

SERVIZIO DI VALUTAZIONE AL PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE DELLA REGIONE SARDEGNA 2014/2020

CIG 71348497A6

CUP E24B17000050009

RAPPORTO TEMATICO SU ATTUAZIONE ED EFFICACIA DELLE MISURE DI DIFESA DEL SUOLO

V. 1.0

Cagliari, febbraio 2021



Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale – l'Europa investe nelle zone rurali



Repubblica Italiana



Regione Autonoma de Sardigna - Regione Autonoma della Sardegna

PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2014-2020

Valutazione al Programma di Sviluppo Rurale della Regione Sardegna 2014/2020

RAPPORTO TEMATICO SU ATTUAZIONE ED EFFICACIA DELLE MISURE DI DIFESA DEL SUOLO

Versione 1.0 – febbraio 2021

SOMMARIO

1	IL FABBISOGNO VALUTATIVO E L'APPROCCIO METODOLOGICO	4
1.1	L'OGGETTO DELL'ANALISI	4
1.2	LE DOMANDE VALUTATIVE	4
1.3	I CRITERI DI GIUDIZIO E GLI INDICATORI	5
1.4	DESCRIZIONE DEI METODI E DELLE FONTI	5
1.4.1	L'analisi dei documenti di programmazione	5
1.4.2	L'analisi dei dati di monitoraggio	6
1.4.3	L'analisi cartografica	6
1.4.4	L'indagine web presso i beneficiari	7
1.4.5	Il calcolo dell'indicatore della sostanza organica del suolo	8
1.4.6	Il calcolo dell'indicatore di erosione del suolo	8
1.4.7	Il calcolo della capacità di sequestro del carbonio	9
1.4.8	L'analisi degli investimenti oggetto di domanda di aiuto sulla misura 121 del PSR 2007-2013	11
1.5	BIBLIOGRAFIA	12
2	I RISULTATI DELL'ANALISI	13
2.1	LE CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO PER LA DIFESA DEL SUOLO NEL PSR SARDEGNA E LE DIFFERENZE TRA I PERIODI DI PROGRAMMAZIONE 2007-2013 E 2014-2020	13
2.2	I BENEFICIARI E LE DOMANDE	14
2.3	LE SUPERFICI INTERESSATE	18
2.4	L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI DI DIFESA DEL SUOLO	25
2.4.1	Il problema del degrado della risorsa suolo in Sardegna	25
2.4.2	La logica di intervento della misura di difesa del suolo	26
2.4.3	La valutazione di efficacia da parte dei beneficiari	29
2.4.4	L'analisi macro degli effetti ambientali	31
2.4.5	Gli investimenti produttivi delle aziende beneficiarie che praticano l'agricoltura conservativa	34
2.4.6	Gli effetti economici dell'adesione agli interventi di difesa del suolo	36
3	RISPOSTA AI QUESITI DI VALUTAZIONE	38
3.1.1	Quali sono gli elementi di efficacia dell'intervento per la difesa del suolo?	38
3.1.2	Che effetti ha avuto l'eliminazione del criterio di ammissibilità riguardante la pendenza?	40
3.1.3	Quali sono gli effetti operativi ed economici a livello aziendale dell'adesione agli impegni di agricoltura conservativa?	41
3.2	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	42

1 IL FABBISOGNO VALUTATIVO E L'APPROCCIO METODOLOGICO

1.1 L'OGGETTO DELL'ANALISI

Interventi specificamente mirati alla difesa del suolo in Sardegna sono stati introdotti con il PSR 2007-2013, incontrando, sulle prime, un interesse molto inferiore alle aspettative, tanto da sollecitare un approfondimento valutativo nel 2010, che è giunto alla conclusione che “nella sua prima formulazione la misura presentava delle criticità che ne hanno in qualche modo condizionato il buon esito. Una di queste, la non congruità dei premi rispetto sia alla perdita di valore della PLV aziendale, sia rispetto all’onerosità economica oltretutto tecnica degli impegni aggiuntivi richiesti. È stata rimossa nella versione 2010 del bando portando la remunerazione per le aziende aderenti a livelli senz’altro congrui ed interessanti”¹. Si suggeriva nondimeno di intervenire su tre aspetti critici: i criteri di selezione, al fine di ampliare la platea di beneficiari; il supporto e l’assistenza tecnica alle imprese che intendono aderire alla misura, le azioni di accompagnamento e di sostegno alle aziende aderenti nella ricerca di sbocchi di mercato per le nuove produzioni².

In seguito alle modifiche apportate nel bando del 2010 e, soprattutto, del 2012 le adesioni alla misura si sono moltiplicate sino a coinvolgere una quota molto significativa dei potenziali beneficiari.

Un ulteriore approfondimento valutativo effettuato nel 2013 si è concentrato sulla valenza strategica dell’intervento, con l’obiettivo di comprendere le caratteristiche delle aree beneficiarie, in rapporto alla presenza di criticità potenziali e conclamate in termini di degrado della qualità del suolo³.

Ne è emerso che la gran parte degli interventi finanziati dalla misura ricadevano su superfici con un evidente rischio per la qualità del suolo, pur se l’analisi della distribuzione delle aree finanziate nelle differenti classi dei vari indicatori di rischio considerati ha mostrato che, in molte delle superfici finanziate, i fenomeni di desertificazione sono più potenziali che reali e che quindi gli interventi esercitavano prevalentemente una funzione di prevenzione più che di contrasto ad un fenomeno in corso.

Al di là delle successive modifiche apportate ai criteri di ammissibilità e al valore dei premi, la misura 214.2 del PSR 2007-2013 è stata comunque caratterizzata da un approccio differenziato in **relazione al rischio potenziale di erosione dei terreni**, definito facendo riferimento alla pendenza media degli appezzamenti:

- conversione dei seminativi annuali in coltura foraggera permanente per le superfici con pendenza superiore al 30% (Sub-azione “montagna”)
- rotazione biennale tra cereali autunno-vernini da granella e leguminose, con minima lavorazione o non lavorazione per le superfici con pendenze inferiori al 30% (Sub-azioni “collina” e “pianura”).

Nel PSR 2014-2020, la misura 10.1.1 ha riproposto le stesse tipologie di impegni, ma senza vincoli di ammissibilità legati alla pendenza, in modo tale che, quali che fossero le caratteristiche della superficie eleggibile, il beneficiario poteva aderire all’uno o all’altro intervento.

1.2 LE DOMANDE VALUTATIVE

Le domande cui questo studio cerca di rispondere emergono da precise esigenze conoscitive espresse dall’AdG del PSR, che sono sintetizzate come segue.

1. Quali sono gli elementi di efficacia dell’intervento per la difesa del suolo?
2. Che effetti ha avuto l’eliminazione del criterio di ammissibilità riguardante la pendenza?

¹ ISRI, “Le motivazioni della scarsa adesione all’azione per la difesa del suolo (mis.214 az.2)”, in Allegati al Rapporto di Valutazione Intermedia, cap.2, 2010

http://www.regione.sardegna.it/speciali/programmasvilupporurale/sites/default/files/allegati_upload/Rapporto%20di%20Valutazione%20Intermedia%202010.zip

² Ibidem.

³ ISRI, “Rilevanza ed efficacia degli interventi per la difesa del suolo sulle aree a rischio desertificazione (mis. 214.2)”, 2013. http://www.regione.sardegna.it/speciali/programmasvilupporurale/sites/default/files/allegati_upload/Approfondimenti%20Tematici.zip

3. Quali sono gli effetti operativi ed economici a livello aziendale dell'adesione agli impegni di agricoltura conservativa?

1.3 I CRITERI DI GIUDIZIO E GLI INDICATORI

Per rispondere alle domande valutative precedentemente illustrate si è fatto ricorso ai **criteri di giudizio** seguito richiamati.

Con riferimento alla **prima domanda** :

- Gli interventi per la difesa del suolo determinano un significativo miglioramento dello stato dell'ambiente nella regione.
- Gli interventi per la difesa del suolo sono efficaci nel contrasto alle criticità ambientali osservate nella regione.
- È possibile migliorare l'efficacia degli interventi per la difesa del suolo.

Con riferimento alla **seconda domanda**:

- L'eliminazione del criterio di pendenza ha mutato la distribuzione dell'intervento sul territorio.
- L'eliminazione del criterio di pendenza ha cambiato l'efficacia degli interventi per la difesa del suolo.

Con riferimento alla **terza domanda**:

- L'adesione agli impegni di agricoltura conservativa ha determinato cambiamenti produttivi o gestionali nelle aziende beneficiarie
- L'adesione agli impegni di agricoltura conservativa ha determinato effetti sulla redditività delle aziende

I principali **indicatori** cui si farà riferimento sono:

- Variazione del contenuto di carbonio organico del suolo nei seminativi (I.12)
- Variazione della superficie agricola interessata a fenomeni gravi di erosione del suolo per azione dell'acqua (I.13)
- Carbonio sequestrato per effetto della misura 10.1.1
- % di beneficiari che osserva un miglioramento nel contenuto di sostanza organica dei terreni aziendali
- % di beneficiari che osserva un miglioramento nella frequenza e nell'intensità dei fenomeni di erosione
- Superficie sotto impegno per ciascun intervento e sotto-intervento della misura di difesa del suolo
- % di ettari sotto impegno per classe di pendenza e per periodo di programmazione
- Specificità degli investimenti produttivi delle aziende "conservative"
- Variazione delle rese produttive a seguito dell'adesione alla misura di difesa del suolo

1.4 DESCRIZIONE DEI METODI E DELLE FONTI

Lo studio si è basato una serie di analisi, in parte messe a punto appositamente, in parte sviluppate a partire dai risultati già emersi dalle attività di valutazione svolte sia per il PSR 2014-2020 che per il PSR 2007-2013.

1.4.1 L'analisi dei documenti di programmazione

Il confronto e l'analisi tra l'intervento di difesa del suolo attuato nel PSR 2007-2013 e nel PSR 2014-2020 è avvenuto sulla base dei documenti di programmazione, sul database delle domande annuali e sui dati particellari delle aziende richiedenti.

I **documenti di programmazione** raccolti ed esaminati per descrivere e confrontare le caratteristiche degli interventi a valere sulla misura 214.2 del PSR 2007-2013 sono state le Disposizioni per la presentazione e il finanziamento delle domande per la misura 214 - Pagamenti agroambientali Azione 2 - Difesa del suolo - Annualità 2010.

Per il tipo di intervento 10.1.1 del PSR 2014-2020 sono state consultate le Disposizioni per la presentazione e il finanziamento delle domande di sostegno/pagamento - Annualità 2016.

1.4.2 L'analisi dei dati di monitoraggio

I **database delle domande annuali** sono di due tipi differenti.

- Per gli interventi della programmazione 2007-13 si tratta delle tabelle SIAN ASRA A24, estratte per ciascuna campagna, dal 2008 sino al 2019, quando si sono completati gli impegni di tutte le misure agro-ambientali a trascinamento. In esse, ciascun record corrisponde ad una domanda a superficie (codice a barre) e quindi ad un unico beneficiario, ma può essere relativo a più interventi e sottointerventi. I campi contengono, oltre al resto, dati sull'annualità dell'impegno, sugli importi richiesti e corrisposti, ma non sulle quantità (ha) richieste.
- Le domande relative al Programma 2014-20 sono state acquisite tramite le tabelle SIAN AST2-08, anch'esse distinte per anno di campagna, ma costruite in maniera differente dalle precedenti: ogni record corrisponde, in questo caso ad una diversa combinazione di codice domanda e sottointervento, cosicché per ciascuna annualità/beneficiario/intervento esistono più record. Inoltre, in questo database non sono fornite informazioni sugli importi, né sull'annualità di impegno, ma sono riportate le quantità richieste (in ettari), senza però che siano indicate quelle effettivamente concesse.

In definitiva, i due database non sono perfettamente confrontabili, se non completandoli con informazioni che possono essere ricavate dai dati presenti con qualche approssimazione.

In particolare, le superfici richieste per le misure 2007-13 sono state calcolate a partire dagli importi richiesti, dividendoli per l'importo medio del premio previsto per la sottomisura.

Inoltre, i conteggi e i confronti nel tempo sono stati effettuati sulla base della combinazione CUA/sottomisura dei beneficiari (per il periodo 2007-13 non sono forniti i codici della domanda di aiuto iniziale), ma questo non consente di ricostruire le vicende di una singola domanda quando avviene un cambiamento del beneficiario per subentro.

Malgrado queste approssimazioni, la grandissima parte dei record messi a confronto per l'intero periodo 2008-2020 (oltre 100 mila tra misura 214 del 2007-13 e misure 10 e 11 del 2014-20) risultano coerenti per quantità e continuità, anche se i numeri possono non coincidere esattamente con i dati ufficiali pubblicati sulle diverse Relazioni di attuazione. Ciò anche perché, per necessità, l'analisi ha potuto essere realizzata soltanto sulle quantità richieste e non su quelle poi effettivamente concesse.

1.4.3 L'analisi cartografica

I dati che riportano le coordinate catastali e le caratteristiche (tra cui classificazione e superficie) delle **particelle** richieste a premio sulla misura 214 del PSR 2007-13 provengono dai file del SIAN "ASRA" appezzamenti, mentre sulla misura 10.1 del PSR 2014-20 sono ricavati dal corrispondente file TESTDSS, predisposto dal SIAN.

In particolare, per il periodo 2007-13 si è elaborata l'estrazione relativa alla campagna 2014, mentre per il periodo 2014-2020 si è utilizzato il dato del 2018.

Sulla scorta di questi dati si sono predisposte

- la cartografia in formato vettoriale delle superfici ammesse a finanziamento dal PSR 2007-2013 per l'azione 214.2 "Difesa del suolo", per la campagna 2014,
- la cartografia in formato vettoriale delle superfici ammesse a finanziamento dal PSR 2014-2020 per il tipo di intervento 10.1.1 "Difesa del suolo", relative alla campagna 2018.

A queste si è poi sovrapposto il Modello Digitale del Terreno (MDT), con risoluzione geometrica pari a 10 m, fornito dal geoportale regionale (<http://www.sardegna.geoportale.it/index.html>), per poi procedere:

- all'assegnazione a ciascuna particella catastale beneficiaria del relativo ambito di appartenenza (pianura, collina, montagna) sulla base delle pendenze indicate dal MDT
- al confronto delle superfici finanziate dalle due programmazioni in termini di distribuzione sul territorio regionale e distribuzione in classi di pendenza.

Questo metodo ha consentito il confronto puntuale, altrimenti impossibile, tra le pendenze delle aree beneficiarie nelle due programmazioni. Infatti, benché gli interventi finanziati con la misura 214.2 del PSR

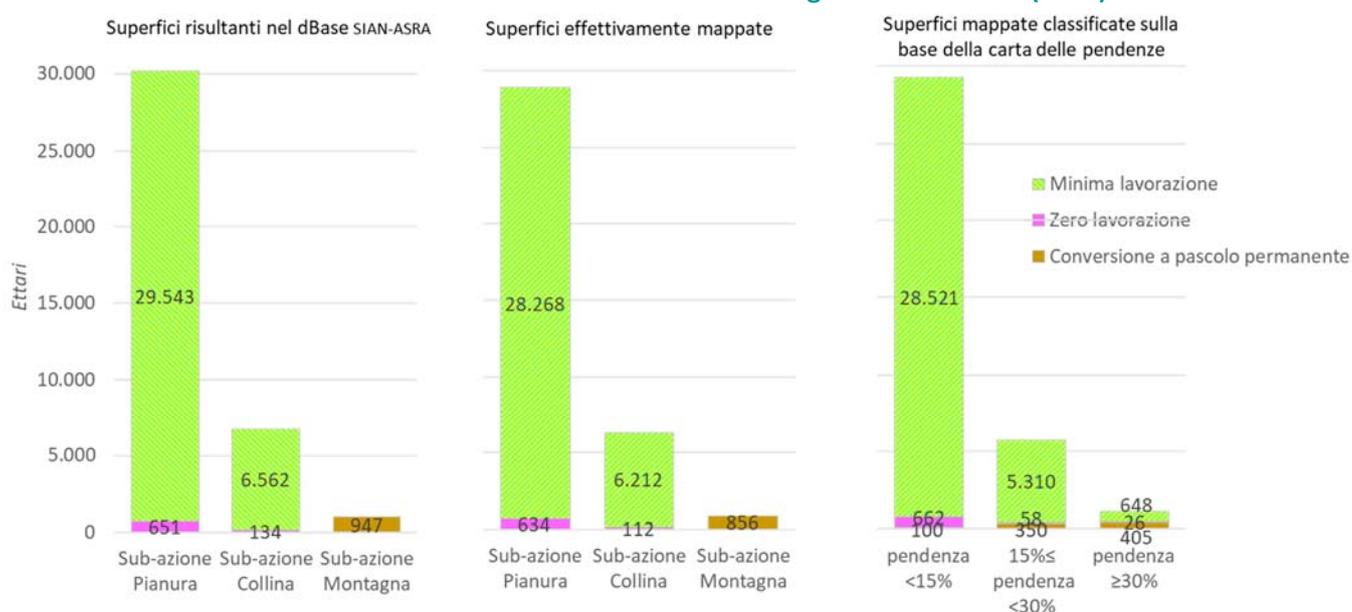
2007-2013 siano tutti necessariamente classificati secondo le classi di pendenza stabilite dal bando⁴, ciò non è naturalmente avvenuto per la misura 10.1.1 del PSR 2014-2020, che non contemplava questo criterio.

Il confronto su base cartografica, nondimeno, ha necessariamente comportato alcuni inevitabili fattori di approssimazione. Occorre in particolare tenere presente che:

- la georeferenziazione delle superfici beneficiarie è fornita dal SIAN su base catastale, ove la dimensione minima è quella particellare,
- le superfici effettivamente ammesse a beneficio possono invece essere, e di norma lo sono, sub-partizioni delle particelle, di cui viene fornita la superficie effettiva, ma non l'esatto posizionamento (almeno sino ad oggi),
- la pendenza è stata quindi calcolata facendo riferimento alla pendenza media della particella catastale e non, come è avvenuto nella fase istruttoria per la misura 214.2, su quella dell'esatta superficie richiesta a beneficio,
- inoltre, una minima quota delle particelle (il 4,64%) non ha potuto essere correttamente mappata per carenze della mappa catastale o per incongruenze del dBase, questo errore ha colpito in misura maggiore (fino a quasi il 10%) le zone di montagna.

La Fig. 1 evidenzia gli scostamenti che risultano da questi fattori. Si osserva, in particolare, che per effetto del riferimento alla maglia catastale, alcune superfici con pendenze inferiori al 30% risultano beneficiarie della sub-azione "Montagna" della 214.2 e, viceversa, superfici con pendenze superiori possano aver beneficiato delle sub-azioni "Collina" o "Pianura".

Fig. 1. Confronto tra le superfici beneficiarie risultanti dal dBase SIAN ASRA, dalla mappatura catastale e dal confronto con il Modello Digitale del Terreno (MDT)



1.4.4 L'indagine web presso i beneficiari

Ai fini della predisposizione Rapporto di valutazione generale sull'andamento del Programma del 2019, nonché del cap.7 della RAA 2018 del PSR 2014-2020 della Sardegna, nel mese di aprile del 2019 è stata realizzata un'indagine web presso i beneficiari e gli aspiranti beneficiari del PSR presenti nel dBase SIAN delle domande di sostegno.

