Piano di Assetto del territorio (P.A.T.)** ed in disposizioni operative, contenute nel **Piano degli Interventi (P.I.)**.

La presente relazione descrive la metodologia di lavoro messa a punto per la valutazione delle prestazioni ambientali - in termini di generazione di "Servizi Ecosistemici" - delle "Manifestazioni di interesse" pervenute per la formazione del Piano di Interventi (P.I.) della Variante n.12.

In particolare, la suddetta Variante viene realizzata tenendo conto dei dettami della LR 14/2017 "*Disposizioni per il contenimento del consumo di suolo e modifiche della Legge Regionale 23 aprile 2004, n.11*"; questa promuove un processo di revisione sostanziale della disciplina urbanistica, ispirata ad una nuova coscienza delle risorse territoriali ed ambientali, in particolare puntando a **ridurre progressivamente il consumo di suolo non ancora urbanizzato**, in coerenza con l'obiettivo europeo di azzerarlo entro il 2050 e secondo i limiti di consumo previsti dalla DGR 668/2018.

La **metodologia** qui presentata ha un **duplice scopo**: da una parte permettere al Comune di valutare quanto il consumo di suolo consentito dalla DGR 668/2018 incida sui Servizi Ecosistemici espressi dal territorio. In secondo luogo, di consentire all'Amministrazione comunale di indirizzare, ottimizzare e valutare le "Manifestazioni di interesse" affinchè nel loro insieme migliorino, o comunque mantengano, la qualità ambientale e paesaggistica del territorio e i Servizi Ecosistemici correlati.

2 Introduzione ai servizi ecosistemici

I **Servizi Ecosistemici (SE)** sono, secondo la definizione data dal Millennium Ecosystem Assesment-MEA (2005), "*i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano"* e possono essere suddivisi, secondo il medesimo documento, in quattro categorie di servizi:

- **approvvigionamento** (come la produzione di cibo, acqua potabile, materiali o combustibile);
- **regolazione** *(*come regolazione del clima e delle maree, depurazione dell'acqua, impollinazione e controllo delle infestazioni*)*;
- **supporto alla vita** *(*come ciclo dei nutrienti, formazione del suolo e produzione primaria*)*;
- **valori culturali** *(*fra cui quelli estetici, spirituali, educativi e ricreativi*).*

I SE sono quindi quella serie di servizi che il **Capitale Naturale** genera a favore dell'uomo, capitale costituito dagli elementi che la natura offre, indispensabili per la vita: il suolo, le materie prime, l'acqua, le foreste, ecc. . L'importanza dei SE è quindi molto alta in quanto essi, direttamente o indirettamente, influenzano e sostengono la vita ed il benessere umano in termini di salute, accesso alle risorse primarie, sostentamento, ecc., secondo le relazioni rappresentate sinteticamente nella figura seguente.

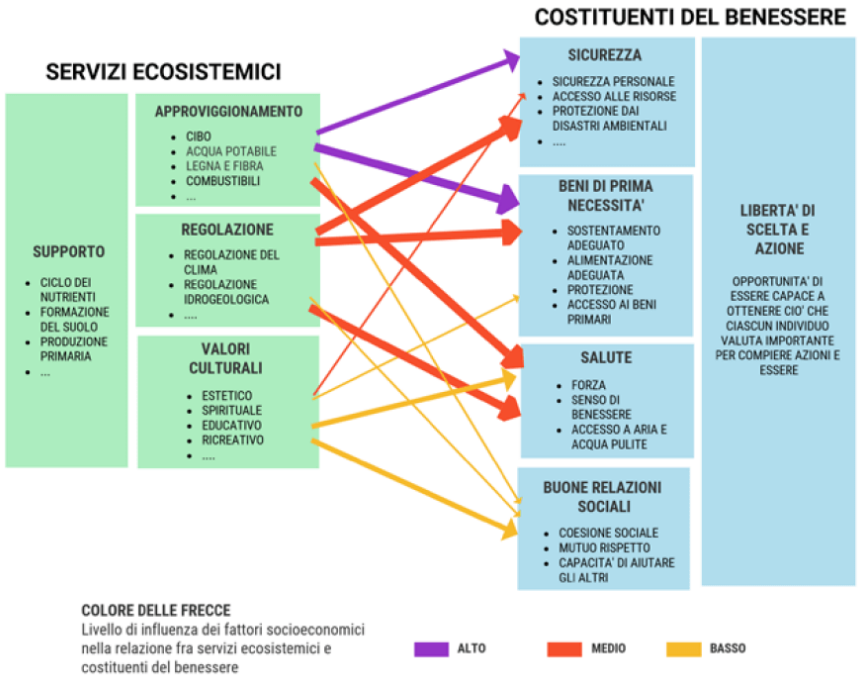


Figura 1 - Classificazione dei servizi ecosistemici e loro relazione con i fattori costituenti il benessere (Fonte: Millennium Ecosystem Assessment, modicato; ripreso da https://www.reteclima.it)

I SE sono sostenuti dalle **componenti dell'ecosistema e dai processi ecosistemici che queste svolgono**, come sommariamente indicato nella tabella seguente.

Tabella 1 - Classificazione dei Servizi Ecosistemici (da MEA, 2005, p. 28, mod., e de Groot, 2009).