⁴ Ovvero: - Pianura, terreno con pendenza media < 15%;
- Collina, terreno con pendenza media ≥15% e < 30%;
- Montagna, terreno con pendenza media ≥ 30%.

In esso, sono disponibili gli indirizzi PEC dei soli presentatori di domande sulle misure strutturali; nondimeno, la quasi totalità degli agricoltori che avevano presentato domanda su misure strutturali erano anche titolari di domande su una o più misure a superficie.

In questo modo è stato possibile raccogliere diverse risposte anche da beneficiari di misure a superficie, ma si deve tenere presente che il numero totale dei beneficiari delle misure a superficie è almeno quattro volte superiore a quello delle misure strutturali. Ciò significa che, anche se su di esse si è raccolto un numero significativo di risposte (circa 220), queste rappresentano il campione di una parte peculiare e non maggioritaria dell'universo, essendo esclusi tutti gli operatori che accedono al PSR solo per i premi delle misure a superficie o a capo.

Ai fini di questo studio, sono state selezionate esclusivamente le risposte fornite dai soggetti che risultano beneficiari dell'intervento per la difesa del suolo. Si tratta, complessivamente, di 54 risposte valide.

1.4.5 Il calcolo dell'indicatore della sostanza organica del suolo

La metodologia è stata elaborata e applicata ai fini della quantificazione dell'indicatore I.12, poi riportata nel cap. 7 della RAA 2018 del PSR Sardegna 2014-2020.

L'indicatore relativo alla **sostanza organica nel suolo (SOC)** è stato elaborato a partire dal potenziale di Carbonio nel suolo delle terre arabili (ESDAC – JRC; Lugato et al., 2015) e dal contenuto di Carbonio in g/kg (SPADE 2018) per le stesse.

Per terre arabili vanno intese le principali categorie definite dal glossario EUROSTAT[1], ovvero seminativi (colture cerealicole, graminacee, leguminose da granella, brassicacee, oleaginose, etc.), colture foraggere, ortive, ma anche colture permanenti (colture arboree), colture industriali (tabacco, colza, soia), colture da fibra, altre.

Lo strato informativo di base utilizzato è il database SIAN delle particelle catastali beneficiarie per la misura 10 del PSR Sardegna.

Sono dunque stati selezionati i record relativi alle "terre arabili", per ciascuno dei quali è stato creato un campo univoco utile a valutare il corrispondente valore medio di Carbonio organico per parcella colturale, attraverso spazializzazione in ambiente GIS per i tematismi European Soil Data Centre (ESDAC - JRC) già citati. ESDAC – JRC rende disponibili infatti layers relativi agli scenari di sequestro potenziale di Carbonio nel suolo (per il periodo 2010-2100), elaborati a partire da rilievi di campo (LUCAS point, 2010) alla scala europea, e implementazione dei parametri pedo-climatici nel modello agro-ecosistemico CENTURY. Lo strato informativo consente così di elaborare attraverso l'integrazione di librerie esterne, gli incrementi ponderali di sequestro di Carbonio declinabili per le pratiche agronomiche adottate: conversione da seminativo a prato permanente, gestione dei residui colturali, minime lavorazioni del suolo, colture di copertura, etc.

L'implementazione del dato delle librerie di scenari di gestione agronomica sono stati interrogati attraverso join tra tabelle con chiave primaria univoca, il campo "target FID" dei layer ESDAC e il campo "concatena" come identificativo della parcella catastale. Tramite elaborazioni di un foglio di calcolo dei dati di output sono state quantificate le stime per categoria di intervento.

1.4.6 Il calcolo dell'indicatore di erosione del suolo

La metodologia è stata elaborata e applicata ai fini della quantificazione dell'indicatore I.13, poi riportata nel cap. 7 della RAA 2018 del PSR Sardegna 2014-2020.

La stima **dell'indicatore sull'erosione del suolo** deriva dall'applicazione alla scala regionale della metodologia RUSLE2 – Revised Universal Soil Loss Equation (Panagos et al, 2015).

$$\text{SOIL LOSS (t/ha/anno)} = E * K * LS * C * P$$

Il modello RUSLE assume l'erosione (t/ha/anno) come il prodotto di una serie di fattori (Ferro, 2002):

- R (Erosivity), fattore di erosività delle piogge;
- K (Erodibility), fattore di erodibilità dei suoli;

- LS (rispettivamente Slope length e Slope Steepness), fattore topografico funzionale rispettivamente a lunghezza e pendenza della pendice il cui effetto è quello di determinare un aumento della perdita di suolo al crescere della lunghezza della direttrice di ruscellamento di una parcella e della sua pendenza;
- C (Cover factor), fattore culturale che interpreta gli effetti del tipo di utilizzazione del suolo;
- P (Soil erosion practices), fattore di pratiche antierosive che si riferisce a interventi sistematori eventualmente realizzati (es. muretti a secco, presenza di margini di campi e vettore di deflusso, etc.)

L'implementazione del modello in ambiente GIS ha utilizzato differenti set di dati: i fattori E, K, LS e C derivano principalmente dai database dell'ESDAC, valutati a scala europea / nazionale (per risoluzione e grado di incertezza si vedano Lugato et al. 2014, 2015, 2018).

Il modello è stato implementato su due livelli: alla scala della SAU regionale, ottenendo come output una classificazione regionale per otto classi di erosione (come da Lugato et al., 2015). Il round ha utilizzato qui la Carta d'uso del suolo Corine (Ispra 2012) quale input in ambiente GIS.

Un secondo livello e round del modello è stato implementato sull'effettiva SAU delle particelle catastali aderenti alla misura, con fonte dal dato il database aziendale SIAN. Questo ha consentito di valutare il fattore di copertura alla scala aziendale per ciascun uso del suolo e ponderato per le pratiche di gestione del suolo di mitigazione all'erosione adottate.

L'assegnazione dei coefficienti opportuni per le attività di semina su sodo, presenza di colture a sovescio (residui) e colture di copertura (e.g. copertura interfilare) ha considerato una ponderazione media del C factor culturale di base come proposto da Lugato et al., 2015. Per poter valutare l'effetto netto della misura (Cf) si è così confrontato l'esito RUSLE utilizzando il Cf baseline – con assenza di mitigazione per le tecniche di gestione del suolo qui descritte – e con lo scenario PSR. Le superfici risultanti sono state così clusterizzate in 8 classi di erosione (Si veda Lugato et al., 2015). Il fattore P assegnato al round del modello è stato pari a 1.

I set di dati spaziali e database catastali (domande aziendali per misura con riferimenti catastali) sono stati elaborati unitamente a seguito di unione delle tabelle degli attributi con il database SIAN.

1.4.7 Il calcolo della capacità di sequestro del carbonio

I dati raccolti per l'elaborazione degli indicatori consistono in:

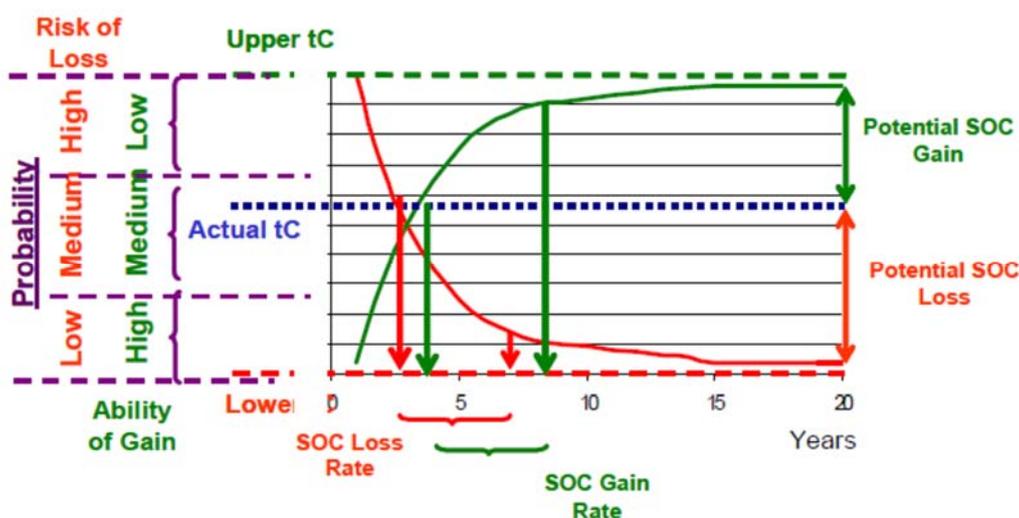
- Carta Italiana dello stock di Carbonio Organico dei Suoli (CCOS), versione 1.5, resa disponibile dalla FAO in formato raster con maglia a 1 km (<http://54.229.242.119/GSOCmap/>), prodotta dalla Global Soil Partnership (GSP) italiana nell'ambito del progetto FAO che ha portato alla realizzazione della Carta mondiale del carbonio organico del suolo. La carta fornisce attualmente la migliore stima a livello nazionale sulla quantità di carbonio organico (t/ha) presente nei primi 30 cm di suolo, relativamente al periodo 1990-2013;
- Cartografia in formato vettoriale delle superfici ammesse a finanziamento dal PSR 2014-2020 per la mis.10.1.1 nel 2018, prodotta attraverso elaborazione del database SIAN e del particellare catastale;
- Cartografia in formato vettoriale dei Suoli Dominanti della Sardegna, espressi come Reference Soil Group (RSG) secondo il sistema tassonomico Word Reference Base (WRB), derivata per generalizzazione dal database dei sistemi di terre d'Italia;
- Potenziale di sequestro del carbonio nel suolo delle misure agronomiche, delle modalità di lavorazione e di gestione dei residui colturali (Mipaaf, 2011);
- Carta dell'Uso del Suolo (CUS) della Regione Sardegna, in formato vettoriale, in scala 1:25.000 (unità minima cartografabile pari a 0,75 ettari in ambito extraurbano), acquisita attraverso il geoportale regionale (<http://www.sardegnageoportale.it/>).

Considerato il periodo di riferimento del dato contenuto nella CCOS, viene assunto che il SOC da questo derivato rappresenti la condizione dei suoli precedente alla messa in atto degli interventi finanziati dal PSR 2014/2020. Combinando il dato della CCOS con la mappa dei suoli viene determinato il carbonio organico contenuto nei primi 30 cm di ogni suolo dominante. Ciò permette di valutare lo stato qualitativo delle diverse

tipologie di suolo, non solo in termini di stock ma anche di potenziale di accumulo e perdita, nonché di probabilità di cambiamento del contenuto di C organico (Fig. 2) in seguito a variazioni d'uso o a modifiche di gestione.

A tal fine, considerando la notevole variabilità dei suoli, viene ritenuto che lo **stock di carbonio** rappresentativo per una data tipologia di suolo corrisponda al valore medio o modale registrato in esso. I valori osservati di stock di carbonio superiori alla media costituiscono invece la soglia di carbonio effettivamente raggiungibile da quella data tipologia di suolo. Pertanto, per ogni suolo dominante è possibile esprimere la capacità teorica di sequestrare carbonio derivandone il **potenziale di accumulo** quale differenza tra i valori massimi e medi in esso registrati in un determinato territorio (PA1). Lo stock di C verso il quale è ragionevole ipotizzare di poter tendere attraverso una gestione mirata delle superfici agricole può essere invece stimato pari alla differenza tra la media e il valore dato dalla media più due volte la deviazione standard del SOC registrato per quel suolo (PA2). La **potenziale perdita** (PP) di SOC può essere espressa invece come differenza tra i valori medi o modali che contraddistinguono le tipologie pedologiche e i valori minimi rilevati per le stesse. Il **rischio di perdita** di SOC è infine definito dalla posizione assunta dal valore medio del SOC in una determinata tipologia di suolo rispetto al campo di variazione osservato per la variabile. Se la media ricade nel terzo inferiore dell'intervallo, il rischio è considerato "basso", in quanto i valori registrati per quel suolo sono prevalentemente concentrati verso i valori minimi e di conseguenza appaiono maggiormente limitate le probabilità di andare incontro a perdite consistenti, viceversa, se la media ricade nel terzo superiore il rischio è ritenuto "alto".

Fig. 2. Schema illustrativo degli indicatori di stato relativi al carbonio nel suolo



Attraverso la sovrapposizione cartografica delle particelle catastali beneficiarie della mis.10.1.1 del PSR con le mappe degli indicatori relativi al SOC, vengono stimati per le superfici oggetto di finanziamento il SOC medio, il potenziale di accumulo PA1 e PA2, il potenziale di perdita PP e il rischio di perdita del SOC.

Considerando gli impegni obbligatori e non obbligatori assunti dai beneficiari per ogni intervento sostenuto dalla misura 10.1.1 del PSR, si è proceduto al calcolo del carbonio immagazzinato nei suoli degli appezzamenti finanziati, moltiplicando le relative superfici per i potenziali di sequestro delle misure agronomiche, delle modalità di lavorazione e di gestione dei residui colturali (Tab. 1) di volta in volta applicate.

Attraverso la Carta di Uso del Suolo della Regione Sardegna è stata stimata la SAU destinabile agli interventi finanziati dalla misura 10.1.1 del PSR, al fine di determinare in che proporzione questa è attualmente interessata da contratti di gestione che contribuiscono al sequestro di carbonio nel suolo.

Integrando tra loro le informazioni derivate dalle elaborazioni descritte si procede infine al calcolo degli indicatori per la valutazione dell'efficacia della misura considerata.

Tab. 1. Potenziale di sequestro di carbonio nel suolo delle pratiche colturali adottate per promuovere la mitigazione delle emissioni in atmosfera derivanti dall'agroecosistema

	Descrizione	Potenziale di sequestro di carbonio nel suolo (t C ha ⁻¹ anno ⁻¹)
Misure agronomiche	Aumento della produttività	0,05
	Rotazioni colturali	0,10
	Colture da sovescio	0,00
	Riduzione del tempo di non coltivazione	0,10
	Conversione a colture permanenti	0,50
	Inerbimenti colture permanenti	0,50
	Agricoltura organica	0,15 - 0,25
Lavorazioni e gestione dei residui	Riduzione delle lavorazioni	0,15
	Semina su sodo	0,3
	Riduzione delle asportazioni di residui	0,1

Fonte: Rielaborazione dati estratti da Libro Bianco – Sfide ed opportunità dello sviluppo rurale per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici (Mipaaf, 2011).

1.4.8 L'analisi degli investimenti oggetto di domanda di aiuto sulla misura 121 del PSR 2007-2013

Nel PSR 2007-2013 è stata per la prima volta introdotta in Sardegna la misura 214.2 per la difesa del suolo che ha avuto crescente fortuna e diffusione nei quattro bandi che si sono susseguiti.

Nello stesso periodo, la misura 121 ha consentito alle aziende agricole, attraverso quattro diversi bandi, di presentare le domande per cofinanziare i loro progetti di investimento produttivo.

Nel complesso, quasi 2 mila domande di sostegno a valere sulla misura 121 sono pervenute sul SIAR (il sistema informativo regionale), corredate di informazioni di dettaglio sui singoli interventi previsti per ciascun progetto di investimento.

Nel quadro delle attività di valutazione in itinere del PSR 2007-2013 della Regione Sardegna, si è provveduto ad analizzare nel merito e a classificare tutti gli interventi proposti (più di 10 mila, cioè mediamente 5 per ogni progetto), assegnando una o più parole chiave a ciascuno (ad esempio "risparmio energetico" o "sistemazione dei terreni"). Occorre sottolineare che non si è trattato di una forma di classificazione univoca ma, anzi, una parola chiave può avere un'intersezione con un'altra o esservi inclusa: ad esempio "ricovero macchine e attrezzi" è in larga parte incluso in "fabbricati e strutture".

In tal modo è stato possibile comprendere sotto diversi profili qualitativi le caratteristiche degli investimenti programmati dalle aziende regionali.

Infatti, anche se solo una parte (minoritaria) dei progetti presentati è stata poi finanziata dal PSR, l'elenco completo delle richieste descrive in maniera molto dettagliata i fabbisogni del sistema agricolo regionale.

Ai fini del presente studio, si sono identificati, nel database degli interventi, i soggetti beneficiari anche della misura 214.2, che sono risultati 478 su 1.944 totali; si sono quindi analizzate le tipologie di investimento richieste da tali soggetti e confrontati poi con la media per comprendere se vi fossero tipologie più ricorrenti o rilevanti, e quali fossero.

Una incidenza molto superiore alla media, una maggiore frequenza di una certa tipologia di investimento può, direttamente o indirettamente, essere correlata alle esigenze proprie dalla pratica dell'agricoltura conservativa.

Un cenno di spiegazione lo merita la scelta di condurre questa analisi attraverso i dati del PSR 2007-2013, anziché quelli del PSR in vigore.

Innanzitutto non si tratta di una scelta: dei progetti di investimento presentati o anche solo finanziati sulla misura 4.1 del PSR 2014-2020, non è disponibile alcuna informazione di dettaglio, ad eccezione dell'importo.

A prescindere dalla mancanza di alternative, il periodo 2007-2013 è particolarmente interessante perché ha rappresentato l'esordio della misura di difesa del suolo: se esistono esigenze di investimento ad essa correlate sono probabilmente più riconoscibili che in un periodo nel quale la politica è attiva già da diversi anni.

Inoltre, la misura 214.2 è stata attuata nel 2007-2013 quasi esclusivamente attraverso la sub-azione della minima lavorazione, mentre nel periodo successivo ha riguardato in larga misura anche la conversione a pascolo permanente, che determina fabbisogni di natura decisamente differente.

1.5 BIBLIOGRAFIA

Valboa, Aramini, Colloca et al: "Erosione dei suoli: riflessi sulla produttività del grano duro" su *Genio Rurale* 6/2003

Mirandola: "Riscoprire la fertilità del suolo con la semina su sodo" su *Informatore Agrario* 19/2012

AA VV.: "Avvicendamenti, consociazioni e fertilità del suolo in agricoltura biologica" su *Veneto Agricoltura*

Vacca, Loddo, Serra, Aru: Soil degradation in Sardinia (Italy): main factors and processes su *Options Méditerranéennes, Série A* n.50

D'Angelo, Madrau, Pulina, Enne: "Land cover change as land degradation indicator in areas characterized by high anthropic pressure due to agropastoral activities", su *CIHEAM - Options Mediterraneennes*

C.R.A. - Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo Centro Nazionale di Cartografia Pedologica, INEA: *Atlante nazionale delle aree a rischio di desertificazione*, INEA 2007

Perini, Salvati, Ceccarelli, Sorrenti, Zitti: *La desertificazione in Italia: Processi, indicatori, vulnerabilità del territorio*, Bonanno 2008

AA. VV.: *Il suolo radice della vita*, APAT 2008

Puddu, Fanni, Loddo, Manca: *La salinizzazione dei suoli nelle piane agricole della Sardegna*, AGRIS Sardegna 2008

AA. VV.: "Conservazione e fertilità del suolo, cambiamenti climatici e protezione del paesaggio" Atti del Convegno CRA, 10 e 11 dicembre 2008 Roma

Troccoli, A. Gallo, S. A. Colecchia, O. Li Destri Nicosia: *Verso un'agricoltura conservativa a tempo pieno: innovazioni agronomiche e loro gestione*, - CRA – Centro di Ricerca per la Cerealicoltura, Foggia.