Servizi Ecosistemici	Processo ecosistemico e/o componente fornitore del SE
Fornitura	
1. Cibo	Presenza di piante, animali commestibili
2. Acqua	Riserve d'acqua potabile
3. Fibre, combustibili, altre materie prime	Specie o materiali minerali con uso potenziale come materia prima
4. Materiali genetici: geni della resistenza ai patogeni	Specie con materiale genetico potenzialmente utile
5. Specie ornamentali	Specie o materiali minerali con uso ornamentale
Regolazione	
1. Regolazione qualità dell'aria	Capacità degli ecosistemi di assorbire composti chimici dall'atmosfera
2. Regolazione del clima	Influenza degli ecosistemi sul clima locale e globale
3. Mitigazione dei rischi naturali	Protezione contro i danni da eventi distruttivi (es. inondazioni)
4. Regolazione delle acque	Ruolo delle foreste nell'infiltrazione delle piogge e graduale rilascio delle acque
5. Assimilazione dei rifiuti	Processi di rimozione e dissoluzione di composti organici e composti chimici
6. Protezione dall'erosione	Formazione e rigenerazione del suolo (pedogenesi)
7. Formazione e rigenerazione del suolo	Abbondanza ed efficacia degli impollinatori
8. Impollinazione	Controllo delle popolazioni di infestanti attraverso relazioni trofiche (predatori o competitori "utili")
9. Controllo biologico	
Supporto	
1. Habitat	Funzionalità di aree di riproduzione, alimentazione e rifugio per specie stanziali e in migrazione
2. Conservazione della biodiversità genetica	Mantenimento di processi evolutivi e della fitness biologica (su base fenotipica e/o genetica)
Culturali	
1. Estetico: valore scenico	Qualità estetica del paesaggio (es. diversità strutturale, tranquillità...)
2. Ricreativo: opportunità per turismo e attività ricreative	Attrattività del paesaggio "naturale" e delle attività all'aperto
3. Eredità culturale e identità	Importanza dei elementi storici e d'identificazione per la comunità locale
4. Educazione e scienza: opportunità per formazione e educazione formale e informale.	Caratteristiche del paesaggio, specie e vegetazioni con importanza culturale, con valore/interesse scientifico e educativo

Il quarto rapporto MAES (*Mapping and Assesment of Ecosystems and their Services,* dicembre 2015,) elaborato dalla Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea, propone una **struttura concettuale per la valutazione degli ecosistemi in Europa**, riportata nella figura seguente, dalla quale emerge come i SE, forniti dagli ecosistemi e dai processi ecosistemici, influenzano direttamente il sistema socio-economico e producono benefici, valutabili in termini monetari e non; secondo tale schema, le politiche pubbliche e private possono influire sui benefici indotti dai SE sul sistema socio-economico, sia mediante azioni che hanno effetto diretto sugli ecosistemi (impoverendoli o al contrario tutelandoli e potenziandoli), sia tramite misure che vanno a riconoscere e incrementare i benefici e il relativo "valore" fornito dai SE.

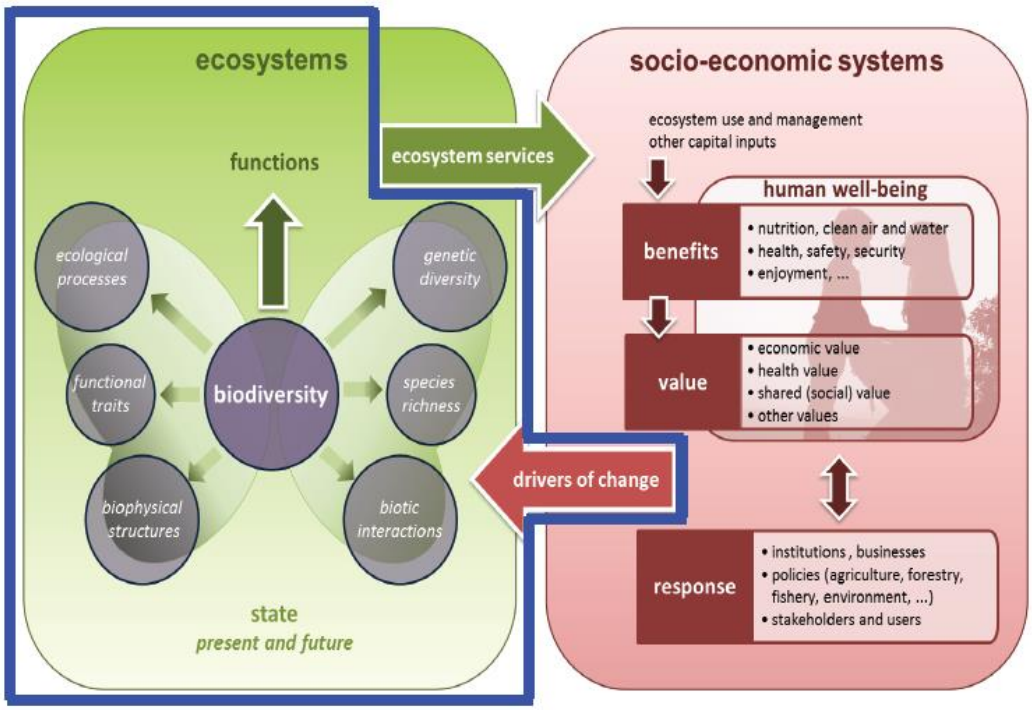


Figura 2 - Struttura concettuale per la valutazione degli ecosistemi in Europa (Fonte: Quarto rapporto MAES "Mapping and Assesment of Ecosystems and their Services", dicembre 2015. Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea).

La **quantificazione biofisica dei SE** rappresenta un passaggio essenziale per la definizione di politiche collegate: il Rapporto sul capitale naturale in Italia, pubblicato annualmente dal Ministero della Transizione Ecologica, rappresenta a tal fine un riferimento essenziale per la standardizzazione dei metodi di quantificazione.

La **quantificazione biofisica** dipende dal tipo di SE considerato: ad esempio, l'immagazzinamento di acqua nel sottosuolo può essere calcolato con il metodo dell'infiltrazione efficace e quantificato attraverso i metri cubi di acqua stoccata, mentre il servizio di protezione dall'erosione viene comunemente quantificato con il metodo RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*), che stima la perdita di suolo evitata, espressa in tonnellate.

3 La strategia europea per il consumo di suolo e le norme della Regione Veneto

Il consumo di suolo (inteso come il passaggio da una copertura non artificiale ad una copertura artificiale del terreno, dovuta a nuovi edifici di qualunque natura e alla infrastrutturazione del territorio) è uno degli aspetti della gestione del territorio in merito al quale l'Unione europea ha focalizzato l'attenzione da oltre un decennio. Esso, infatti, viene identificato come un indicatore del degrado ambientale, in quanto un suolo di buona qualità è in grado di esplicare correttamente le proprie funzioni ecologiche, economiche e sociali, garantendo la fornitura dei Servizi Ecosistemici menzionati al Capitolo precedente.