Mirandola: "Opportunità e funzioni delle colture di copertura", su *Informatore Agrario* 29/2012

De Angelis et al: "Analysis of the relationship between land use changes and land degradation dynamics in coastal Sardinia", XIV Convegno AIAM 2011

Pezzuolo, Sartori: "Meno costi e impatto ambientale con la lavorazione ridotta" su *Informatore Agrario* 27/2012

Rinaldi M., Scalcione E. et al "A Model Application for Agronomic and Soil Fertility Assessment in Wheat Soil Tillage and Residues Management", Atti del XLV Convegno di Agronomia della Società Italiana di Agronomia, 2016

AA.VV.: Progetto LIFE Help SOIL – Linee Guida per l'applicazione dell'agricoltura conservativa

2 I RISULTATI DELL'ANALISI

2.1 LE CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO PER LA DIFESA DEL SUOLO NEL PSR SARDEGNA E LE DIFFERENZE TRA I PERIODI DI PROGRAMMAZIONE 2007-2013 E 2014-2020

La **Misura 214.2 "Difesa del suolo"** del **PSR Sardegna 2007-2013** aveva la finalità di **"promuovere l'introduzione e il successivo mantenimento, nei terreni agricoli che negli ultimi anni sono stati destinati a colture cerealicole, di tecniche colturali e di gestione del suolo di tipo sostenibile, al fine di favorire il ripristino della fertilità naturale del suolo"**.

Le **tecniche o modalità di gestione**, oggetto di sostegno dell'azione, **si differenziavano in relazione al rischio potenziale di erosione dei terreni**, utilizzando quale parametro di riferimento la **pendenza media degli appezzamenti**⁵, e riguardavano l'avvicendamento colturale, la lavorazione del terreno e la conversione dei seminativi in colture foraggere permanenti.

A valere sulla misura sono stati pubblicati bandi per le annualità 2008, 2010, 2012 e 2014, più quelli relativi alle riconferme. La revisione della scheda di misura avvenuta nell'aprile 2010, oltre ad un innalzamento dei premi, ha introdotto alcune novità anche nella individuazione dei beneficiari: mentre nel bando 2008 erano eleggibili solo quelle aziende che dichiaravano di "aver percepito per almeno un'annualità, i premi per seminativi previsti dalla PAC nel periodo 2004/2007 e abbiano dichiarato coltivazioni di cereali autunno-vernini", nella successiva riformulazione cade la limitazione alle sole aziende che coltivavano cereali autunno-vernini, estendendo la platea a tutte le aziende che coltivano seminativi.

La Tab. 1 riporta l'entità dei premi e gli impegni previsti:

Tab. 2. Mis. 214 Azione 2 "Difesa del suolo" – Prospetto di sintesi

Sub-azioni	"Montagna" (SAU pendenza >= 30%)	"Collina" (SAU pendenza >=15% e < 30%)	"Pianura" (SAU pendenza < 15%)
Premi	210 €/ha	250 €/ha	
Impegni	<ul style="list-style-type: none"> - Conversione dei seminativi annuali in coltura foraggiera permanente (prato permanente, pratopascolo, pascolo); - conclusione ciclo colturale della coltura in atto fino alla raccolta; - nell'annata agraria successiva, il beneficiario deve convertire la SAU a seminativi in SAU a coltura foraggiera permanente, mantenendo questo uso del suolo fino alla fine del periodo di Impegno. 	<ul style="list-style-type: none"> - La lavorazione del terreno deve essere effettuata lungo le curve di livello, ovvero non devono essere eseguite lavorazioni a rittochino, cioè secondo le linee di massima pendenza. 	-
		<ul style="list-style-type: none"> - Adozione di una rotazione biennale tra cereali autunno-vernini da granella e leguminose: la rotazione deve interessare tutta la SAU ammessa a premio, alternando annualmente le colture dei cereali autunno-vernini con le colture di leguminose; - la lavorazione deve essere fatta scegliendo una delle seguenti tecniche: <ul style="list-style-type: none"> - minima lavorazione; - non lavorazione (<i>zero tillage</i>) ossia la cosiddetta semina su sodo; - è obbligatorio raccogliere il prodotto. 	

Fonte: PSR Sardegna 2007-2013

⁵ Le tre sub-azioni previste (Pianura - Collina - Montagna) prevedevano pertanto, quale criterio di ammissibilità della superficie, tre differenti livelli di pendenza: Pianura < 15%; Collina >=15% e < 30%; Montagna >= 30%.

Nel **PSR 2014-2020**, seppur l'obiettivo risulti analogo a quello della misura attivata nel precedente ciclo di programmazione, il **Tipo di intervento 10.1.1 "Difesa del suolo" non prevede un analogo criterio di ammissibilità relativo alla pendenza.**

Al bando pubblicato nel 2016 per la nuova adesione agli impegni previsti, sono seguiti negli anni successivi, fino al 2020, quelli relativi alla riconferma degli stessi.

La superficie agricola ammissibile è quella occupata da seminativi che prima dell'inizio del periodo d'impegno sia coltivata con colture avvicendate, mentre gli interventi sovvenzionabili sono i seguenti:

- Intervento 1: "Conversione di seminativi in prati permanenti";
- Intervento 2: "Agricoltura conservativa".

La Tab. 1 riporta l'entità dei premi e gli impegni previsti:

Tab. 3. Tipo di intervento 10.1.1 "Difesa del suolo" – Prospetto di sintesi

Interventi	Intervento 1 "Conversione di seminativi in prati permanenti"	Intervento 2 "Agricoltura conservativa"
Premi	242 €/ha	250 €/ha
Impegni	<ul style="list-style-type: none"> - Convertire il seminativo con colture avvicendate in prato permanente (naturale o artificiale) sfalciabile e/o pascolabile; - non effettuare durante il periodo d'impegno l'aratura del terreno, fatta eccezione di quella da effettuarsi nel primo anno di impegno nel caso di impianto di un prato artificiale (con foraggere permanenti seminate). 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizzo di tecniche di minima lavorazione (<i>minimum tillage</i>) o di semina su sodo (<i>zero tillage</i>); - adozione di una rotazione biennale tra cereali autunno-vernini da granella (Cg) e colture miglioratrici azotofissatrici (L).

Fonte: PSR Sardegna 2014-2020

Riassumendo, le principali novità apportate all'intervento per la difesa del suolo nel presente ciclo di programmazione sono le seguenti:

- la conversione tra seminativo e prato permanente è praticabile anche sulle superfici collinari e pianeggianti (ovvero con pendenza inferiore al 30%);
- le lavorazioni *minimum* e *zero tillage* sono realizzabili anche sulle superfici di montagna (pendenza superiore al 30%);
- cade il divieto di esecuzione delle lavorazioni a rittochino sulle superfici collinari (pendenza compresa tra il 15% e il 30%);
- cade l'obbligo di raccolta del prodotto per l'Intervento 2: "Agricoltura conservativa".

2.2 I BENEFICIARI E LE DOMANDE

La ricostruzione dei dati di attuazione dell'intervento di difesa del suolo tra la sua introduzione, all'inizio del PSR 2007-2013, sino ad oggi indica un successo di adesione notevole, ma non immediato.

Alla prima uscita, con il **bando del 2008**, hanno aderito 181 agricoltori per una superficie complessiva di poco più di 4 mila ettari. Un dato molto deludente rispetto ad un target che avrebbe dovuto raggiungere gli 80 mila ettari⁶.

Non solo: l'anno successivo le adesioni si erano ridotte di quasi un terzo, scendendo a 128 beneficiari per 2.500 ettari.

Con un risultato tanto al di sotto delle aspettative, da una parte, si è drasticamente ridotta la dotazione finanziaria (da 79 a 49 Meuro e poi fino a 19 Meuro) e, dall'altra, si è riformulato e varato un nuovo bando,

⁶ Nel caso dell'intervento a valere sulla programmazione 2007-13, le superfici richieste sono calcolate approssimativamente sulla base degli importi richiesti divisi per il premio medio ad ettaro

con un incremento di più del 50% del premio (passato da 155-150 €/ha a 210-250 €/ha) e con un significativo allargamento delle condizioni di ammissibilità.

Gli effetti delle migliori condizioni offerte, a fronte di impegni uguali, si sono visti progressivamente.

Il **bando del 2010** ha ricevuto quasi 600 domande, corrispondenti ad una superficie di circa 14 mila ettari. Solo **due anni dopo** è stato pubblicato un altro bando, che ha ricevuto poco meno di mille, e dopo **ulteriori due anni**, l'ultimo bando della misura 214.2 del PSR 2007-13 ha registrato quasi 1.300 adesioni ulteriori.

Nella programmazione 2014-2020, la misura 10.1.1 per la difesa del suolo ha prodotto un solo **bando nel 2016**, su cui sono state presentate circa 3 mila domande.

In definitiva, il solo bando 2016 ha avuto più adesioni dei quattro bandi del PSR 2007-13, **raggiungendo infine** l'ambizioso **target** che era stato fissato all'inizio di quella programmazione.

In realtà, quel **target** è stato superato, poiché bisogna considerare che, una volta ammesse al finanziamento, le superfici ammesse a finanziamento sono vincolate agli impegni dell'intervento per sei anni. Ne consegue che -considerata la successione dei bandi - in ogni anno dal 2010 sino al 2019 si sono sommati gli impegni assunti da beneficiari di due o di tre diversi bandi.

Ciò, perlomeno, avviene nella grande maggioranza dei casi, ma si riconosce anche un certo grado di "effetto spiazzamento" che i bandi successivi possono esercitare sui beneficiari dei precedenti.

Nella Fig. 1 è rappresentato l'andamento del numero delle domande per ciascuno dei bandi considerati, in forma di numeri indice. Il dato più evidente è la **drastica riduzione** delle riconferme da parte dei beneficiari per il **bando 2008**: dopo due anni, in concomitanza con l'avvio del bando successivo, poco più di metà di coloro che avevano fatto domanda il primo anno presenta domanda di riconferma.

Fig. 3. Variazione delle domande presentate per ciascun bando delle misure 214.2 e 10.1.1 nel corso dei rispettivi anni di impegno



Fonte: elaborazioni ISRI su dati SIAN AST2-08 e ASRA A24

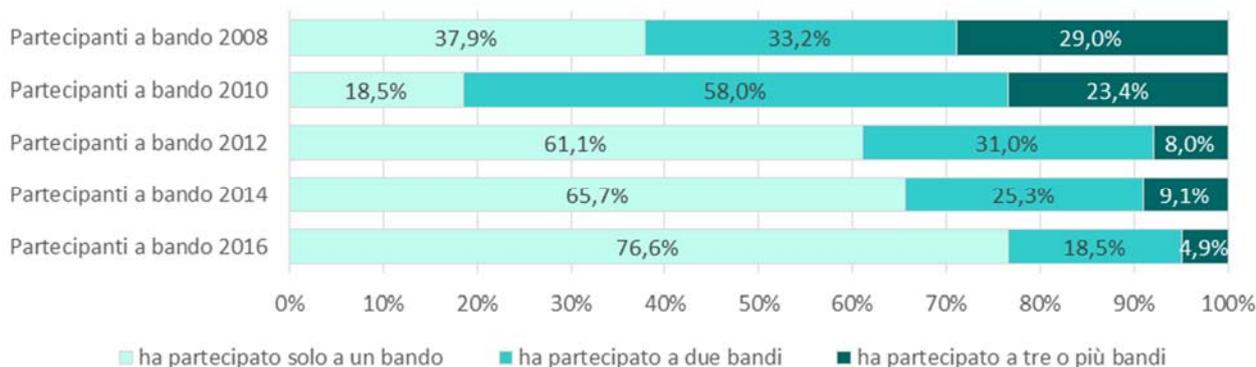
Il motivo è, in questo caso, evidentemente collegato con le migliori condizioni offerte dal bando 2010, anche se probabilmente molti abbandoni sono dovuti ad altra ragione. In ogni caso, il 16% dei beneficiari del primo bando hanno partecipato al successivo, e un ulteriore 8% ha partecipato a quello del 2012 pur non avendo ancora completato il ciclo dei sei anni di impegno.

Dal 2010 in poi non si assiste a simili crolli, tuttavia, dopo la perdita fisiologica che si registra nel secondo anno, dovuta in buona parte alla mancata ammissione della domanda del primo anno⁷, si è assistito ad una ulteriore **riduzione del 5%** o più tra il secondo e il terzo anno, in corrispondenza della **pubblicazione di un nuovo bando**: nel 2012 le riconferme dei beneficiari del bando 2010 si sono fermate all'88,4%, nel 2014 le riconferme del bando 2012 all'87,8%, nel 2016 le riconferme del bando 2014 al 91,1%.

La controprova è data dall'andamento dei partecipanti al bando 2016, che è stato l'ultimo: in questo caso il dato di 95,4% del secondo anno è stato riconfermato nel terzo e, sostanzialmente, anche nei successivi.

La Fig. 4 indica che, in effetti, è elevata la propensione a prolungare o ripetere la partecipazione all'intervento per la difesa del suolo.

Fig. 4. Partecipazione ai bandi per la difesa del suolo da parte dello stesso soggetto



Fonte: elaborazioni ISRI su dati SIAN AST2-08 e ASRA A24

Il 62% dei partecipanti al primo bando e, addirittura l'81,5% dei partecipanti al secondo bando hanno partecipato almeno ad un altro bando. È un dato particolarmente significativo se si pensa che soltanto i beneficiari del primo e del secondo bando hanno potuto partecipare ad un altro bando dopo avere completato il periodo di sei anni di impegno.

Di contro, la stessa figura dice del successo crescente dell'intervento: nel 2014 due terzi dei partecipanti sono nuovi alla misura, e nel 2016 oltre i tre quarti.

Anche se la particolare frequenza delle procedure ha determinato un certo grado di "competizione" tra di esse, con un conseguente effetto spiazzamento stimabile nell'ordine del 5% almeno, l'effetto complessivo è stato quello di avere conseguito nell'arco di otto anni dall'introduzione dell'intervento un successo molto significativo.

Nel **2016** si registravano complessivamente circa **5.400 domande** tra nuove adesioni e riconferme degli anni precedenti.

Ma occorre anche osservare che negli anni successivi si è inevitabilmente registrata una forte riduzione dei beneficiari e delle superfici, soprattutto nel 2018 e nel 2020 quando sono terminati gli impegni dei bandi 2012 e 2014.

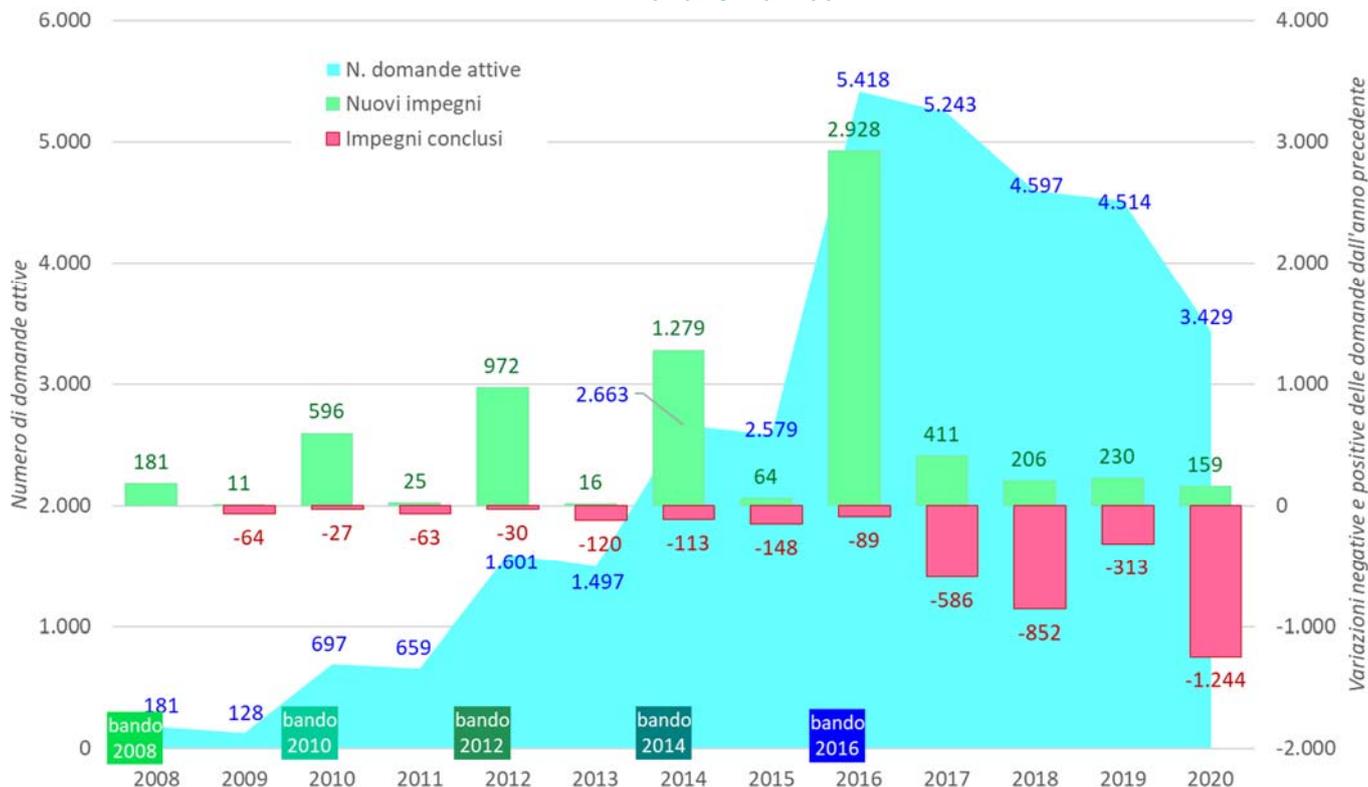
Alla fine del 2020 sono più di **50 mila** gli **ettari che sono stati coperti dagli impegni** dell'intervento (per il 95% di minimum *tillage*) **e che non lo sono più**. È un dato che innegabilmente indebolisce l'efficacia della misura perché ci si deve attendere che quelle superfici siano tornate alle pratiche della *baseline*, ma, d'altra parte, è necessario stabilire una cadenza delle procedure sincrona alla durata degli impegni, che consenta a tutti di partecipare nello stesso momento e con pari regole, senza avere superfici vincolate da impegni precedenti.

Si deve però anche osservare che **non necessariamente** il completamento del periodo degli impegni per la difesa del suolo comporta il **ritorno a pratiche tradizionali**: su circa 2.300 ex beneficiari che hanno concluso l'intervento per la difesa del suolo negli ultimi tre anni quasi 340 (il **15%**) avevano sottoscritto **la misura per l'agricoltura biologica**.

⁷ Si ricorda infatti che si sono analizzate le domande presentate

Da quando, con la programmazione 2014-2020, sono stati eliminati i limiti di pendenza, dando facoltà alle aziende ammissibili di accedere ad entrambi i tipi di intervento, naturalmente in alternativa tra loro, circa il **57%** delle superfici sono messe sotto impegno per **l'agricoltura conservativa**, mentre il rimanente 43% ha sottoscritto l'impegno di conversione da seminativi a prati permanenti.

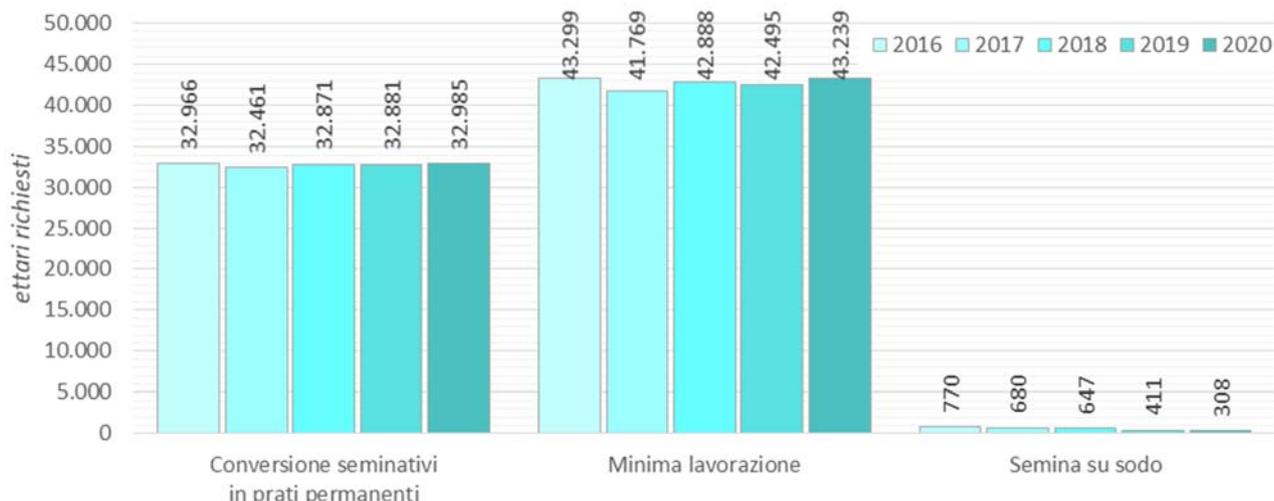
Fig. 5. Domande di sostegno e di pagamento presentate a valere sull'intervento di difesa del suolo e variazioni annuali



Fonte: elaborazioni ISRI su dati SIAN AST2-08 e ASRA A24

All'interno dell'intervento per l'agricoltura conservativa, soltanto l'1,3% delle superfici è destinato alla semina su sodo, mentre la quasi totalità ha impegni di minima lavorazione.

Fig. 6. Superficie beneficiaria della misura 10.1.1 per tipo di pratica



Fonte: elaborazioni ISRI su dati SIAN AST2-08

2.3 LE SUPERFICI INTERESSATE

Per comprendere gli effetti dei cambiamenti introdotti dal PSR 2014-2020 con la misura 10.1.1 rispetto alla misura 214.2 del PSR 2007-2013 si sono poste a confronto le superfici beneficiarie dell'intervento della difesa del suolo nelle due programmazioni. Si sono quindi presi in esame i dati particellari del 2014 per la vecchia programmazione, che era l'anno in cui l'intervento aveva raggiunto la massima estensione, e del 2018 per la nuova programmazione, che è l'anno più recente disponibile⁸.

Il tema fondamentale del **confronto** è quello delle **pendenze delle superfici beneficiarie** e delle **tipologie di intervento** attuate, considerato che la **strategia differenziata del PSR 2007-2013** (conversione a prato permanente nelle aree con maggiore pendenza e pratica conservativa nelle aree pianeggianti o con pendenze minori) si è **trasformata**, di fatto, **in due differenti interventi** ammessi per qualunque pendenza.

Ciò è vero anche se nella Tab. 4, riferita alla misura 214.2 del PSR 2007-2013 alcune superfici beneficiarie dell'intervento di conversione da seminativo a prato permanente risultano effettuate su superfici con pendenze inferiori al 30% e, viceversa, alcuni impegni di minima o di zero lavorazione risultano effettuati in aree con pendenze uguali o superiori al 30%.

Non si tratta di errori del dBase o di elaborazione, ma dell'effetto di un'analisi sviluppata necessariamente a livello di particella catastale, come meglio chiarito nel § 1.4. Significa, in ogni caso, che le superfici con un'assegnazione diversa da quella che è stata riconosciuta per la misura si trovano ai margini o all'interno di una diversa zona orografica, trattandosi, ad esempio, del versante acclive di una particella prevalentemente pianeggiante, o della parte piana di una particella che include anche versanti scoscesi.

Tab. 4. Misura 214.2 PSR 2007-2013 - Ripartizione superficie finanziata per tipo di impegno e classe di pendenza (derivata dalla Carta delle pendenze)

Tipo di impegno	pendenza <15% ("Pianura")		15% ≤ pendenza <30% ("Collina")		pendenza ≥30% ("Montagna")		Totale	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Conversione a prato permanente	100,33	11,7%	349,81	40,9%	405,47	47,4%	855,62	100,0%
Minima lavorazione	28.521,49	82,7%	5.310,39	15,4%	648,14	1,9%	34.480,02	100,0%
Zero lavorazione	662,12	88,7%	57,82	7,7%	26,49	3,5%	746,43	100,0%
Totale	29.283,94	81,2%	5.718,02	15,8%	1.080,10	3,0%	36.082,06	100,0%

Fonte: elaborazione ISRI su dati SIAN-ASRA, cartografia catastale e MDT

È facile osservare che questo effetto di "traslazione" da una classe all'altra riguarda soprattutto la sub-azione "Montagna", la più piccola per dimensioni, avendo coinvolto circa mille ettari su trentaseimila.

L'analisi rivela che meno di metà della superficie dell'intervento di conversione dei seminativi a pascoli permanenti si trova in particelle con una pendenza maggiore del 30%, e il 12% è in particelle con una pendenza media inferiore al 15%.

Per altro verso, oltre metà delle particelle beneficiarie con pendenza media del 30% o più è stata soggetta a impegni di minima lavorazione, che sarebbero stati riservati alle aree di collina o di pianura: si tratta in ogni caso di quantità esigue in termini assoluti: rispetto al totale degli impegni di minima lavorazione è meno del 2%.

Al di là di questi spostamenti marginali, la misura 214.2 ha incanalato gran parte delle risorse su una sola classe di pendenza e una sola tipologia di intervento: la **minima lavorazione su terreni di pianura** ha rappresentato quasi l'**80%** del totale della superficie beneficiaria.

Se poi si aggiungono anche i terreni su pendenze comprese tra il 15% e il 30%, la minima lavorazione è arrivata a coprire oltre il **95%** del totale, lasciando il rimanente diviso quasi equamente tra conversione a prato permanente e zero lavorazione (semina su sodo).

Guardando i dati del 2018 (Tab. 5), relativi alla sola misura 10.1.1 del PSR 2014-2020 si nota innanzitutto un **incremento sostanzioso della superficie complessivamente interessata**, che aumenta di oltre 15 mila ettari (+43%).

⁸ Non è superfluo ricordare che nei dati particellari relativi alla nuova programmazione non sono riportati i trascinamenti della vecchia programmazione, e sono quindi presenti solo quelli relativi al bando 2016.

Tab. 5. Misura 10.1.1 PSR 2014-2020 - Ripartizione superficie finanziata per tipo di impegno e classe di pendenza (derivata dalla Carta delle pendenze)

Tipo di impegno	pendenza <15%		15% ≤ pendenza <30%		pendenza ≥30%		Totale	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Conversione a prato permanente	16.526,56	68,9%	6.271,55	26,2%	1.180,73	4,9%	23.978,84	100,0%
Minima lavorazione	21.977,01	80,3%	4.679,12	17,1%	722,32	2,6%	27.378,45	100,0%
Zero lavorazione	323,88	95,0%	15,28	4,5%	1,90	0,6%	341,06	100,0%
Totale	38.827,45	75,1%	10.965,94	21,2%	1.904,95	3,7%	51.698,34	100,0%

Fonte: elaborazione ISRI su dati SIAN-TESTDSS, cartografia catastale e MDT

A tale incremento fa però riscontro una forte **riduzione dell'impegno di minima lavorazione**, che diminuisce di oltre 7 mila ettari (-20%) dal 2014. Una riduzione pressoché interamente riferibile ai suoli con pendenza inferiore al 15%, il cui peso sulla misura nel suo complesso si riduce dall'80 al 42%.

Ancora più drastica, seppure in scala assoluta molto inferiore, è la **contrazione degli impegni di semina su sodo**, che si riducono a meno della metà.

L'opportunità di aderire a **queste tipologie di intervento anche per zone con pendenza superiore al 30%** non ha quindi minimamente contribuito ad aumentarne la richiesta. Anzi, l'incremento di domanda che pure si è avuto dai terreni di "montagna" si è **ancor più concentrato sull'intervento di conversione a prato permanente**.

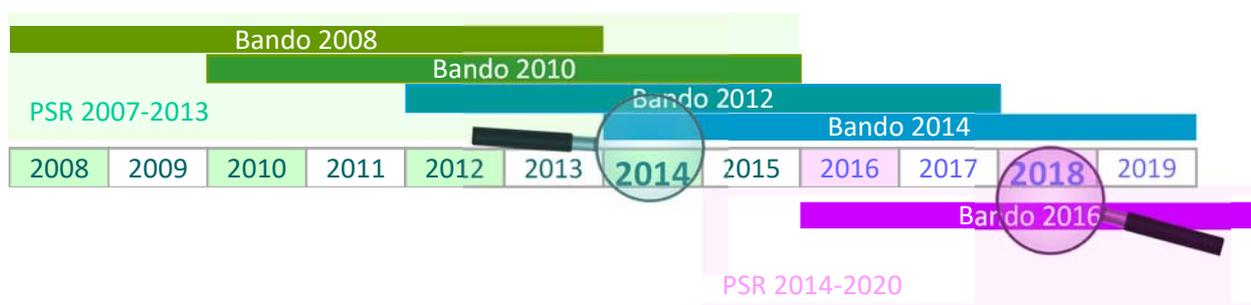
Il cambiamento che ha davvero inciso sulle scelte dei beneficiari è quello che ha consentito la **conversione di seminativi a pascolo permanente** anche su suoli con pendenze inferiori al 30%. Questa tipologia di intervento ha da sola determinato l'incremento complessivo delle superfici sotto impegno ed assorbito la perdita di impegni di agricoltura conservativa.

Nei fatti, la rimozione dei criteri di ammissibilità legati alla pendenza operata con il PSR 2014-2020 ha **introdotto** nell'agricoltura regionale un'opportunità e **un tipo di intervento che prima era pressoché inesistente**, coinvolgendo una superficie non molto inferiore da quella impegnata con la minima lavorazione.

Questo effetto è imponente per le sue dimensioni, ma anche lampante nella sua interpretazione poiché questa tipologia di intervento **non era prima ammesso** nei terreni con pendenza inferiore al 30%.

Ben più difficile è comprendere il dato relativo all'agricoltura conservativa in queste aree, per via dell'accavallarsi dei periodi di impegno.

Occorre infatti ricordare che i dati osservati nel 2014 danno conto delle superfici messe sotto impegno con i bandi del 2010, del 2012 e del 2014, mentre **i dati osservati nel 2018 si riferiscono solo agli impegni assunti con il bando del 2016** a valere sul PSR 2014-2020. Ma, al momento del bando 2016, erano ancora in corso gli impegni assunti nel 2012 e nel 2014 (da circa 2.300 beneficiari), che non consentivano di partecipare con le superfici già sotto impegno.

Fig. 7. Cronogramma dei bandi dell'intervento per la difesa del suolo

Quindi, se si escludono le fattispecie non previste nella programmazione 2007-2014 (ovvero la conversione a pascolo permanente in pianura e collina e l'agricoltura conservativa in montagna), gli **impegni** registrati nel dBase del 2018 (Tab. 6) sono in larga parte **aggiuntivi e non sostitutivi** rispetto a quelli assunti con la misura 214.2.

Le uniche superfici beneficiarie della misura 214.2 che hanno avuto l'opportunità di partecipare alla misura 10.1.1 sono quelle ammesse a valere sui bandi 2008 e 2010. E, in buona misura, questo sembra essere avvenuto (si veda anche Fig. 4).

Se è perciò inopinabile che, terminati nel 2020 tutti i trascinamenti sulla misura 214.2, gli interventi di agricoltura conservativa sono il 20% in meno che nella scorsa programmazione, ci sono tutti gli elementi per attendersi che **un eventuale** (ed auspicabile) **bando 2022** per la difesa del suolo riesca a raccogliere una **quantità di domande e di superfici non distante dalla somma delle adesioni della vecchia e della nuova programmazione**.

La Tab. 6 riporta i risultati del confronto tra le superfici beneficiarie del 2014 e del 2018: quelli che sono presenti in entrambe le rilevazioni ammontano a poco meno di 4.500 ettari, di cui quasi 3.700 per impegni di minima lavorazione.

Tab. 6. Confronto tra le superfici beneficiarie della mis. 214.2 del PSR 2007-2013 e la mis. 10.1.1 del PSR 2014-2020

Ha beneficiari 10.1.1 2018	Conversione a prato permanente	Minima lavorazione	Zero lavorazione	Totale ha beneficiari	Ha non beneficiari	Totale
2014 Ha beneficiari 214.2						
Conversione a prato permanente	97	33		130	726	856
Minima lavorazione	500	3.672	89	4.261	30.219	34.480
Zero lavorazione	6	49	24	78	668	746
Totale ha beneficiari	602	3.754	113	4.469	31.613	36.082
Ha non beneficiari	23.376	23.625	228	47.229		
Totale	23.979	27.378	341	51.698		

Fonte: elaborazione ISRI su dati SIAN-ASRA, SIAN-TESTDSS, cartografia catastale e MDT

Vale anche la pena di evidenziare che 500 ettari soggetti ad impegni di minima lavorazione nel 2014 si ritrovano nel 2018 con l'impegno di conversione a pascolo permanente: si tratta, in qualche misura di un **effetto "sostituzione"** tra due policies alternative, nella misura in cui la crescita di un intervento avviene a discapito dell'altro, preesistente. Ma è un effetto che, nel complesso, è contenuto nei limiti – fisiologici – dell'11%⁹.

Dunque, tenuto conto del riquadro colorato delle sovrapposizioni, le superfici cartografate complessivamente coinvolte tra vecchia e nuova programmazione ammontano a circa **83 mila ettari**, di cui circa **57 mila per impegni di minima lavorazione, 24 mila per la conversione a pascoli permanenti e mille per la semina su sodo**.

Si può ipotizzare che potranno essere questi gli ordini di grandezza della partecipazione ad un nuovo bando che dovesse risultare accessibile a tutti.

Nelle figure che seguono sono riportate le cartografie delle superfici beneficiarie degli interventi di difesa del suolo in corso nel 2014 e nel 2018, distinte tra "montagna", "collina" e "pianura".

I colori sulle tonalità del **rosso, viola, marrone** indicano le aree beneficiarie sia nel 2014 che nel 2018, nelle quali pertanto l'intervento per la difesa del suolo ha avuto **continuità nel corso degli anni** grazie alla sincronia degli impegni.

Al contrario, la rimanente gamma di colori indica che le relative particelle risultavano beneficiarie solo di un PSR: i verdi e i blu di quello del 2014-2020 mentre i **gialli e gli arancioni** di quello del 2007-2013. Questi ultimi, a partire al più dal 2020 **non sono più sotto impegno**, a meno che non abbiano fatto domanda per l'agricoltura biologica, come sembra accaduto per circa il 15% dei titolari (cfr. § 2.2).

Il fenomeno che maggiormente caratterizza il programma 2014-2020 è rappresentato dalle aree in verde presenti in collina e in pianura, ovvero le superfici soggette a conversione a prato permanente.

⁹ Calcolati come rapporto tra i 506 ha passati da un intervento e l'altro e i 4.469 ha totali delle sovrapposizioni tra vecchia e nuova programmazione.

Fig. 8. Superfici beneficiarie della misura 214.2 del PSR 2007-2013 e/o della misura 10.1.1 del PSR 2014-2020 con pendenza pari o superiore al 30%

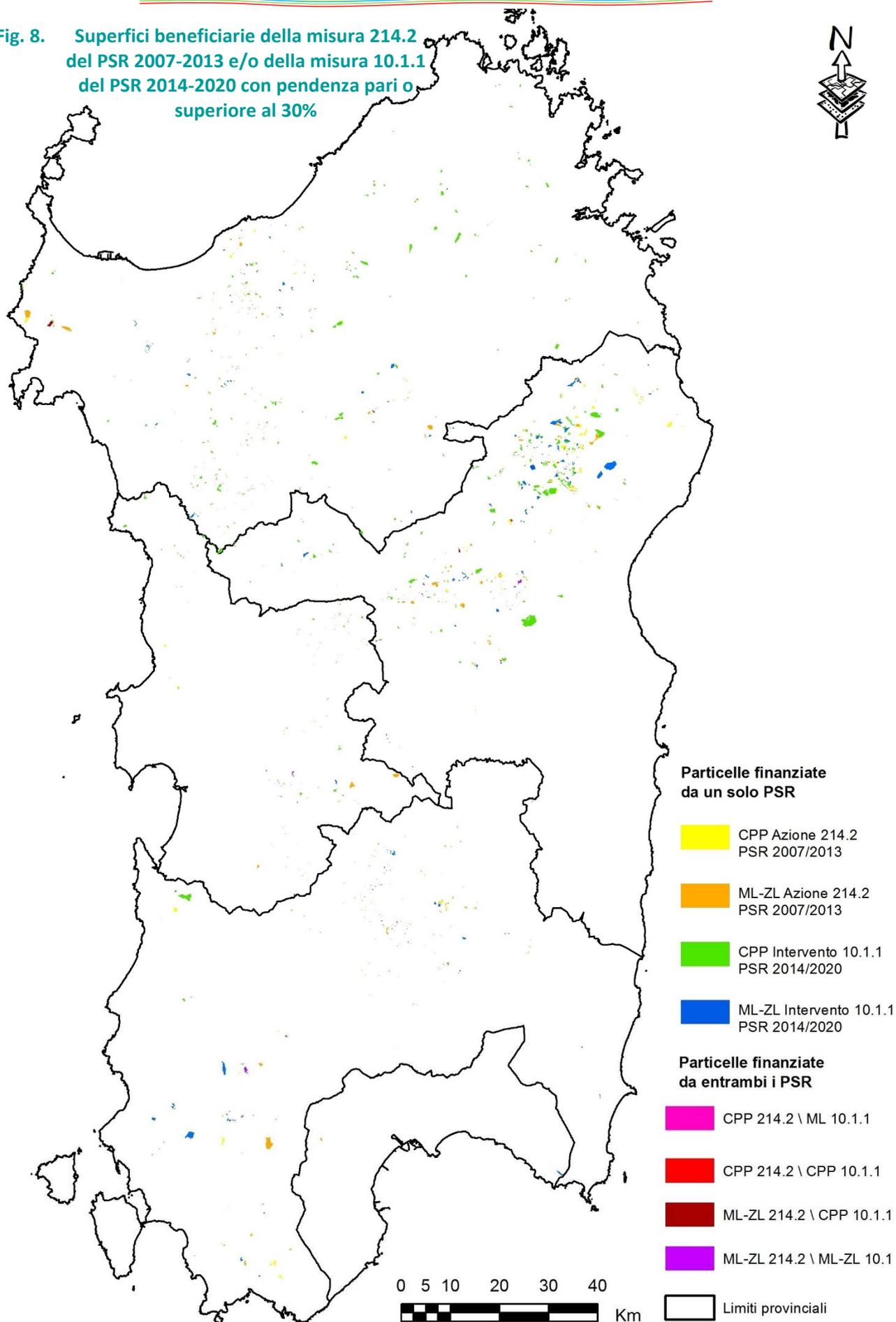


Fig. 9. Superfici beneficiarie della misura 214.2 del PSR 2007-2013 e/o della misura 10.1.1 del PSR 2014-2020 con pendenza compresa tra 15% e 30%