Data la sua importanza in termini di forniture di beni e servizi all'umanità, il suolo è stato oggetto sin dal 2006 di specifiche strategie da parte dell'Unione europea (Strategia tematica per la protezione del suolo), che sono state poi rinnovate fino all'approvazione il 17 novembre da parte della Commissione europea della "*Strategia del suolo per il 2030*", che sarà parte integrante dell'attuazione del Green Deal europeo. La strategia definisce misure per proteggere e ripristinare i suoli e garantire che siano utilizzati in modo sostenibile. L'obiettivo principale è far sì che, entro il 2050, tutti gli Stati membri della comunità europea evitino di consumare suolo (*zero net land take*) e facciano in modo di avere i propri suoli "sani" attraverso azioni concrete, molte delle quali dovranno essere attuate già entro il 2030.

Con la legge regionale 6 giugno 2017, n. 14, pubblicata sul BUR del 9 giugno 2017, ed entrata in vigore il 24 giugno 2017, la Regione Veneto ha inteso promuovere, secondo le linee di indirizzo europee, un processo di revisione sostanziale della disciplina urbanistica ispirata ad una nuova coscienza delle risorse territoriali ed ambientali; in particolare la nuova disciplina mira a ridurre progressivamente il consumo di suolo non ancora urbanizzato, in coerenza con l'obiettivo europeo di azzerarlo entro il 2050.

La legge regionale mette in atto le azioni per un contenimento di consumo di suolo, stabilendo che tale obiettivo sarà gradualmente raggiunto nel corso del tempo e sarà soggetto a programmazione regionale e comunale.

Particolare rilievo nell'impianto normativo della legge rivestono le previsioni volte alla riqualificazione edilizia ed ambientale e alla rigenerazione urbana, che prevedono forme ed azioni quali la demolizione di opere incongrue o di elementi di degrado, il recupero, la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente e lo sviluppo di tipologie edilizie urbane a basso impatto energetico e ambientale. A tal fine viene istituito un fondo regionale per la rigenerazione urbana e per le spese di progettazione e demolizione delle opere incongrue.

Con provvedimento n. 668 del 15 maggio 2018, la Giunta regionale del Veneto ha approvato la definizione, ai sensi dall'art. 4 della legge regionale n. 14/2017, della quantità massima di consumo di suolo ammesso nel territorio regionale e la sua ripartizione per ambiti comunali o sovracomunali omogenei.

Con provvedimento n. 1325 del 10 settembre 2018, la Giunta regionale del Veneto ha definito, ai sensi dell'art. 4 della legge regionale n. 14/2017, la quantità massima di consumo di suolo ammesso per i ventinove comuni che hanno trasmesso tardivamente i dati e per i comuni inadempienti.

Nel Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto n. 9 del 29 gennaio 2019 è stata pubblicata la Deliberazione n. 30 del 15 gennaio 2019 con la quale la Giunta regionale ha approvato la

"Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14"

Nel Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto n. 127 del 8 novembre 2019 è stata pubblicata la Deliberazione n. 1596 del 29 ottobre 2019 con la quale la Giunta regionale ha approvato la "Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14"

Nel Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto n. 151 del 31 dicembre 2019 è stata pubblicata la Deliberazione n. 1911 del 17 dicembre 2019 con la quale la Giunta regionale ha approvato i "Criteri di utilizzo della quantità di “riserva” del suolo regionale consumabile di cui alla DGR n. 668/2018".

Nel Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto n. 14 del 31 gennaio 2020 è stata pubblicata la Deliberazione n. 92 del 27 gennaio 2020 con la quale la Giunta regionale ha approvato la "Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14"

Nel Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto n. 61 del 5 maggio 2020 è stata pubblicata la Deliberazione n. 535 del 28 aprile 2020 con la quale la Giunta regionale ha approvato la "Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14"

Nel Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto n. 134 del 8 ottobre 2021 è stata pubblicata la Deliberazione 1318 del 28 settembre 2021 con la quale la Giunta regionale ha approvato i Criteri di individuazione degli interventi di interesse regionale di cui all'articolo 11 della legge regionale n. 14/2017.

4 Metodologia

Come anticipato in premessa, nell'ambito del recepimento della norma regionale sul consumo di suolo, l'Amministrazione intende valutare le prestazioni, in termini di generazione di "Servizi Ecosistemici", delle Manifestazioni di interesse pervenute per la formazione del Piano di Interventi (P.I.) della Variante n.12.

L'Amministrazione ritiene in particolare che un criterio di selezione delle Manifestazioni di interesse adeguato a migliorare, o comunque a mantenere, la qualità ambientale e paesaggistica del territorio debba basarsi prevalentemente sulla realizzazione di un **bilancio tra la perdita potenziale di Servizi Ecosistemici dovuti agli interventi di urbanizzazione e l'incremento di Servizi Ecosistemici conseguenti all'adozione di adeguate misure di mitigazione ambientale e di interventi di compensazione**, da realizzarsi nel sito di intervento o in altro sito da individuare.

La metodologia messa a punto si basa sulle seguenti fasi, descritte nei seguenti paragrafi:

- Individuazione dei Servizi Ecosistemici (SE) prioritari (Par.4.1);
- Quantificazione biofisica dei Servizi Ecosistemici (SE) in relazione alle "Manifestazioni di interesse" (Par.4.2);
- Ottimizzazione delle singole "Manifestazioni di interesse" (Par.4.3);
- Confronto tra "Manifestazioni di interesse" e loro priorizzazione (Par.4.4).

4.1 Individuazione dei Servizi Ecosistemici (SE) prioritari

I SE selezionati nel presente lavoro, ritenuti significativi per valutare le variazioni indotte sul territorio dalle Manifestazioni di interesse, sono i seguenti:

- Assorbimento della CO_2;
- Protezione dall'erosione del suolo;
- Produzione agricola;
- Protezione dalle alluvioni e disponibilità di acqua in falda;
- Qualità degli habitat;
- Servizi ricreativi legati alla qualità del paesaggio.