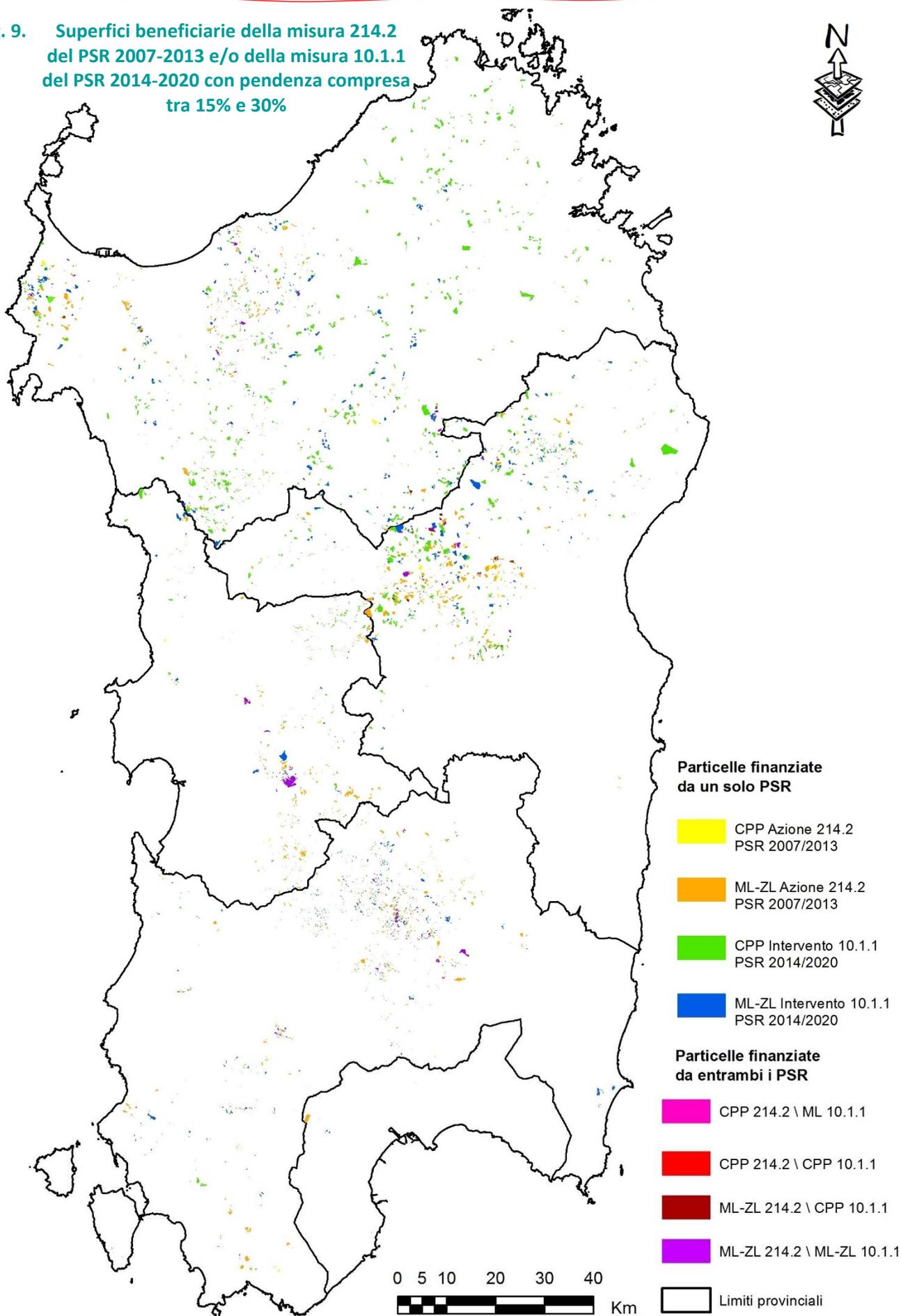
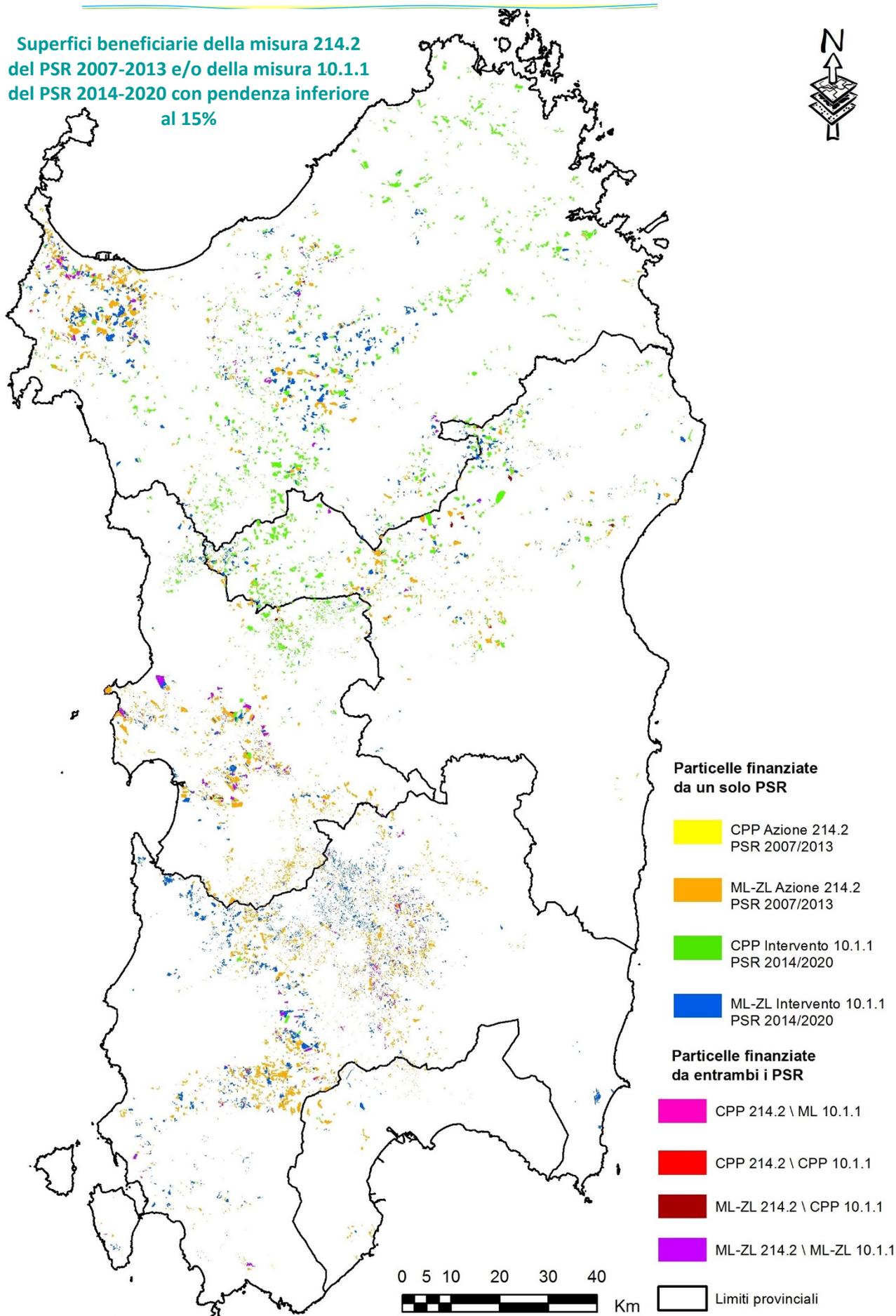


Fig. 10. Superfici beneficiarie della misura 214.2 del PSR 2007-2013 e/o della misura 10.1.1 del PSR 2014-2020 con pendenza inferiore al 15%



Benché si trovino prevalentemente sparse sul territorio in zone generalmente già caratterizzate da usi estensivi, e **in precedenza poco o per nulla coinvolte nell'attuazione della misura di difesa del suolo**¹⁰, non mancano i casi, soprattutto in pianura, di aree verdi incastonate in zone di agricoltura intensiva come tra Alghero e Porto Torres o nei pressi di Arborea.

In questi casi, alla novità dell'introduzione di questo tipo di intervento anche in aree non montuose, si aggiunge una nuova valenza che merita un supplemento di attenzione sotto il profilo della promozione della biodiversità e delle aree ad alto valore naturalistico, che in contesti di uso intensivo del suolo possono assumere un'importanza anche maggiore.

Per potere visualizzare le aree beneficiarie del 2014 e del 2018 su immagine satellitare Google Earth™ si sono resi disponibili in rete i seguenti file .kmz:

<https://drive.google.com/file/d/1RqSzrgDSjH98agxtai2PqmEfbS3iOJ8o/view?usp=sharing> con le immagini della campagna 2018

https://drive.google.com/file/d/1tZ9mUArtZPjBcgltx0YV_JQaqXhkEwiY/view?usp=sharing con le immagini della campagna 2014

<https://drive.google.com/file/d/1EXwB8-VJmclJu23FnPJvc3o17ZFe5cXP/view?usp=sharing> con le sole immagini delle aree interessate da entrambe le programmazioni

Un esempio della rappresentazione dei tre file insieme è riportato nella Fig. 11

Fig. 11. Esempio di visualizzazione su immagine satellitare delle superfici beneficiarie nel 2014 (azzurro), nel 2018 (rosso) e in entrambi gli anni (viola)



Fonte: elaborazione ISRI su dati SIAN-ASRA, SIAN-TESTDSS, su immagine Google Earth™

¹⁰ Si vedano, ad esempio, le aree di "pianura" intorno a Macomer o al Logudoro meridionale, o in tutta la Gallura, che era rimasta praticamente esclusa dalla precedente misura 214.2.

2.4 L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI DI DIFESA DEL SUOLO

2.4.1 Il problema del degrado della risorsa suolo in Sardegna

Il degrado del suolo, definito come il deterioramento della qualità del suolo in relazione alle sue attuali e/o future capacità produttive riguarda aree sempre maggiori del territorio regionale. La connessione con le attività umane è ampiamente dimostrata.

Il problema risulta aggravato sia dagli aspetti morfologici dei suoli insulari, sia dall'influenza dei cambiamenti climatici. Il territorio, infatti, è per il 18,5% montano, per il 67,9% collinare e solo per il 13,6% pianeggiante.

Il 28% del suolo isolano ha **terreni poco profondi** spesso associati ad affioramenti rocciosi. Il **clima** regionale è di tipo mediterraneo con una piovosità media che si aggira attorno ai 600 – 700 mm con punte in alcune zone interne di 900 mm. Le piogge sono per lo più concentrate in autunno e inverno con un picco tra novembre e dicembre, che molto spesso segue una lunga stagione secca

Il fenomeno del degrado del suolo nell'isola è stato oggetto in questi anni di numerosi studi che ne hanno evidenziato i vari aspetti che sono strettamente connessi e correlati tra loro. In particolare i suoli sardi siano soggetti a fenomeni di:

- consumo e sigillatura dei suoli agricoli
- salinizzazione
- riduzione dello strato fertile
- dissesto idrogeologico

2.4.1.1 Consumo e impermeabilizzazione dei suoli agricoli

Lo sviluppo turistico delle costa ha sottratto alla coltivazione i terreni situati nelle pianure costiere in cui si esercitava una agricoltura di tipo irriguo.

La pratica dell'estrazione di sabbia e ghiaia, sempre legata all'edilizia oltre che cambiare profondamente la conformazione del paesaggio ha sottratto terreni fertili all'agricoltura nelle poche pianure alluvionali presenti in regione.

2.4.1.2 Salinizzazione dei suoli

Il fenomeno della salinizzazione dei suoli è legato all'emungimento dell'acqua di falda a fini irrigui. Il pompaggio continuo di acqua ha causato, soprattutto nelle zone costiere, l'infiltrazione nelle falde di acqua salata. In molte aree, pertanto, con il passare del tempo è aumentata la salinità delle acque irrigue.

L'aumento di sodio nelle acque di irrigazione ha portato all'alterazione di molti parametri fisici e chimici dei suoli e ad una alta fitotossicità per le colture. Pertanto molte zone coltivabili ad alta produttività sono state abbandonate negli anni man mano che il fenomeno diveniva sempre più grave. Esempi di questa situazione sono il delta del Flumendosa e le zone costiere di Orosei e Muravera.

2.4.1.3 Riduzione dello strato fertile

Lo sviluppo della **cerealicoltura intensiva** e del **pascolo intensivo** sono fenomeni che hanno profondamente cambiato le tradizionali tecniche colturali. Legati più ai forti incentivi economici che a reali necessità produttive queste due pratiche hanno portato con se tecniche colturali che poco si addicono ai terreni regionali.

Soprattutto nella aree collinari con moderata o forte pendenza la **meccanizzazione** spinta e l'aumento della potenza delle macchine agricole ha portato all'utilizzo di tecniche di aratura profonda e **lungo le linee di maggior pendenza**, a ciò va aggiunta la tecnica della bruciatura delle stoppie e l'**uso del fuoco** per la pulizia dei terreni soggetti al pascolo.

Il risultato di queste attività umane è stato la **diminuzione progressiva dello strato fertile** che in alcune aree della regione mostra, in alcuni casi, un **dimezzamento** dei valori rispetto a quelli normali. Fenomeni analoghi

sono stati riscontrati nelle foreste di sughere soggette al pascolo rispetto a quelle che al contrario non lo sono.

Analoghi riscontri sono stati effettuati nei boschi di eucalipto dove la perdita di sostanza organica nel suolo è del 4% rispetto ai suoli adiacenti che mantengono una copertura vegetale naturale. Particolari evidenze di questa criticità si hanno in Gallura dove è ancora molto diffusa la pratica dell'uso del fuoco per la bruciatura dei residui colturali e la pulizia dei pascoli.

2.4.1.4 Dissesto idrogeologico

Forme severe di **erosione del suolo** (*rill* e *gully erosion*) sono comuni e sono state rilevate in tutti i suoli a rischio. Fenomeni erosivi di un certo rilievo possono verificarsi in suoli tendenzialmente fragili, in presenza di **eventi meteorologici intensi**, e sono frequenti non solo delle zone più acclivi ma anche in presenza di pendenza non eccessiva.

Negli ultimi anni fenomeni meteorologici anche molto intensi tendono a ripetersi con frequenza e possono presentare precipitazioni giornaliere eccezionalmente alte per il territorio sardo e con intensità anche superiori ai 20mm in 10 minuti.

In questi casi si verificano **severi fenomeni di erosione** incanalata soprattutto nelle aree collinari e montane dove pratiche agricole, quali le arature profonde, sono state effettuate anche in zone inadatte per caratteristiche pedologiche e acclività.

La perdita di suolo è inoltre accentuata nel caso in cui l'evento meteorico si verifichi poco dopo le lavorazioni per la semina.

2.4.2 La logica di intervento della misura di difesa del suolo

Le zone interne ed i rilievi collinari, soprattutto, sono stati interessati da profonde trasformazioni socio-economiche che associate alle politiche di sostegno al comparto seminativo e cerealicolo hanno portato la **trasformazione** della destinazione d'uso del suolo **dal pascolo o dal bosco alla cerealicoltura**.

È consuetudine, ormai comune, che nelle zone collinari, anche con accentuata acclività, le lavorazioni vengano effettuate lungo le linee di pendenza e non lungo le curve di livello, grazie anche alla maggiore potenza delle trattrici; a ciò si aggiunga che le **sistemazioni idraulico agrarie** sono inesistenti o comunque insufficienti. Infatti la crescente meccanizzazione in agricoltura richiede il modellamento superficiale del terreno e quindi, col tempo, si è perduta la vecchia e fitta maglia di scoline e fossi di scolo che fino alla metà del secolo scorso assicurava una perfetta regimazione idrica.

Questa gestione poco accorta del suolo e nuovi modelli colturali (lavorazioni profonde, mono successioni colturali, ecc.) hanno determinato un eccessivo **depauperamento della sostanza organica** costitutiva dei terreni; a questo va aggiunta una sostanziale disapplicazione delle pratiche agricole atte a ricostituire la riserva di humus nel suolo (gestione dei residui colturali, avvicendamenti/rotazioni, *cover crop*, ecc.). La conseguenza di ciò è stato che gran parte dei territori interni della regione è minacciata da un grave rischio di erosione, perdita di fertilità e fenomeni di dissesto idrogeologico.

Di conseguenza l'intero territorio è stato reso **più vulnerabile agli eventi climatici eccezionali** (fenomeni alluvionali, nei territori di pianura-pedecollina, o franosi, nei territori di collina-montagna) e alle problematiche connesse al dissesto idrogeologico, con pesanti ripercussioni in termini di costi umani, sociali e ambientali. Anche un'analisi delle sequenze degli orizzonti pedologici mette in risalto la grande rilevanza dei processi erosivi; questi ultimi tendono ad assottigliare gli orizzonti più fertili riducendo la profondità utile alle radici.

Una conseguenza immediata dei processi erosivi, soprattutto nell'ambiente collinare, è rappresentata dalla **difformità vegetazionali**, divenute ormai tipiche del paesaggio. Si alternano, infatti: aree più conservate, interessate da sufficiente copertura vegetale in relazione al ciclo colturale dei cereali; aree con evidenti fenomeni di erosione sia areale che incanalata, con vegetazione più stentata e frequenti fallanze; infine aree ormai desertificate, la cui perdita di capacità produttiva è irreversibile nel medio periodo.

Tipico di questi terreni è la formazione sulla superficie di fossi dell'ampiezza di parecchie decine di centimetri (*gully erosion*); che è la forma erosiva che prevale in caso di precipitazioni molto intense e di tecniche colturali inappropriate.

La misura 214.2 del PSR 2007-2013 e la misura 10.1.1 del PSR 2014-2020 tendono a mettere in atto una serie di interventi che hanno lo scopo di mitigare gli effetti negativi prodotti dalla cattiva gestione colturale dei terreni regionali. Di seguito, si riporta una breve disamina della natura di questi interventi con l'illustrazione dei principali effetti benefici sulla difesa del suolo.

2.4.2.1 Conversione in pascolo o prato pascolo

La conversione dei seminativi in pascolo e/o prato pascolo era prevista per le superfici beneficiarie con pendenza media superiore al 30% nel PSR 2007-2013 e poi senza più limitazioni di pendenza nel PSR 2014-2020.

Il prato riveste importanza fondamentale dal punto di vista ambientale, in quanto esercita negli anni una efficace protezione del suolo dall'erosione¹¹; La vegetazione esplica sempre un'azione protettiva del terreno nei riguardi dell'erosione; in ordine crescente essa può essere indicata in questa sequenza: colture sarchiate < cereali vernini < prati e pascoli avvicendati < prati e pascoli e permanenti < boschi (De Simone et al. 1995 e 1997 in Talamucci 1984).