4.2 Quantificazione biofisica dei Servizi Ecosistemici (SE) in relazione alle “Manifestazioni di interesse”

La Quantificazione biofisica dei Servizi Ecosistemici per ogni “Manifestazione di interesse” (o “Istanza”) viene realizzata secondo le seguenti fasi, dettagliate nei paragrafi seguenti per ogni SE:

a) Individuazione degli usi del suolo delle aree interessate dalle Istanze, sulla base della “Carta di copertura del suolo” della Regione Veneto;

b) Individuazione degli usi del suolo delle aree eventualmente destinate alla realizzazione di interventi di mitigazione/compensazione ambientale al di fuori dell’area della Manifestazione di interesse;

c) Quantificazione parametrica (ad ettaro di superficie) al tempo “0” (stato attuale”) di ogni Servizio Ecosistemico per ogni poligono dell’uso del suolo incluso nelle aree sopra indicate, utilizzando un’unità di misura adeguata, descritta nel dettaglio nei paragrafi seguenti;

d) Calcolo del Servizio Ecosistemico espresso da ogni area sopra indicata in relazione all’estensione superficiale della stessa;

e) Ripetizione dei passaggi “c” e “d” al tempo “1” (stato di progetto), in funzione delle scelte progettuali dei proponenti in termini di urbanizzazione e delle tipologie di intervento di mitigazione/compensazione adottate, previste dal “Prontuario per la Qualità Architettonica e la Mitigazione Ambientale” (zone umide, boschi, ecc.);

f) Calcolo, per ogni Servizio Ecosistemico, del bilancio tra SE espresso nello stato attuale e SE espresso nello stato di progetto.

È bene precisare che la quantificazione biofisica dei diversi SE deve essere considerata nel presente lavoro non tanto come definizione di un valore assoluto (ad esempio di assorbimento della CO_2), da confrontare con altri contesti territoriali al di fuori del Comune, quanto piuttosto come un confronto relativo tra classi diverse dell’uso del suolo, utile a mostrare come aree più naturali siano in grado di esprimere ad un livello superiore i diversi Servizi Ecosistemici rispetto ad aree più artificializzate.

Come si vedrà con maggior dettaglio ai Paragrafi 4.3 “Ottimizzazione delle singole “Manifestazioni di interesse”” e 4.4 “Confronto tra “Manifestazioni di interesse” e priorizzazione”, nel presente lavoro il focus non è infatti concentrato sulla determinazione quantitativa dei singoli SE, quanto piuttosto sull’ottimizzazione e sul confronto relativo delle singole Istanze dal punto di vista delle loro prestazioni ecosistemiche.

Si presentano di seguito le metodologie di calcolo adottate per ogni SE.

4.2.1 Assorbimento della CO_2

Il servizio ecosistemico "Assorbimento della CO_2", denominato nel "*Quarto Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia*" (Comitato Capitale Naturale, 2021) come "Servizio di Sequestro e Stoccaggio di Carbonio", fa riferimento alla capacità degli ecosistemi, in particolare di quelli forestali, di fissare il carbonio atmosferico nei loro tessuti e nel suolo rimuovendo l'anidride carbonica dall'atmosfera, contribuendo così alla regolazione del clima a livello globale. Questo servizio ecosistemico di regolazione è assicurato dai diversi ecosistemi terrestri e marini secondo modalità incrementali rispetto alla naturalità dell'ecosistema considerato.

La quantificazione biofisica di tale SE viene realizzata nel presente studio associando ad ogni tipologia di uso del suolo interessato dalle Manifestazioni di Interesse un tasso di assorbimento annuale, per ettaro, di Carbonio (C), utilizzando come valori di riferimento quelli indicati nella tabella seguente, dedotti prevalentemente dalla letteratura recente.

Come già anticipato, i valori riportati in tabella devono essere considerati non tanto come un valore assoluto di assorbimento della CO_2, quanto piuttosto come un valore relativo tra classi diverse dell'uso del suolo, utile a mostrare come aree più naturali e dotate di maggiore copertura boschiva siano in grado di assorbire maggiore Carbonio rispetto ad aree più artificializzate, permettendo così un confronto relativo tra istanze.

Tabella 2 – Quantificazione biofisica del SE di "Assorbimento della CO_2" in funzione di diverse classi uso suolo

Uso Suolo	**Valore SE** (tC/ha/anno)
Aree boscate	10
Frutteti	4
Parchi urbani	2
Aree abbandonate/incolte	1
Aree sportive/Aree verdi private	1
Aree agricole	1
Zone umide	1
Tessuto urbano discontinuo rado, principalmente residenziale (Sup. Art. 10%-30%)	0,6
Tessuto urbano discontinuo medio, principalmente residenziale (Sup. Art. 30%-50%)	0,4
Tessuto urbano discontinuo denso con uso misto (Sup. Art. 50%-80%)	0,2
Aree urbanizzate	0

Considerata una singola area appartenente ad una Manifestazione di interesse, il valore del Servizio Ecosistemico viene ottenuto, nello stato attuale ed in quello di progetto, moltiplicando la classe dedotta dalla tabella precedente per l'estensione dell'area; l'incremento o decremento del SE viene ottenuto mediante differenza tra la quantificazione biofisica del SE nei due stati, attuale e di progetto.

4.2.2 Protezione dall'erosione del suolo

Il "Quarto Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia" (Comitato Capitale Naturale, 2021) sottolinea come "*l'erosione del suolo è tra le otto minacce elencate nella proposta di Strategia tematica del suolo della Commissione europea (2006) e la rimozione della sua parte più superficiale, ricca di sostanza organica, riduce in modo rilevante la produttività dei terreni portando, nel caso di suoli poco profondi, a una perdita irreversibile di aree coltivabili. L'erosione idrica del suolo è un fenomeno naturale estremamente complesso e inevitabile, parte integrante del processo di modellamento della superficie terrestre. Essa dipende dalle condizioni climatiche, dalle caratteristiche geologiche, pedologiche, idrologiche, morfologiche e vegetazionali del territorio ma può essere accelerata dalle attività umane, in particolare da quelle agro-silvo pastorali (tipi colturali, sistemi di lavorazione e coltivazione, gestione forestale, pascolamento)*".

Le "Linee guida per un approccio ecosistemico alla pianificazione" (Santolini et al. 2021) evidenziano che il servizio ecosistemico "Protezione dall'erosione" "si riferisce alla capacità degli ecosistemi, ed in particolare della loro copertura vegetale, di prevenire la perdita di suolo e garantirne il mantenimento della fertilità attraverso processi biologici naturali come la fissazione dell'azoto. Numerosi studi sia internazionali che nazionali (Borrelli et al., 2017) evidenziano che i sistemi forestali, anche in funzione della densità di copertura, hanno maggiori capacità di mitigare l'erosione superficiale rispetto a superfici nude (es. seminativi o aree prive di vegetazione, aree disboscate, ecc.)".