L'**azione protettiva** da parte della vegetazione avviene per mezzo di meccanismi dovuti sia alla parte epigea, sia alla parte ipogea della pianta, che sostanzialmente sono:

- attenuazione dell'azione battente attraverso la dissipazione dell'energia cinetica delle gocce di pioggia. Sembra accertato che 2,25 t/ha di graminacee in cotico chiuso siano in grado di dissipare il 95% dell'energia (FAO, 1967);
- trattenuta di parte dell'acqua che viene successivamente evaporata o, raramente, assorbita dalle foglie. Alcune specie (tra le leguminose: *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* e *Medicago sativa*; tra le graminacee: *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense* e *Festuca arundinacea*) risultano particolarmente efficaci in tal senso riuscendo ad annullare 4-5 mm per evento e, in più, a ritardare sensibilmente la caduta a terra dell'acqua non trattenuta (Talamucci, 1972), allungando così il periodo di deflusso superficiale della stessa (Giardini, 1992);
- intralcio allo scorrimento superficiale dell'acqua a causa della maggiore scabrezza della superficie e del percorso più tortuoso con cui l'acqua è costretta a circolare nel fitto intreccio vegetativo, con conseguente riduzione anche del trasporto solido e delle perdite di elementi nutritivi (Chisci 1967 e 1980; Boschi e Chisci, 1978, in Talamucci 1984);
- effetto *mulching*: trattenuta d'acqua dovute alle parti della pianta morte;
- imbrigliamento delle particelle terrose da parte dell'apparato radicale, soprattutto di quello fascicolato delle graminacee;
- miglioramento diretto e indiretto della struttura: per via diretta da parte delle radici vive (la velocità di infiltrazione può risultare tale da annullare completamente il deflusso superficiale; per via indiretta grazie all'apporto di sostanza organica umificata, soprattutto da parte di quelle graminacee che annualmente rinnovano l'apparato radicale.

Un cotico ben serrato riesce a controllare piogge di rilevante intensità, anche di 150 mm/h.

¹¹ L'esame dei fattori che influenzano il fenomeno erosivo può essere fatto attraverso l'equazione universale dell'erosione (USLE) che nella versione di Wischmeier, si presenta nel modo seguente: $A=2,24 RKLSCP$, dove A è l'erosione annuale media e i sei fattori indicano rispettivamente l'aggressività della pioggia (R), l'erodibilità del suolo (K), l'influenza della lunghezza della pendenza (L), l'influenza della pendenza (S), l'influenza della copertura vegetale (C), l'influenza delle tecniche di regimazione (P).

2.4.2.2 Rotazione con le leguminose

In terreni con un franco di coltivazione limitato, l'erosione riduce ulteriormente lo strato fruibile alla radicazione, diminuendo la quantità di acqua, aria e nutrienti disponibili per le piante. Gli elementi nutritivi trasportati a valle dai fenomeni erosivi favoriscono l'insorgere di problemi di **eutrofizzazione dei corpi idrici**, cioè di arricchimento in sostanze utilizzate dalle piante, con abnorme sviluppo di vegetali acquatici.

Il fenomeno della **lisciviazione dei nitrati** può essere mitigato apportando **modifiche alle rotazioni colturali** con l'inserimento di leguminose nella rotazione e la conversione delle superfici in prati permanenti e avvicendati.

Le **leguminose foraggiere o da granella** fissano notevoli quantità di azoto atmosferico attraverso la simbiosi con i batteri azoto-fissatori. Questo azoto viene in gran parte rilasciato nel terreno sia durante la crescita colturale, sia successivamente con i residui colturali. Tale disponibilità d'azoto nel terreno promuove i processi di trasformazione della sostanza organica e potrebbe **favorire lo sviluppo delle successive colture**, soprattutto se queste sono caratterizzate da un'alta domanda nutrizionale (ad es. cereali). Questo aspetto può essere determinante, come noto, per limitare l'utilizzo di concimi minerali.

La coltivazione delle leguminose, può essere importante anche nell'ottica di un'attenta gestione delle fertilizzazioni organiche con l'uso di **effluenti di allevamento**, quando questi sono prodotti in azienda in quantità eccedenti ai fabbisogni delle altre colture.

L'effetto della riduzione della lisciviazione è comunque più marcato con l'**inserimento in rotazione di prati di graminacee o di leguminose**, piuttosto che di erbai intercalari. A tali coltivazioni può seguire una coltura caratterizzata da elevate asportazioni (es. cereali) che può sfruttare la fertilità residua.

Gli erbai autunno-primaverili (veccia, favino, favetta, trifoglio incarnato, trifoglio alessandrino, lupino, trigonella, pisello da foraggio, cicerchia) pur non avendo gli stessi effetti positivi e prolungati dei prati pluriannuali, rallentano i fenomeni di degradazione del terreno e reintegrano fertilità nei suoli, apportando sostanza organica e azoto.

Inoltre, ricoprendo completamente il terreno e, per le specie con capacità di ricaccio (trifoglio alessandrino e resupinato), per gli sfalci che subiscono, limitano lo sviluppo delle malerbe. Sono anche ideali successioni ai cereali autunno-vernini, la cui coltivazione impoverisce i terreni. La consociazione della leguminosa da erbaio con specie graminacee, aumenta la stabilità della struttura prativa, la sua produttività e la qualità del foraggio.

2.4.2.3 Lavorazioni leggere

Per i terreni potenzialmente soggetti a erosione e che presentino **pendenze superiori al 10%**, le lavorazioni profonde con **inversione degli strati** rappresentano il **maggiore fattore di rischio**. In queste condizioni, quando si verificano fenomeni di compattamento, è consigliabile solo effettuare lavorazioni che non comportino un aumento della velocità di scorrimento superficiale dell'acqua, evitando di operare secondo le linee di massima pendenza per non favorire, con precipitazioni intense, una erosione superficiale¹². Il fenomeno erosivo in suoli che presentano pendenze superiori al 15% può raggiungere un tasso compreso tra 3 e 10 t/ha/anno.

Numerosi studi hanno dimostrato come le lavorazioni meccaniche dei terreni, pur in presenza di buone rotazioni e letamazioni, determinino una riduzione del contenuto di sostanza organica del suolo. In questa prospettiva, un significato particolarmente strategico viene assunto dai **sistemi di agricoltura conservativa** (semina su sodo, *strip tillage*, ecc.). La non lavorazione del terreno, infatti, **accresce la quantità di residui**

¹² Per «erosione» (e) si intende una graduale asportazione di materiali solidi (terreno) operata naturalmente da alcuni agenti fisici quali l'acqua anche in forma di ghiaccio e il vento, mentre quando questi vengono depositati si ha «sedimentazione» (s). Le particelle terrose possono essere interessate dai fenomeni erosivi e di sedimentazione che, per loro natura, sono dei fenomeni di superficie; insieme al processo pedogenetico (p) essi concorrono a determinare il profilo e lo spessore del terreno. Si parla perciò di:

- erosione ritardata quando $e < s + p$ (lo spessore del suolo tende a crescere);
- erosione compensata quando $e = s + p$;
- di erosione accelerata quando $e > s + p$ (lo spessore del suolo decresce).

Normalmente ci si riferisce all'erosione accelerata quando si usa semplicemente il termine di erosione (Giardini, 1992).

vegetali superficiali e favorisce l'accumulo di **carbonio organico** nei primi strati di suolo, contrariamente a quanto fanno le lavorazioni che, incorporando i residui nel terreno, accelerano, invece, processi di mineralizzazione e decomposizione della sostanza organica.

I sistemi agronomici conservativi si sono dimostrati **un'alternativa efficace** per migliorare la qualità e la fertilità dei suoli, così come per migliorare i raccolti e la stabilità delle rese in condizione pedoclimatiche di tipo mediterraneo. Con la semina su sodo, in particolare, grazie alla presenza di residui superficiali o di *cover crops* dedicate, i suoli sono protetti dall'azione battente delle piogge e dai fenomeni di erosione. La pacciamatura naturale fornita dai residui accresce il livello di **biodiversità** e l'attività biologica dei suoli, cosa che contribuisce a migliorare il ciclo naturale dei nutrienti e le proprietà strutturali dei terreni.

2.4.3 La valutazione di efficacia da parte dei beneficiari

L'indagine web realizzata nel 2019 presso i beneficiari del PSR 2014-2020 ha, tra le varie tematiche trattate, inteso sondare l'esperienza individuale degli agricoltori rispetto ad alcune criticità ambientali centrali nella strategia del PSR e la loro percezione di eventuali effetti collegati all'attuazione delle misure a superficie, che nella quasi totalità dei casi poteva fare riferimento ad un periodo di almeno tre anni.

In particolare, si sono qui selezionate ed analizzate le risposte fornite dai beneficiari dell'intervento di difesa del suolo.

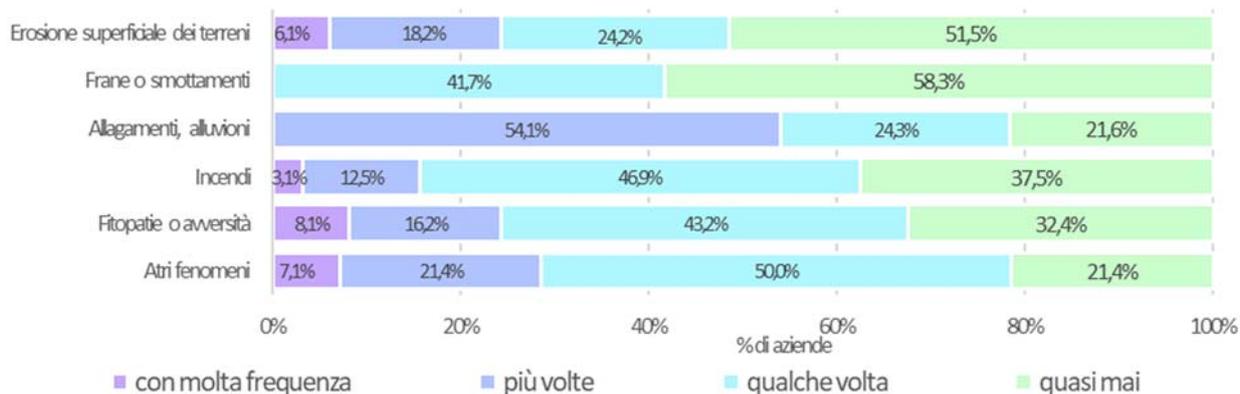
La prima domanda è stata rivolta a conoscere con quale frequenza l'azienda degli intervistati sia stata interessata da fenomeni ambientali dannosi.

Tra quelli proposti, il fenomeno più ampiamente segnalato (Fig. 12), anche se – fortunatamente – mai con alta frequenza, è quello delle **alluvioni ed allagamenti**, che ha risparmiato solo il 22% degli intervistati.

Incendi, da una parte, e **fitopatie ed avversità**, dall'altra, hanno interessato circa due terzi delle aziende, e in alcuni casi anche con molta frequenza (8% nel caso di fitopatie e avversità).

Tra gli "altri fenomeni", indicati da quasi l'80% degli intervistati, molte segnalazioni si sono concentrate sulla **siccità**.

Fig. 12. La sua azienda è mai stata interessata negli ultimi 5 anni dai seguenti fenomeni?



Fonte: risposte all'indagine web

Risulta invece meno diffusa la preoccupazione per i fenomeni di degrado fisico del suolo: **l'erosione superficiale**, le **frane** e gli **smottamenti** sono segnalate da meno della metà degli agricoltori, naturalmente con un carattere di maggiore frequenza nel primo caso.

Le domande successive sono intese a cogliere una correlazione quantomeno temporale, se non espressamente causale tra l'adesione agli impegni della misura 10.1 ed eventuali cambiamenti dei fenomeni segnalati.

Fig. 13. Dal momento dell'adesione agli impegni della misura 10.1 nota un cambiamento nella frequenza e nell'intensità dei fenomeni di erosione nella sua azienda?



Fonte: risposte all'indagine web

Il primo punto riguarda i **fenomeni di erosione**: più di metà dei beneficiari della misura 10.1 sostiene di avere constatato un miglioramento forte (22%) o leggero (31%) dal momento dell'adesione. Tra i rimanenti, un quarto del totale non registrava il problema neppure prima dell'adesione.

In termini di **contenuto di sostanza organica** nel suolo, escluso quel 31% che non è in grado di esprimersi in mancanza di specifiche analisi chimiche specifiche, la quasi totalità dei rimanenti beneficiari della misura 10.1 ritengono di avere osservato un **miglioramento** leggero (53%), o rilevante (12,5%).

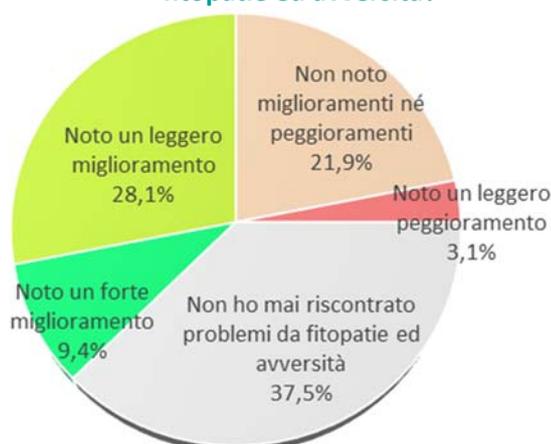
Fig. 14. Dal momento dell'adesione agli impegni della misura 10.1 ha potuto rilevare una variazione positiva del contenuto di sostanza organica dei terreni della sua azienda?



Fonte: risposte all'indagine web

Risultano, al confronto, assai poco rilevanti i cambiamenti registrati rispetto a **fitopatie ed aversità**: il 37,5% non riscontrava il problema e il 22% non ha trovato cambiamenti di rilievo, ed effettivamente sarebbe anche difficile trovare una correlazione causale con il tipo di impegni in oggetto.

Fig. 15. Dal momento dell'adesione agli impegni della misura 10.1 ha osservato cambiamenti nei casi di fitopatie ed avversità?



Fonte: risposte all'indagine web

2.4.4 L'analisi macro degli effetti ambientali

Nei due paragrafi che seguono si riportano i risultati dell'analisi effettuata ai fini della quantificazione degli indicatori I.12 e I.13, riportata nel Rapporto di valutazione generale sull'andamento del Programma del 2019.

2.4.4.1 La sostanza organica nel suolo

La metodologia illustrata si è avvalsa dell'utilizzo di dati di base ESDAC che si dimostrano con buona qualità di risoluzione per la scala Europea, ma con limitata approssimazione alla scala aziendale (pixel di 100m x 100m). Tuttavia è stato possibile valutare il potenziale sequestro di carbonio nel suolo delle terre arabili solo per le superfici aderenti alla Misura10, in riferimento al 2020. L'incremento ponderale medio annuo tra il 2010 e il 2020 rileva differenze lievi per cui possiamo assumere il dato del 2020 valido anche per il 2018.

Mediamente nelle superfici di cui alla Misura 10 è quantificabile in 2,85 Mt di C al 2020, baseline.

Secondo gli scenari resi disponibili nelle librerie ESDAC, relativamente a incrementi ponderali di sequestro di Carbonio nel suolo differenziati per tecniche conservative della sostanza organica (es. la conversione di seminativo in prato-pascolo, l'utilizzo di colture di copertura, colture a perdere, etc.), il contenuto totale di Carbonio per le superfici soggette a impegni equivalgono a circa **3,027 Mt** (indicatore I-12.1), con un effetto netto di **0,176 Mt**, e dato medio di Carbonio pari a **53,03 t/ha**. Il maggior contributo si accumulo di sostanza organica nei suoli si attribuisce alle conversioni da seminativo a prato permanente (+4,5 t ha⁻¹), seguito dalla gestione no tillage per i seminativi (+2,35-2,50 t ha⁻¹), l'utilizzo di colture di copertura (e biocidi, assimilate a colture di copertura) e di sovescio hanno incrementato di poco più di 1 t ha⁻¹ per le colture di cui agli interventi specifici. Incrementi inferiori a 1 t ha⁻¹ si registrano per riso, ortive e agrumi/fruttiferi, imputabile alla loro distribuzione geografica (pianura) che risente della variabilità agro-climatica di scenario valutata dai modelli utilizzati per la produzione dei coefficienti qui utilizzati.

La valutazione ha escluso dalla SAU "arabile" gli interventi specifici per le ortive protette per un totale di 57083 ettari.

Quanto all'indicatore I-12.2 non è possibile fornire un dato recente, considerando il valore medio di **54,056 g di Carbonio per kg di suolo**, in riferimento al 2010 (Borgniez et al., 2014).

Per un aggiornamento del dato è necessario riferirsi alle integrazioni ESDAC 2018, non ancora disponibile al momento di redazione della valutazione, e/o al dato puntuale alla scala aziendale, conseguente l'analisi del profilo di suolo come previsto per le aziende agricole che aderiscono a specifici impegni del PSR. Compatibilmente con la disponibilità di questi dati sarà possibile aggiornare l'indicatore I.12.2

2.4.4.2 L'erosione del suolo per l'azione dell'acqua

Applicato a 58.179 ha di superfici agricole aderenti alla Misura 10, l'approccio RUSLE ha determinato un valore medio di **6,3 t/ha/anno** di perdite per erosione, con un effetto netto stimabile in una riduzione di -1.36 t/ha/anno rispetto allo scenario in assenza di interventi di mitigazione. Questi hanno consistito nell'utilizzo di colture di copertura nel periodo invernale per le colture arboree e risaie, sovescio e ridotte o assenti (no tillage) lavorazioni del suolo.

Le elaborazioni effettuate, riportano per la Sardegna un valore per l'indicatore I.13.1 pari a **0,366 Mt anno**. Dal dato elaborato sulla totalità delle superfici aderenti alla M10 (58mila ettari circa), si evince come le maggiori riduzioni dell'erosione, in termini sia assoluti che relativi, sono legate agli interventi di conversione da seminativo a prato permanente: la superficie coinvolta nell'intervento ammonta al 44% sul totale della SAU interessata (25 mila ettari circa); l'effetto netto è descritto da una riduzione potenziale di -63451 tonnellate totali per l'intervento suddetto, con una riduzione della perdita di suolo da 6,72 a 4,24 t/ha/anno. L'interpretazione critica del dato suggerisce di riferire questa stima a partire dal terzo anno di impegno e non già dal primo, così da considerare per la copertura vegetale di un prato permanente una condizione media di equilibrio almeno a tre anni di distanza dall'ultima lavorazione del terreno. Il restante 46% della SAU è stato interessato da interventi riguardanti l'adozione del *minimum tillage* per i seminativi con performance di riduzione sulle superfici totali di **-12.113 t**, con riduzione di perdita annua pari a 0,55 24 t/ha/anno, mentre le lavorazioni zero del suolo nei seminativi, in particolare cereali da granella, ha visto un'erosione media annua da a 1,02 a 0,4 t/ha/anno.

Complessivamente **2.642** ha interessati da grave erosione ($>20 \text{ t ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$) sono riclassificabili con tassi di erosione inferiore.

Suddividendo i gradi di erosione infatti in sette classi di perdita media annua di suolo (intervalli come suolo: 0-0,5; 0,5-1; 1-2; 2-5; 5-10; 10-20; $>20 \text{ t/ha/anno}$), si nota anche come le colture olivicole interessate da interventi di sovescio ricadono mediamente in classe settima, con una perdita di suolo annua stimata di 23.96 t/ha/anno. Il dato può essere imputabile alla pendenza delle coltivazioni di versante, che in diverse aree della Sardegna, è compensata dalla presenza di terrazzamenti che tuttavia la risoluzione del fattore topografico implementato nel modello RUSLE (25mx25m) non è stata in grado di valutare opportunamente.