La metodologia comunemente utilizzata per stimare il tasso di perdita annuo di suolo fa riferimento all'equazione universale di perdita di suolo USLE (Wischmeier e Smith, 1965) e alla sua versione rivista RUSLE (Renard et al., 1997) (Revised Universal Soil Loss Equation), modello empirico, testato su parcelle sperimentali di dimensione standard, in grado di fornire risultati quantitativi sulla perdita di suolo effettiva/potenziale in termini di tonnellate/ettaro/anno. I parametri presi in considerazione dall'equazione e di seguito riportati sono di tipo climatico, pedologico, morfologico, vegetazionale e d'uso del suolo secondo la formula:

$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C$

dove:

A = perdita di suolo annuo per unità di superficie (t/ha/yr)

R = fattore di erosività delle precipitazioni

K = fattore di erodibilità dei suoli

LS = fattore lunghezza-pendenza del versante (adimensionale)

C = fattore di copertura vegetale e del suolo (adimensionale)

La Regione Veneto ha realizzato a tal proposito la *"Carta del rischio di erosione dei suoli del Veneto*" (ARPAV, 2008), dalla quale si può dedurre come nelle aree di pianura, in cui ricade il Comune di Rovigo, il tasso di erosione annuo nello stato attuale si attesta tra 0 e 4 t/ha/anno (Figura 3).

La quantificazione biofisica di tale SE viene realizzata nel presente studio associando ad ogni tipologia di uso del suolo interessato dalle Manifestazioni di Interesse un tasso di erosione del suolo annuale, per ettaro, utilizzando come valori di riferimento quelli indicati in Tabella 3, dedotti prevalentemente dalla carta succitata.

Come già anticipato, i valori riportati in tabella devono essere considerati non tanto come un valore assoluto del tasso di erosione del suolo, quanto piuttosto come un valore relativo tra classi diverse dell'uso del suolo, utile a mostrare come aree più naturali e dotate di maggior copertura boschiva siano in grado di diminuire il tasso di erosione del suolo rispetto ad aree dotate di minor copertura boschiva, permettendo così un confronto relativo tra istanze.

La valutazione del tasso di erosione è stata realizzata nella presente applicazione in relazione alle sole aree non impermeabilizzate, così da poter mostrare gli effetti positivi o negativi di una maggior o minor copertura boschiva nel passaggio tra stato attuale e stato di progetto.

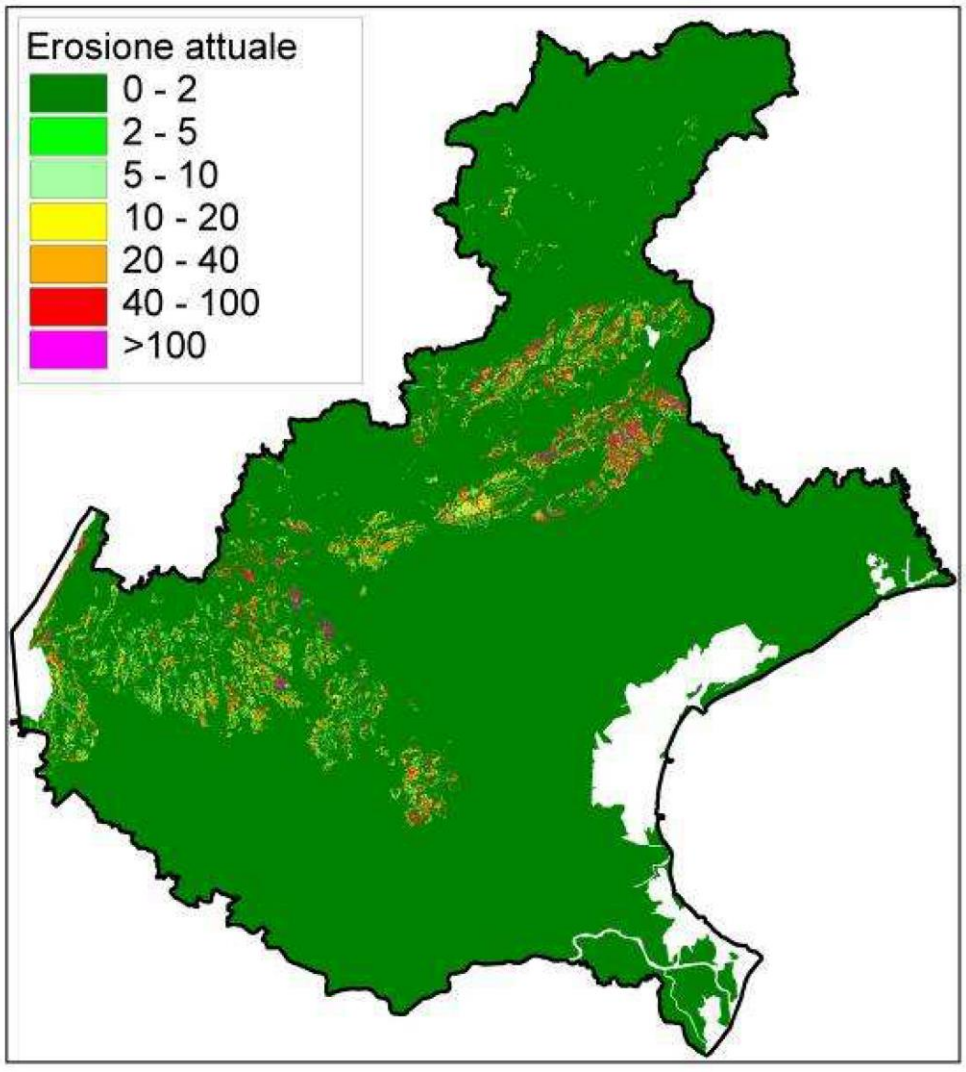


Figura 3 - "Carta del rischio di erosione dei suoli del Veneto" (ARPAV, 2008)

Tabella 3 – Quantificazione biofisica del SE di "Protezione dall'erosione del suolo" in termini di "Tasso di erosione del suolo", in funzione di diverse classi dell'uso del suolo (esclusivamente legate alla presenza di aree non impermeabilizzate)

Uso Suolo	**Valore SE** Tasso di erosione del suolo (t/ha/anno)
Zona umida	0
Area boscata	-1
Parchi urbani, Aree abbandonate, Aree incolte nell'urbano, Aree sportive (Calcio, atletica, tennis, ecc.), Aree verdi private, Vigneti, Sistemi colturali e particellari complessi, Superfici a copertura erbacea: graminacee non soggette a rotazione, Terreni arabili in aree irrigue	-3

Considerata una singola area appartenente ad una Manifestazione di interesse, il valore del Servizio Ecosistemico viene ottenuto, nello stato attuale ed in quello di progetto, moltiplicando la classe dedotta dalla tabella precedente per l'estensione dell'area; l'incremento o decremento del SE viene ottenuto mediante differenza tra la quantificazione biofisica del SE nei due stati, attuale e di progetto.