L'effetto del PSR sulle superfici beneficiarie può essere stimato in una riduzione della perdita di suolo nell'ordine di **-0,076 Mton/anno** rispetto allo scenario in assenza di interventi di mitigazione. Il consumo medio di suolo implementando la RUSLE con lo strato informativo di Corine Land Cover (coefficiente di copertura Cf ordinario) descrive $4,68 \text{ t ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$, molto vicino al dato Eurostat per il 2012 che riportava un'erosione media annua di 4,78 t/ha sull'intera SAU della Sardegna, inferiore rispetto al dato qui ottenuto.

2.4.4.3 Il sequestro di carbonio

Dalla CCOS della Sardegna emerge uno **stock di carbonio** contenuto nei primi 30 cm di suolo mediamente basso, pari a 48 t/ha, con minimi e massimi registrati che si attestano su valori rispettivamente di 17 e 110 t/ha.

Considerando la superficie finanziata dalla misura 10.1.1, il carbonio organico nei suoli (SOC) complessivo iniziale ammonta a 2.358.627t (Tab. 7).

Per ragioni di sintesi, aggregando i codici intervento del database SIAN in "azioni" omogenee per pratica adottata, tipo di coltivazione coinvolta (annuale o permanente) e tipo di impegno assunto dal beneficiario (obbligatorio o aggiuntivo), si osserva che, fatta eccezione per la conversione dei seminativi in prati permanenti (CPP), tutte le restanti iniziative riguardano suoli con un SOC medio inferiore alla media regionale. Nell'ambito dell'intervento 10.1.1, il contenuto minimo di SOC si riscontra nei suoli sottoposti a minima lavorazione (ML), con un valore medio di 38 t/ha.

Tab. 7. Contenuto di carbonio organico totale e medio riferito ai primi 30 cm di suolo delle superfici finanziate dalla Misura 10.1.1 aggregate per azione e tipo di intervento

Azione	Superficie (ha)	Totale SOC (t)	SOC medio (t/ha)
CPP conversione dei seminativi in prati permanenti	23.979	1.181.731	49
SS semina su sodo	341	12.935	43
ML minima lavorazione	27.378	1.163.961	38
Totale misura 10.1.1	51.698	2.358.627	46

Fonte: elaborazioni ISRI su dati SIAN-TESTDSS

L'analisi della ripartizione della superficie finanziata per livello di C organico contenuto inizialmente nei suoli evidenzia che gli interventi di difesa del suolo interessano per il **68% suoli con SOC basso o molto basso**, mentre solo l'1% riguarda suoli con contenuto di carbonio organico moderatamente alto.

Si può inoltre osservare che la minima lavorazione (ML) e la conversione dei seminativi in prati permanenti (CPP) presentano una ripartizione della superficie investita per livello iniziale di SOC nettamente differenziata. Il primo intervento è distribuito per il 33% su suoli con il minimo livello di SOC, dove la CPP ricade per il 10%, mentre il secondo intervento è distribuito per il 42% su suoli con SOC superiore alla media regionale, dove invece la ML ricade per il 21%.

Il **potenziale di accumulo PA2** dei suoli delle superfici finanziate dalla misura 10.1.1 ammonta complessivamente a **1.180.810 t**, pari al 46% del SOC iniziale. Ipotizzando che in ciascun appezzamento possa essere teoricamente raggiunto il SOC massimo riscontrato nel rispettivo suolo dominante (PA1), il quantitativo di SOC immagazzinabile nei suoli sarebbe più che raddoppiato, raggiungendo il 93% del SOC iniziale. Viceversa il potenziale di perdita (PP) corrisponde al 51% dello stock iniziale di carbonio organico contenuto negli stessi suoli.

Focalizzando l'attenzione sull'indicatore PA2, ritenuto più appropriato per la stima del carbonio organico accumulabile nei suoli attraverso gli interventi presi in esame, e dettagliando lo stesso in funzione delle "azioni" precedentemente individuate, si osserva che i suoli con il **massimo potenziale di accumulo** sono rappresentati, da seminativi in cui viene applicata la semina su sodo (SS), con un quantitativo medio di C accumulabile di 27 t/ha, pari al 72% del SOC iniziale.

Qualora queste superfici non fossero gestite in futuro attraverso pratiche agricole sostenibili, si stimano perdite di SOC equivalenti o superiori al quantitativo potenzialmente accumulabile nel tempo con le pratiche esaminate. I suoli con un più alto potenziale di perdita di C organico sono quelli dei seminativi convertiti in prati permanenti, dove l'indicatore PP assume un valore di 25 t/ha.

La stima del **carbonio sequestrato ogni anno** nei suoli agricoli grazie alla mis.10.1.1 risulta nel complesso pari a **18.970 t** (Tab. 8), **equivalenti a 69.556 t di anidride carbonica** sottratta ogni anno dall'atmosfera. Quasi due terzi di questo valore dipendono dalla conversione dei seminativi in prati permanenti (CPP).

Questi valori si traducono in un **incremento medio annuo del SOC iniziale** dei suoli finanziati dello **0,80%**, e in un **tasso medio annuo di utilizzo del potenziale di accumulo PA2** dell' **1,61%**.

Tab. 8. Stima del sequestro annuo di C nel suolo determinato dalle azioni e dai tipi di intervento finanziati dalla misura 10, e relativa incidenza sul SOC iniziale e sul potenziale di accumulo (PA2)

Azione	Superficie (ha)	Sequestro di C nel suolo		
		Totale (t C anno ⁻¹)	Incidenza annua su SOC iniziale	Incidenza annua su potenziale di accumulo (PA2)
CPP conversione dei seminativi in prati permanenti	23.979	11.989	1,01%	2,34%
SS semina su sodo	27.378	6.845	0,59%	1,04%
ML minima lavorazione	341	136	1,05%	1,46%
Totale misura 10.1.1	51.698	18.970	0,80%	1,61%

Fonte: elaborazioni ISRI su dati SIAN-TESTDSS

2.4.5 Gli investimenti produttivi delle aziende beneficiarie che praticano l'agricoltura conservativa

Le domande di sostegno presentate sulla misura 121 del PSR 2007-2013 per il cofinanziamento dei progetti di **investimenti produttivi** consentono di comprendere con notevole precisione i fabbisogni espressi dalle aziende agricole sarde negli anni in cui l'intervento per la difesa del suolo era avviato e trovava sempre maggiori adesioni nella regione.

Attraverso un'analisi delle parole chiave nelle descrizioni è stato possibile classificare i singoli interventi richiesti a finanziamento rispetto alla loro natura come alla loro finalità immediata.

Un quarto dei circa duemila progetti di investimento analizzati proviene da aziende che, nello stesso periodo avevano sottoscritto la mis.214.2 ovvero, per il 95%, gli impegni di minima lavorazione in pianura o in collina. A parte l'ovvia caratterizzazione settoriale, il sottoinsieme delle aziende beneficiarie della 214.2 ha un profilo non distante dalla media: la superficie condotta è di 87 ha contro i 68 della media, la Produzione standard (2010) è di 138 mila euro contro i 110 mila della media, il valore dell'investimento richiesto è di 163 mila euro contro i 151 mila della media.

Le figure che seguono indagano su una **correlazione** tra l'applicazione di tecniche di **agricoltura conservativa** e le **tipologie di investimento** richieste.

Per ciascuna tipologia di investimento individuata¹³ è stato determinato il **grado di specificità** per i beneficiari della mis. 214.2, definito come numero indice del valore medio per azienda "conservativa" dell'investimento appartenente a tale tipologia, fatto 100 lo stesso valore per tutte le aziende. Ovvero, l'indice di specificità del tipo di investimento i per le aziende c che attuano la tecnica conservativa è:

$$SC_i = \frac{\frac{Vi_c}{n_c}}{\frac{Vi_t}{n_t}} \times 100 \quad \text{con:}$$

- $Vi_c \rightarrow$ valore del tipo di investimento i nelle aziende c
- $n_c \rightarrow$ numero delle aziende c
- $Vi_t \rightarrow$ valore del tipo di investimento i nel totale delle aziende osservate
- $n_t \rightarrow$ numero delle aziende osservate

In altre parole, se l'indice di specificità è pari a 200, ciò significa che l'investimento per azienda per quella tipologia è pari al doppio della media. Nei grafici, questo valore è riportato **in ascissa**: più una tipologia si trova a destra, più è peculiare delle aziende con agricoltura conservativa.

Sull'asse delle **ordinate** è invece riportata la **percentuale di aziende "conservative" che hanno indicato tale tipologia nel loro progetto**. Ad esempio, nella Fig. 16, quasi il 100% delle aziende risultano avere inserito le spese generali nel loro progetto.

Infine, il **diametro delle bolle** risulta proporzionale al **valore medio** di ciascun investimento di quel tipo.

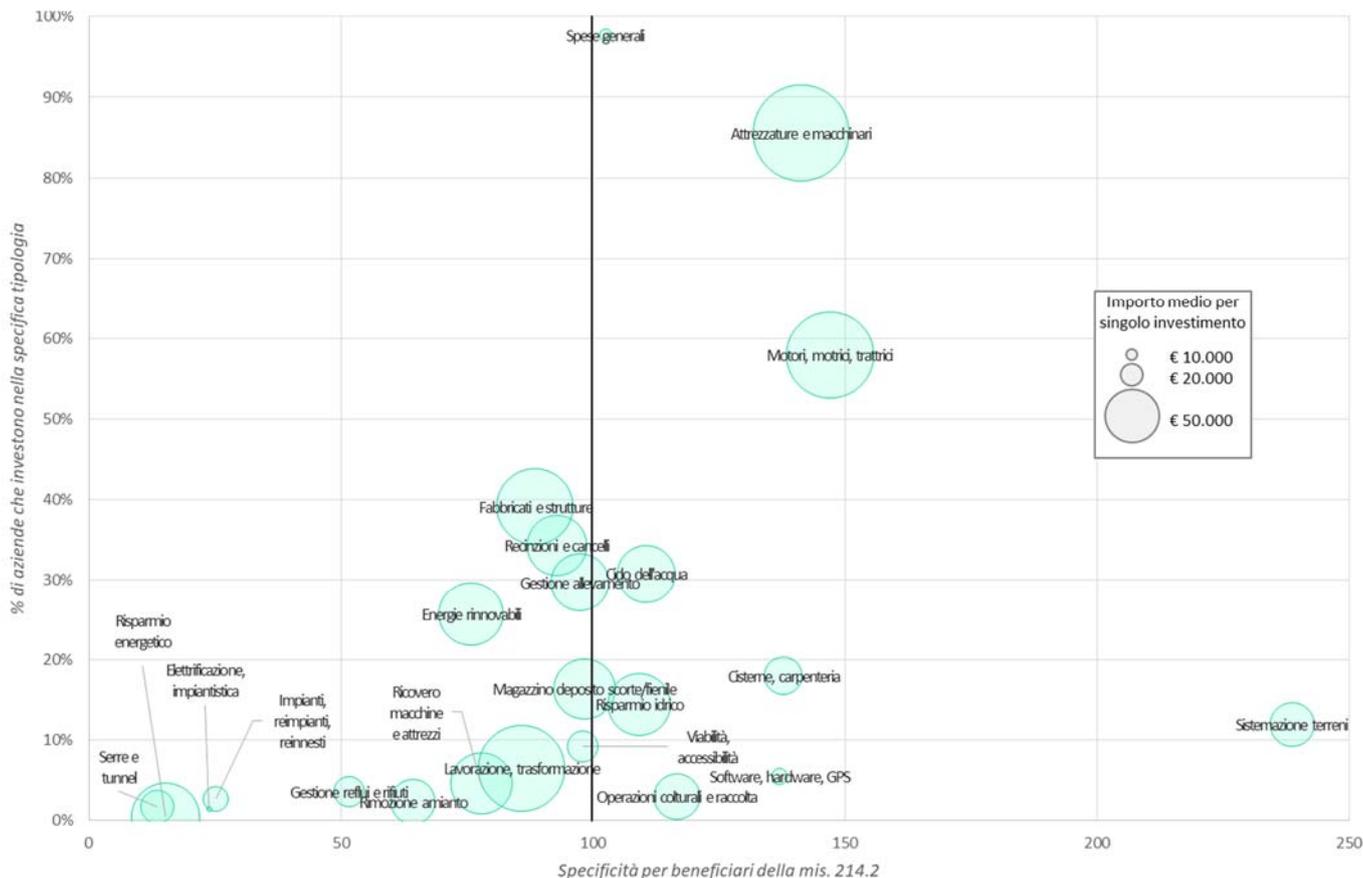
Nella Fig. 16 sono riportate le tipologie di investimento più ampie e generali: tra queste, quella con il maggior grado di specificità è rappresentata dalla **sistemazione dei terreni**, che tuttavia riguarda solo il 12% delle aziende "conservative", ma con un importo unitario non trascurabile (38 mila euro).

Investimenti che si incontrano con una frequenza assai maggiore e con importi ancor più consistenti, sono quelli in **motori, motrici e trattrici** e nella più generale categoria delle **attrezzature e macchinari**, che nelle aziende "conservative" hanno un peso quasi una volta e mezzo quello che hanno nel totale delle aziende.

Con indici di specificità simili, ma frequenze più basse, si trovano gli investimenti in lavori di **carpenteria e cisterne** nonché in prodotti informatici, **software, hardware e GPS** che, come di norma accade, sono di piccola entità e interessano una minoranza delle imprese, ma che caratterizzano significativamente le scelte di investimento in chiave di innovazione.

¹³ Le tipologie non rispondono ad una classificazione univoca e chiusa, ove una classe esclude ogni altra, ma ad un'attribuzione di una o più parole o espressioni chiave che risultano presenti nella descrizione di ogni singolo intervento, e che possono anche essere incluse una dentro l'altra.

Fig. 16. Domande di investimento per macro tipologie presentate sulla mis. 121 del PSR 2007-2013, in relazione alla specificità per i beneficiari della mis.214.2



Fonte: elaborazioni ISRI su dati SIAR e SIAN-ASRA

È interessante anche considerare gli investimenti a bassa specificità per le aziende “conservative”, che sono in parte connessi a fabbisogni settoriali ad esse estranei (ad esempio le serre e i tunnel o la gestione dei reflui), ma che per altri versi sembrano indicare minori esigenze connesse alla lavorazione e conservazione dei prodotti, sia in termini di strutture che di impiantistica elettrica ed energetica.

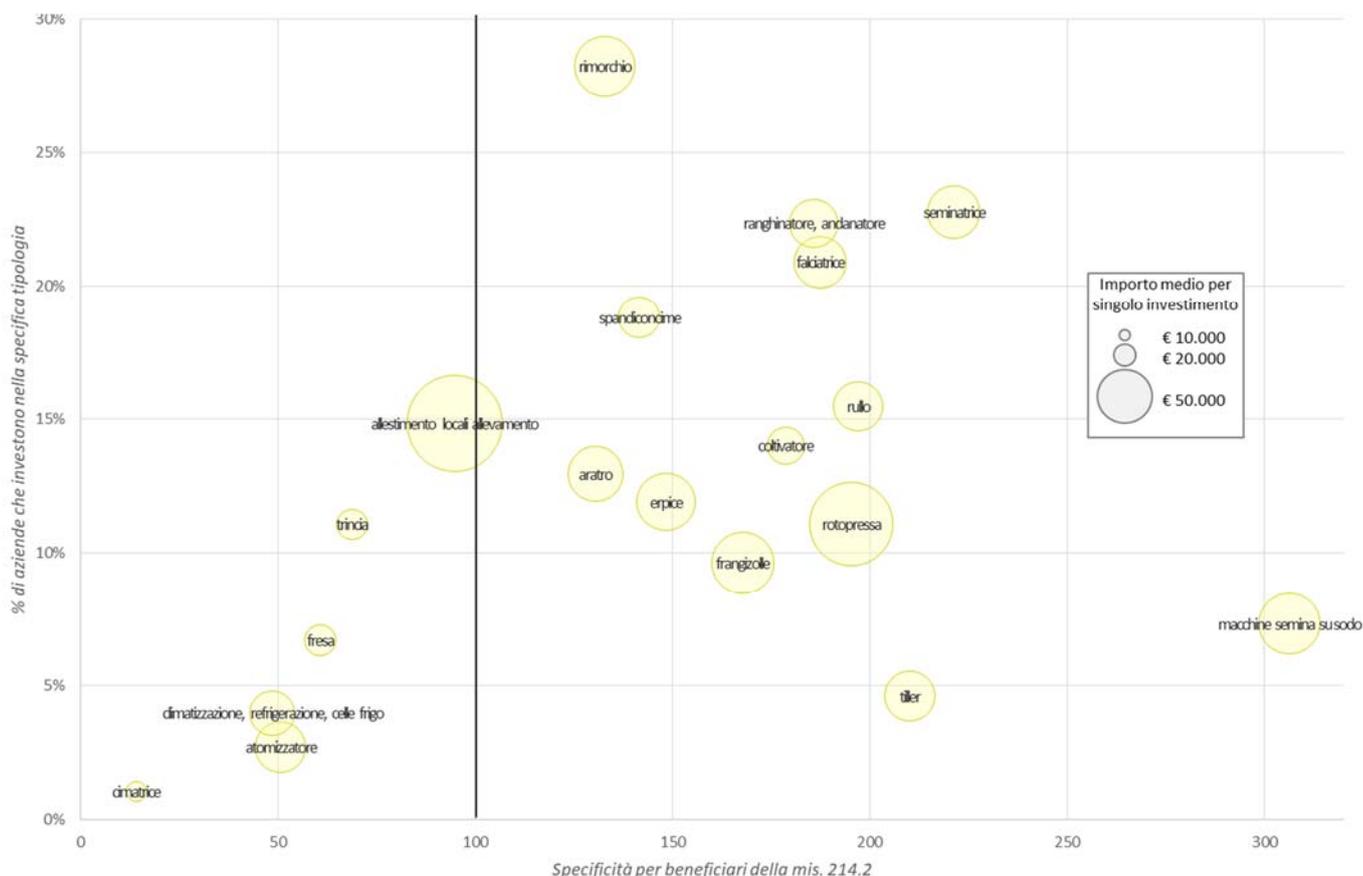
In generale si può dire che gli investimenti a bassa specificità tendono a controbilanciare quelli ad alta. Il **valore medio degli investimenti** richiesti è infatti nelle aziende “conservative” di **poco superiore** alla media (162 mila euro contro 147) ma, se rapportato alla dimensione aziendale (in PS 2010), è appena inferiore.

Se i fabbisogni di adeguamento strutturale delle aziende “conservative” sono imperniati soprattutto sull’adeguamento del parco macchine, vale la pena di verificare nella Fig. 17 di cosa si tratta in maggior dettaglio.

Qui si trovano investimenti con indici di specificità ben più alti dei precedenti. La tipologia più emblematica è, non a caso, quella delle **macchine per la semina su sodo** che sono più di tre volte più presenti che nella media, anche se sono presenti in meno del 10% dei progetti di investimento. Il costo medio richiesto supera i 40 mila euro.

A parte la voce più generica dei rimorchi, le altre tipologie caratteristiche per le aziende “conservative” riguardano la lavorazione dei suoli (frangizolle, erpice, aratro), la semina (seminatrici, tiller), lo sfalcio e la raccolta (rotopressa, ranghinatore, andanatore, falciatrice).