Al fine di tenere conto anche della perdita di suolo conseguente all'impermeabilizzazione dello stesso, come conseguenza delle urbanizzazioni proposte dalle Manifestazioni di interesse, il SE "Protezione dall'erosione del suolo" viene valutato utilizzando anche un secondo indice; questo misura direttamente l'estensione delle aree impermeabilizzate prima e dopo l'intervento, così da evidenziare la perdita netta di suolo o, in alcuni casi, il recupero di suolo mediante de-impermeabilizzazione di parti delle aree di interesse, ottenuta ad esempio tramite abbattimento di edifici fatiscenti e ripristino della copertura erbacea/boschiva.

4.2.3 Produzione agricola

Il SE di "Produzione agricola" si riferisce alla capacità degli ecosistemi di produrre cibo. In questo senso l'agroecosistema rappresenta l'attore principale in grado di erogare tale servizio.

La quantificazione biofisica di tale SE viene realizzata nel presente studio associando ad ogni tipologia di coltura interessata dalle Manifestazioni di Interesse una classe proporzionale al valore economico della coltura, per ettaro, utilizzando come valori di riferimento quelli indicati in Tabella 3, concordati con l'Amministrazione comunale mediante confronto con l'Assessorato di riferimento.

Come già anticipato, i valori riportati in tabella devono essere considerati non tanto come un valore assoluto del SE, quanto piuttosto come un valore relativo tra classi diverse dell'uso del suolo, utile a differenziare le aree agricole in base all'"importanza economica" delle stesse, permettendo così un confronto relativo tra istanze.

Tabella 4 – Quantificazione biofisica del SE di "Produzione agricola" in termini di "importanza economica" del prodotto generato dall'area, in funzione di diverse tipologie di colture

Uso Suolo	**Valore SE** ("importanza economica")
Frutteti	10
Vigneti	9
Aree agroforestali	8
Colture orticole in peno campo in aree irrigue	7
Terreni arabili in aree irrigue	6
Colture orticole in peno campo in aree NON irrigue	5
Seminativi semplici in aree non irrigue	4
Colture temporanee associate a colture permanenti	3
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali	2
Superfici a copertura erbacea densa	1
Aree non agricole/urbanizzate	0

Considerata una singola area appartenente ad una Manifestazione di interesse, il valore del Servizio Ecosistemico viene ottenuto, nello stato attuale ed in quello di progetto, moltiplicando la classe dedotta dalla tabella precedente per l'estensione dell'area; l'incremento o decremento del SE viene ottenuto mediante differenza tra la quantificazione del SE nei due stati, attuale e di progetto.

4.2.4 Protezione dalle alluvioni e disponibilità di acqua in falda

Il "Quarto Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia" (Comitato Capitale Naturale, 2021) denomina il SE come "Servizio di Regolazione del Rischio Allagamento", inteso come "*capacità della vegetazione e del suolo di trattenere il deflusso in eccesso da precipitazioni. La riduzione della velocità e dei volumi di scorrimento dell'acqua, in virtù della presenza di caratteristiche dell'ecosistema, attenua o previene i danni all'ambiente umano. Il servizio è presente in aree attualmente in grado di mitigare naturalmente (totalmente o parzialmente) questo rischio attraverso la ritenzione idrica*".

Nell'applicazione in esame, la quantificazione del SE tiene conto anche della capacità delle aree permeabili di favorire l'infiltrazione verso il sottosuolo (ove la tipologia di suolo lo consenta).

Nel complesso, la quantificazione del SE tiene conto che aree più permeabili e vegetate riescono contemporaneamente a controllare il deflusso sul suolo delle precipitazioni, limitando potenziali rischi di alluvione, e a favorire di conseguenza l'infiltrazione. La misura del SE avviene tenendo conto del coefficiente di deflusso, inteso come *"rapporto fra il deflusso, cioè il volume d'acqua defluito alla sezione di chiusura del bacino, e afflusso, cioè l'acqua meteorica caduta sul bacino*"; il coefficiente varia tra "1" (il totale dell'acqua precipitata defluisce superficialmente) e "0" (il totale dell'acqua precipitata si infiltra nel sottosuolo). **La misura del SE avviene utilizzando specificatamente la relazione (1 – Coeff. Deflusso)**, al fine mantenere l'ordinamento delle classi coerente con gli altri indici, con 0 a indicare il caso peggiore e il massimo valore positivo, in questo caso 1, a indicare il caso migliore. Come già anticipato, i valori riportati in tabella devono essere considerati non tanto come un valore assoluto del coefficiente di deflusso, quanto piuttosto come un valore relativo tra classi diverse dell'uso del suolo, utile a mostrare come aree più naturali e dotate di maggior copertura boschiva siano in grado di garantire una miglior protezione dalle alluvioni e una maggior infiltrazione delle acque nel sottosuolo, permettendo così un confronto relativo tra istanze.

Tabella 5 – Quantificazione biofisica del SE di "Protezione dalle alluvioni e disponibilità di acqua in falda", in funzione di diverse classi dell'uso del suolo

Uso Suolo	**Valore SE** (1 - coefficiente di deflusso)
Parchi/Arre incolte urbane/Vigneti/Aree agricole	1
Tessuto urbano discontin rado, principalmente residenziale (Sup. Art.10%-30%	0,8
Tessuto urbano disconti medio, principalmente residenziale (Sup. Art.30%-50%)	0,6
Aree abbandonate/ Aree verdi private	0,5
Tessuto urbano discontinuo denso con uso misto (Sup. Art. 50%-80%)	0,3
Aree impermeabili	0

Considerata una singola area appartenente ad una Manifestazione di interesse, il valore del Servizio Ecosistemico viene ottenuto, nello stato attuale ed in quello di progetto, moltiplicando la classe dedotta dalla tabella precedente per l'estensione dell'area; l'incremento o decremento del SE viene ottenuto mediante differenza tra la quantificazione del SE nei due stati, attuale e di progetto.

4.2.5 Qualità degli habitat

Il servizio ecosistemico relativo alla qualità degli habitat, anche denominato nelle diverse classificazioni come "*habitat per gli organismi o tutela della biodiversità*", consiste nella fornitura di diversi tipi di habitat essenziali per la vita di qualsiasi specie e il mantenimento della biodiversità stessa, e rappresenta uno dei principali valori di riferimento nella valutazione dello stato ecosistemico del territorio, in quanto la biodiversità è strettamente connessa con la produzione di tutti i servizi ecosistemici. La fornitura di habitat/ecosistemi da parte dell'area considerata è in relazione evidentemente alla biodiversità ed al valore conservazionistico delle diverse specie che in quegli ecosistemi trovano nicchie appropriate. Di conseguenza, maggiore e più referenziata sarà la biocenosi presente, di maggiore qualità saranno gli habitat.

La quantificazione biofisica di tale SE viene realizzata nel presente studio associando ad ogni tipologia di uso del suolo interessato dalle Manifestazioni di Interesse una classe di naturalità, per ettaro, utilizzando come valori di riferimento quelli indicati nella tabella seguente, definiti mediante giudizio esperto e confronto con l'Amministrazione comunale.

Come già anticipato, i valori riportati in tabella devono essere considerati non tanto come un valore assoluto della naturalità di una data area, quanto piuttosto come un valore relativo tra classi diverse dell'uso del suolo, utile a mostrare come aree più naturali siano in grado di fornire un range più elevato di servizi ecosistemici e di esprimere una maggior biodiversità rispetto ad aree più artificializzate, permettendo così un confronto relativo tra istanze.

Tabella 6 – Quantificazione biofisica del SE di "Qualità degli habitat" in funzione di diverse classi dell'uso del suolo

Uso Suolo	**Valore SE** (classi di naturalità)
Aree boscate, Zone umide	10
Parchi urbani, Aree incolte nell'urbano	3
Vigneti, Sistemi colturali e particellari complessi	2
Superfici a copertura erbacea: graminacee non soggette a rotazione, Terreni arabili in aree irrigue, Aree abbandonate, Canali artificiali, Scuole, Strutture residenziali isolate	1
Tessuto urbano discontinuo rado, principalmente residenziale (Sup. Art. 10%-30%)	0,3
Tessuto urbano discontinuo medio, principalmente residenziale (Sup. Art. 30%-50%)	0,2
Tessuto urbano discontinuo denso con uso misto (Sup. Art. 50%-80%)	0,1
Aree sportive (Calcio, atletica, tennis, ecc.), Aree verdi private, Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi, Aree destinate ad attività commerciali e spazi annessi, Cantieri e spazi in costruzione e scavi, Cimiteri non vegetati, Rete stradale principale e superfici annesse (strade statali), Rete stradale secondaria con territori associati	0

Considerata una singola area appartenente ad una Manifestazione di interesse, il valore del Servizio Ecosistemico viene ottenuto, nello stato attuale ed in quello di progetto, moltiplicando la classe dedotta dalla tabella precedente per l'estensione dell'area; l'incremento o decremento del SE viene ottenuto mediante differenza tra la quantificazione del SE nei due stati, attuale e di progetto.

4.2.6 Servizi ricreativi legati alla qualità del paesaggio

Con il SE "Servizi ricreativi legati alla qualità del paesaggio" viene valutato il potenziale di ricreazione fornito dagli ecosistemi, valorizzando quindi gli elementi del capitale naturale e la loro capacità ricreativa e ricettiva.

La quantificazione biofisica di tale SE viene realizzata nel presente studio associando ad ogni tipologia di uso del suolo interessata dalle Manifestazioni di Interesse una classe che ne identifica la "qualità del paesaggio", per ettaro, utilizzando come valori di riferimento quelli indicati in Tabella 3, concordati con l'Amministrazione comunale mediante confronto con l'Assessorato di riferimento; ad una classe più elevata corrisponde una tipologia di uso del suolo che può favorire maggiormente la fruizione da parte della popolazione dei luoghi considerati come "interessanti" e di "qualità" a livello di paesaggio e natura.

Come già anticipato, i valori riportati in tabella devono essere considerati non tanto come un valore assoluto del SE, quanto piuttosto come un valore relativo tra classi diverse dell'uso del suolo, utile a differenziare le aree in base alla qualità del paesaggio e alla sua attrattività per la fruizione, permettendo così un confronto relativo tra istanze.

Tabella 7 – Quantificazione biofisica del SE di "Servizi ricreativi legati alla qualità del paesaggio", in funzione di diverse tipologie di colture

Uso Suolo	**Valore SE** (classi di qualità del paesaggio)
Aree boscate, Zone umide, Parco pubblico	10
Frutteti	9
Vigneti	8
Aree agroforestali	7
Colture orticole in peno campo in aree irrigue	6
Seminativi semplici in aree irrigue, canali e idrovie	5
Colture orticole in peno campo in aree non irrigue	4
Seminativi semplici in aree non irrigue	3
Colture temporanee associate a colture permanenti	2
Colture temporanee associate a colture permanenti, Sistemi colturali e particellari complessi, Superfici a copertura erbacea densa	1

Tessuto urbano discontinuo rado, principalmente residenziale (Sup. Art. 10%-30%)	0,30
Tessuto urbano discontinuo medio, principalmente residenziale (Sup. Art. 30%-50%)	0,15
Tessuto urbano discontinuo denso con uso misto (Sup. Art. 50%-80%)	0,05
Aree urbanizzate, aree abbandonate	0

Considerata una singola area appartenente ad una Manifestazione di interesse, il valore del Servizio Ecosistemico viene ottenuto, nello stato attuale ed in quello di progetto, moltiplicando la classe dedotta dalla tabella precedente per l'estensione dell'area; l'incremento o decremento del SE viene ottenuto mediante differenza tra la quantificazione del SE nei due stati, attuale e di progetto.

4.3 Ottimizzazione delle singole “Manifestazioni di interesse”

La quantificazione dei SE espressi dalle singole Manifestazioni di interesse, nello stato attuale ed in quello di progetto, permette di ottenere un quadro degli effetti delle modificazioni dell’uso del suolo sui vari Servizi, come mostrato nella figura seguente.

Il metodo può permettere quindi di ottimizzare le singole Istanze inserendo opportune misure di mitigazione/compensazione ambientale che permettono di innalzare alcuni Servizi Ecosistemici a fronte di altri che potrebbero subire un decremento a causa dell’urbanizzazione.

È bene precisare che l’incremento di un SE non può compensare la perdita di un altro SE differente, ma è possibile in ogni caso analizzare il complesso dei SE forniti, così da ottimizzare l’intervento urbanistico dal punto di vista ecosistemico.

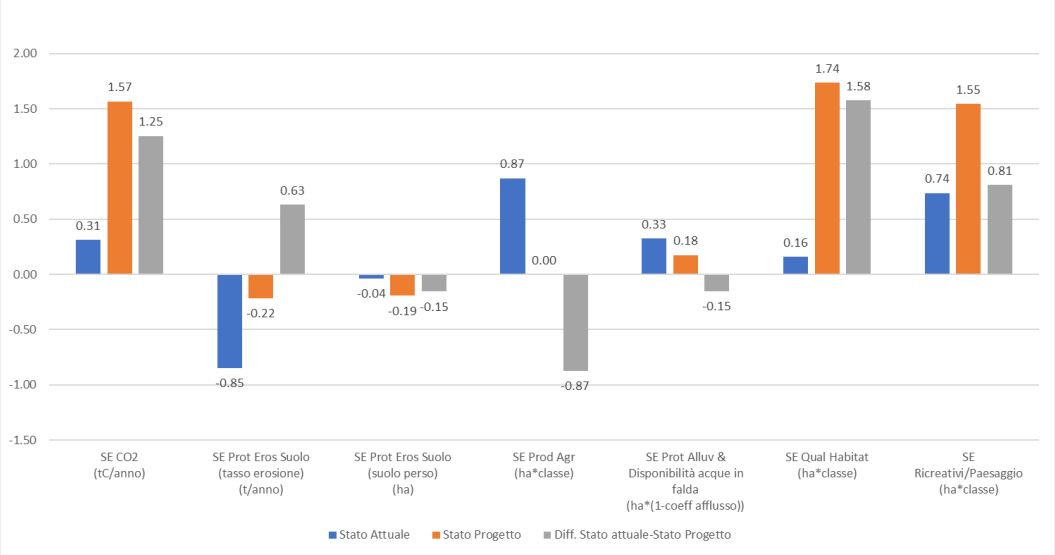


Figura 4 – Esempio di confronto tra SE espressi da una Manifestazione di interesse, nello stato attuale e nello stato di progetto

4.4 Confronto tra “Manifestazioni di interesse” e loro priorizzazione

Il confronto tra diverse manifestazioni di interesse può avvenire in modo relativo secondo i seguenti passaggi:

- Calcolo, per ogni Manifestazione di interesse, della differenza tra SE nello stato attuale e SE nello stato di progetto (per ogni SE), secondo la metodologia illustrata al Par.4.2;
- Individuazione del valore massimo e del minimo della suddetta differenza per ogni SE in relazione al complesso delle Manifestazioni di interesse analizzate;
- “Normalizzazione”, per ogni SE e per ogni Manifestazione di interesse, della suddetta differenza, mediante divisione del valore di ogni SE per il valore massimo (o minimo) sopra individuato, ottenendo così un indice che varia tra +1 (caso migliore tra tutte le Manifestazioni) e -1 (caso peggiore);
- Esecuzione della media tra gli indici normalizzati per ogni Manifestazione, ottenendo un indice complessivo che varia anch’esso tra -1 e +1;
- Confronto tra Manifestazioni, analizzando i singoli SE e/o analizzando l’indice complessivo, come riportato nella figura seguente.

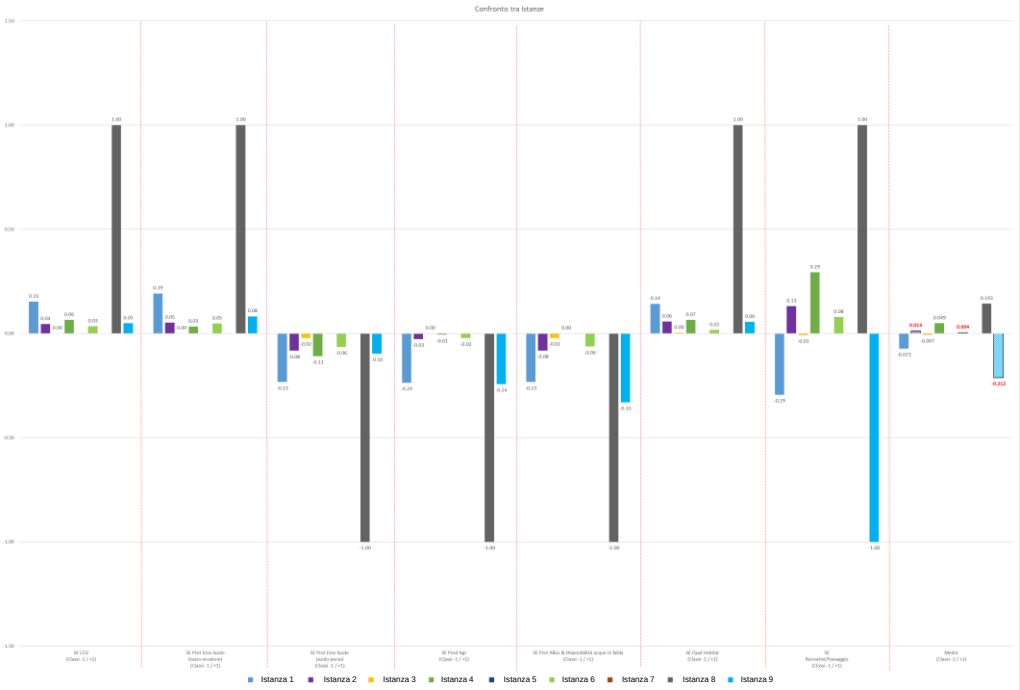


Figura 5 – Esempio di confronto tra Istanze mediante indici normalizzati in relazione ad ogni SE e mediante un indice complessivo