Fig. 17. Domande di investimento per macchinari e attrezzature presentate sulla mis. 121 del PSR 2007-2013, in relazione alla specificità per i beneficiari della mis.214.2



Fonte: elaborazioni ISRI su dati SIAR e SIAN-ASRA

2.4.6 Gli effetti economici dell'adesione agli interventi di difesa del suolo

Gli impatti economici della scelta di aderire agli impegni di difesa del suolo, si tratti della conversione a pascolo permanente o dell'agricoltura conservativa, meriterebbero un maggiore approfondimento, anche con riferimento agli sbocchi di mercato, in particolare guardando alla dimensione e all'andamento della domanda foraggera regionale.

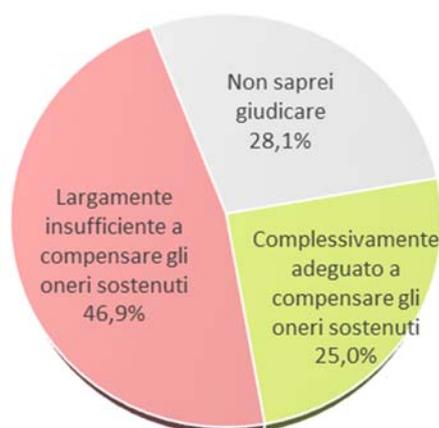
Nell'indagine web del 2019 si è posta l'attenzione soltanto al lato degli oneri di produzione connessi all'adozione degli impegni, soprattutto per comprendere se e quanto il premio ad ettaro risulti sostenibile.

Sotto questo aspetto merita però preliminarmente ricordare che, a seguito dei risultati deludenti del primo bando della misura 214.2 del PSR 2007-2013, si è indagato sull'adeguatezza del premio, che allora era stato fissato tra i 150 e i 155 euro all'ettaro, giungendo alla conclusione che era necessario un sostanzioso incremento.

Nel bando successivo il premio è stato portato a 210-250 euro all'ettaro e da allora le adesioni alla misura del precedente e dell'attuale PSR sono cresciute sino ad interessare 6.700 aziende.

Nondimeno, **quasi metà** dei beneficiari intervistati considera il premio **largamente insufficiente** a compensare gli oneri connessi alla misura, mentre sono soltanto un quarto del totale coloro che lo giudicano nel complesso adeguato.

Fig. 18. Come giudica il premio corrisposto per gli impegni che ha sottoscritto con la misura 10.1?



Fonte: risposte all'indagine web

L'onerosità dell'intervento non va comunque prevalentemente imputata ad una riduzione delle rese, dato che il 44% dice di non aver registrato nessuna variazione significativa e addirittura il 22% dichiara un **aumento delle rese**, che in diversi casi è superiore al 10%.

Fig. 19. Gli impegni che ha sottoscritto con la misura 10.1 hanno determinato una variazione nelle rese produttive culturali della sua azienda?



Fonte: risposte all'indagine web

Va però considerato con particolare attenzione il **19% che non è in grado di rispondere perché ha cambiato il tipo di coltura**. Se questo è il caso di chi ha effettuato la conversione di seminativi a prati permanenti bisogna dire che, a prescindere dalle rese, il cambiamento ha determinato sicuramente un abbassamento del valore della produzione.

3 RISPOSTA AI QUESITI DI VALUTAZIONE

Sulla base delle analisi sviluppate nei paragrafi precedenti, è possibile fornire alcune risposte alle domande ed ai criteri individuati nel primo capitolo.

3.1.1 Quali sono gli elementi di efficacia dell'intervento per la difesa del suolo?

Il giudizio di efficacia sull'intervento per la difesa del suolo è ancora, in larga misura, basato su presupposti teorici, e del resto è molto complesso ed oneroso trovare su scala regionale le evidenze quantitative della sostanza organica nel suolo o dell'andamento dei fenomeni erosivi, così come pure del grado di conservazione della biodiversità.

Criterio 1 Gli interventi per la difesa del suolo determinano un significativo miglioramento dello stato dell'ambiente nella regione.

La conversione di seminativi in prati permanenti interessa circa 24 mila ettari. Essa determina un sostanziale miglioramento dal punto di vista della protezione dei suoli dall'erosione (seconda solo a quella dei boschi), che si esplica attraverso:

- l'attenuazione dell'azione battente delle gocce di pioggia,
- la trattenuta di parte dell'acqua, anche per effetto *mulching*,
- l'intralcio allo scorrimento superficiale dell'acqua,
- l'imbrigliamento delle particelle terrose da parte dell'apparato radicale,
- il miglioramento diretto e indiretto della struttura del suolo.

Inoltre, i prati permanenti sono aree ad alto valore naturalistico che favoriscono il ripristino, la conservazione e il miglioramento della biodiversità.

L'adozione di lavorazioni leggere (minima e zero lavorazione) ha interessato fino a 57 mila ettari (ora ridotti). Il loro effetto è quello di accrescere la quantità di residui vegetali superficiali e favorire l'accumulo di carbonio organico nei primi strati di suolo. Con la semina su sodo, in particolare, grazie alla presenza di residui superficiali o di *cover crops* dedicate, i suoli sono protetti dall'azione battente delle piogge e dai fenomeni di erosione. La pacciamatura naturale fornita dai residui accresce il livello di biodiversità e l'attività biologica dei suoli, cosa che contribuisce a migliorare il ciclo naturale dei nutrienti e le proprietà strutturali dei terreni.

La rotazione con le leguminose contribuisce a fissare notevoli quantità di azoto atmosferico nel terreno promuovendo i processi di trasformazione della sostanza organica e favorendo la limitazione dell'utilizzo di concimi minerali.

La consociazione della leguminosa da erbaio con specie graminacee, aumenta la stabilità della struttura prativa, la sua produttività e la qualità del foraggio.

Tutte queste pratiche, inoltre, contribuiscono al processo di accumulo di carbonio nel suolo, sequestrando negli appezzamenti finanziati quasi 19.000 t di C ogni anno, equivalenti a 69.556 t di anidride carbonica.

Criterio 2 Gli interventi per la difesa del suolo sono efficaci nel contrasto alle criticità ambientali osservate nella regione.

L'analisi modellistica ha consentito di individuare e quantificare gli effetti positivi della misura 10.1, per oltre il 92% riferibili agli interventi di difesa del suolo. Si è quindi stimato che il contenuto di carbonio organico nel suolo è aumentato su 57 mila ettari beneficiari di circa 3,09 t/ha rispetto allo scenario in assenza di interventi.

Gli effetti sulla perdita di suolo nelle superfici beneficiarie possono invece essere stimati in una riduzione dell'ordine di -0,076 Mton/anno.

Dal punto di vista dei beneficiari si rileva, per altro verso, un miglioramento (forte o leggero) del contenuto di sostanza organica dei terreni aziendali in circa due terzi dei casi, mentre un miglioramento rispetto ai fenomeni di erosione viene segnalato da poco più di metà degli interpellati.

I fenomeni di erosione e di perdita del suolo risultano, nondimeno, in secondo piano nelle preoccupazioni degli agricoltori, che sono maggiormente afflitti dai problemi legati ad allagamenti e alluvioni e, per altro verso, alla siccità.

Criterion 3 È possibile migliorare l'efficacia degli interventi per la difesa del suolo.

La Regione Sardegna ha perseguito con determinazione il successo della misura per la difesa del suolo. Per farlo sono stati necessari diversi bandi e alcuni adattamenti delle regole di partecipazione.

La formula attuale appare idonea a raggiungere una platea molto ampia di beneficiari, anche se permangono lamentele sull'adeguatezza dei premi.

Una considerazione solo apparentemente banale è quella di garantire il proseguimento dell'attuazione cercando di recuperare il livello di estensione raggiunto nel 2016 e di mantenerlo con costanza: le interruzioni degli impegni, come quelle avvenute negli anni 2018-2021 per via della mancata sincronia tra i bandi possono determinare una rapida perdita dei vantaggi ambientali lentamente acquisiti, come è stato dimostrato nel caso della capacità di stoccaggio del carbonio.

Questo significa che nel 2022 dovrà necessariamente essere pubblicato un nuovo bando, che per la prima volta consentirà a tutti i potenziali beneficiari di partecipare senza il vincolo di impegni già in corso.

Ma nel 2022 si presenterà anche per la prima volta su grande scala (24 mila ettari) la necessità di riflettere sul destino da assicurare ai suoli su cui è stata attuata la conversione da seminativo a pascolo permanente: se è assolutamente da evitare che ripercorran, rapidamente, la strada in senso opposto, non gli si può neppure proporre di tornare a percorrere la stessa strada.

È allora necessario promuovere una nuova misura che spinga i proprietari a mantenere a pascolo superfici acquisite con la misura 10.1.1, senza peraltro escludere i prati preesistenti.

Un'ipotesi è quella di favorire, attraverso un sostegno annuale, l'adozione di tecniche di gestione dei pascoli, comunemente non praticate, che ne rafforzino la qualità e la stabilità ecologico/produttiva e la funzione di conservazione del territorio e di tutela del paesaggio.

I pascoli ed prati-pascolo rappresentano infatti un habitat di notevole valore naturalistico e sono importanti per la biodiversità poiché forniscono cibo e rifugio per piccoli mammiferi e invertebrati, la cui presenza richiama numerose specie di rapaci e altri uccelli tipici di questi ambienti. La larga varietà di nicchie che si vengono a creare con la corretta gestione dei pascoli può essere colonizzata da specie diverse di piante, farfalle, bombi e altri insetti.

La tipologia di intervento contribuisce per questo prioritariamente agli obiettivi della FA 4A e in modo secondario a quelli della FA 4C.

La nuova misura potrebbe prevedere i seguenti impegni:

- per coprire eventuali fallanze e/o rigenerare il cotico erboso si dovranno seminare varietà vegetali autoctone adatte alle condizioni locali che garantiscano il massimo prolungamento della vegetazione e della fioritura, al fine di favorire la funzione di rifugio della fauna e avifauna selvatica e l'attività dell'entomofauna utile alla fecondazione gamica delle specie vegetali,
- obbligo di sfalcio e asportazione dei residui colturali (non produttivi) al termine del ciclo produttivo delle essenze seminate al fine di favorire la ricrescita nelle annualità successive,
- obbligo di sfalcio dopo il 30 agosto di ogni anno delle aree marginali, prospicienti fossi, canali o scoline oppure localizzate nei pressi di arbusti, siepi od alberi.
- aumento della capacità drenante delle superfici anche attraverso la realizzazione di una efficiente rete di scoline e fossi.

Per quanto riguarda, invece, l'intervento per conversione dei seminativi a prati permanenti, si potrebbe ipotizzare di associarlo a quest'ultima sottomisura (in un differente intervento) o istituire per esso una nuova sottomisura con collocazione primaria nella FA 4A.

Un altro aspetto che potrebbe essere considerato è la possibilità di associazione di queste sottomisure di conversione o di gestione dei prati e pascoli con la misura biologica.

In merito agli impegni di agricoltura conservativa, l'aspetto sul quale possono esistere margini di miglioramento è probabilmente quello relativo alla possibilità di garantire alla produzione foraggera standard qualitativi e quantitativi capaci di soddisfare i fabbisogni della zootecnia regionale in modo da contribuire, da una parte, all'innalzamento qualitativo delle produzioni zootecniche e, dall'altra, alla riduzione dei loro impatti ambientali.

Per quanto attiene la semina su sodo, la sua pratica ha interessato attualmente meno di mille ettari e poche decine di operatori.

Pur presentando indubbi motivi di interesse e notevoli potenzialità, non è ancora riuscita a conquistare l'attenzione che merita attraverso i cinque bandi che, invece, hanno visto l'esplosione delle adesioni alla minima lavorazione.

Potrebbe allora essere utile promuovere azioni di promozione ed informazione mirata sul territorio, eventualmente attraverso iniziative finanziate dalla mis. 1.2, in modo da favorirne una conoscenza più approfondita, anche attraverso gli esempi degli agricoltori che hanno già aderito.

Per tutti i sub-interventi si dovrebbe studiare la possibilità di inserire ulteriori impegni capaci di migliorare la resilienza del territorio a valle rispetto a nubifragi violenti.

3.1.2 Che effetti ha avuto l'eliminazione del criterio di ammissibilità riguardante la pendenza?

L'eliminazione del criterio della pendenza ha trasformato una strategia di intervento differenziato e mirato (conversione a prati permanenti in montagna e agricoltura conservativa in pianura) in due distinte opzioni di intervento offerte a tutti gli agricoltori sull'intero territorio (purché, naturalmente, in possesso degli altri requisiti di ammissibilità).

Nei fatti, il criterio della pendenza della scorsa programmazione, aveva pressoché impedito l'attuazione dell'intervento di conversione a prato permanente, che aveva a malapena raggiunto i mille ettari, con effetti ambientali irrilevanti.

L'"apertura" avvenuta con il PSR 2014-2020 ha soprattutto avuto la conseguenza di dare effettivo corso all'intervento di conversione, che ha così raggiunto i 24 mila ettari, senza peraltro determinare eccessivo effetto "sostituzione" ai danni dell'intervento di agricoltura conservativa.

La distribuzione sul territorio indica che la conversione ha interessato soprattutto aree estese che non erano state coinvolte nei precedenti interventi di difesa del suolo. In qualche caso, invece, si è incastonata in aree caratterizzate da agricoltura intensiva, con effetti potenziali di notevole interesse sotto il profilo della promozione delle aree ad alto valore naturalistico e della tutela della biodiversità.

Criterio 1 L'eliminazione del criterio di pendenza ha mutato la distribuzione dell'intervento sul territorio.

Se si eccettua il notevole contributo additivo delle aree soggette a conversione a prato permanente (che peraltro sono aumentate anche in montagna), l'eliminazione del criterio di pendenza non ha alterato in misura apprezzabile la distribuzione degli interventi di difesa del suolo sul territorio.

Sembra anzi che la scelta dei beneficiari, anche non indirizzata da criteri di ammissibilità, si rivolga di preferenza all'agricoltura conservativa (o meglio: alla minima lavorazione) in pianura e in collina e alla conversione a prato permanente in montagna.

In realtà non è semplice giungere a questa conclusione perché, assai più che dall'apertura dei criteri di ammissibilità, la distribuzione sul territorio dei beneficiari del PSR 2014-2020 è stata condizionata dalla matrice degli impegni assunti con due dei quattro bandi per la difesa del suolo pubblicati nel precedente periodo di programmazione. In questo senso, l'apparente riduzione della minima lavorazione nelle superfici di pianura e collina tra il 2014 e il 2018 deve, in realtà, essere intesa come un incremento netto.

Criterio 2 L'eliminazione del criterio di pendenza ha cambiato l'efficacia degli interventi per la difesa del suolo.

L'eliminazione del criterio di pendenza ha innanzitutto determinato un importante incremento quantitativo delle superfici sotto impegno, che può essere quantificato almeno nei 24 mila ettari convertiti a prato permanente, che non vi sarebbero stati con le vecchie regole¹⁴.

¹⁴ Non si fa invece qui riferimento all'incremento, che pure si è registrato, delle superfici sotto impegno per agricoltura conservativa poiché ha riguardato le zone dove l'intervento era ammesso anche con le vecchie regole.

Ma questo incremento ha anche una forte valenza qualitativa sotto il profilo ambientale, perché la conversione da seminativo a prato permanente produce effetti difficilmente eguagliabili:

- sotto il profilo della qualità del suolo, sia nella difesa dall'erosione e sia nel ripristino della sostanza organica),
- sotto il profilo della tutela della biodiversità, determinando un incremento netto delle HNV di 24 mila ettari (+ 2,8% del valore dell'indicatore C.37/I.09),
- sotto il profilo della qualità della risorsa idrica, per il quasi totale azzeramento degli input necessari per i seminativi,
- sotto il profilo della riduzione delle emissioni, per il quasi totale azzeramento delle operazioni colturali meccanizzate.

3.1.3 Quali sono gli effetti operativi ed economici a livello aziendale dell'adesione agli impegni di agricoltura conservativa?

L'agricoltura conservativa realizzata con il supporto del PSR della Sardegna è al 95% rappresentata dalla pratica della minima lavorazione, e solo per la quota rimanente dalla semina su sodo. Il dato è rilevante perché le due tecniche hanno implicazioni produttive ed economiche piuttosto differenti.

Naturalmente la semplice analisi condotta riflette in larga misura questo sbilanciamento, anche se non mancano elementi che riconducono alla pratica della semina su sodo.

Critério 1 L'adesione agli impegni di agricoltura conservativa ha determinato cambiamenti produttivi o gestionali nelle aziende beneficiarie.

Per comprendere quali siano stati i cambiamenti cui sono andati incontro le aziende che hanno adottato metodi di agricoltura conservativa si sono analizzati i progetti di investimento presentati per il finanziamento a valere sulla misura 121 del PSR 2007-2013, su cui si disponeva di informazioni di estremo dettaglio.

Da un confronto tra l'insieme delle aziende che hanno presentato un progetto di investimento e il gruppo di aziende che avevano aderito agli impegni di agricoltura conservativa, è emerso che gli investimenti produttivi di queste ultime sono maggiormente sbilanciati sui macchinari e sulle operazioni di sistemazione dei terreni.

Tra i macchinari emergono, prevedibilmente, la categoria delle macchine per semina su sodo e, con minore distacco, le macchine per la lavorazione dei suoli (frangizolle, erpice, aratro), la semina (seminatrici, tiller), lo sfalcio e la raccolta (rotopressa, ranghinatore, andanatore, falciatrice), oltre alla più generica categoria dei rimorchi.

Gli investimenti in software, hardware e GPS, sia pure con frequenze e per importi inferiori caratterizzano anch'essi le aziende "conservative".

Di contro, anche gli investimenti a bassa specificità per le aziende "conservative" ne rivelano, per differenza, alcune caratteristiche, indicando ad esempio minori esigenze connesse alla lavorazione e conservazione dei prodotti, sia in termini di strutture che di impiantistica elettrica ed energetica.

Critério 2 L'adesione agli impegni di agricoltura conservativa ha determinato effetti sulla redditività delle aziende.

Le risposte fornite da un piccolo campione di beneficiari della misura 10.1.1 del PSR 2014-2020 esprimono una diffusa insoddisfazione per l'entità del premio, che da poco meno di metà degli interpellati è giudicato insufficiente a compensare gli oneri della misura. Benché elevata, è una percentuale più bassa di quella riscontrata in altre misure, come la 11 per l'agricoltura biologica o la 14 per il benessere animale, dove il giudizio di assoluta insufficienza supera i due terzi.

Per altro verso, il giudizio espresso sulla variazione delle rese produttive è neutro per il 44% e positivo per il 22%, mentre il 19% non si esprime.

3.2 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Il 2022 sarà un anno chiave per l'intervento della difesa del suolo: a 14 anni dal suo avvio e dopo cinque bandi caratterizzati da un successo crescente, termineranno tutti gli impegni assunti e si potrà/dovrà dar corso a un nuovo bando, cui presumibilmente parteciperanno alcune migliaia di aziende. È dunque il momento giusto per analizzare l'attuazione sino ad oggi e trarne qualche spunto per il prossimo periodo.

<i>Conclusioni</i>
L'intervento per la difesa del suolo ha incontrato un'iniziale difficoltà ad affermarsi, anche per effetto di premi insufficienti e di regole di ammissibilità troppo restrittive. Successivamente, sono state apportate modifiche che hanno reso la misura assai più appetibile
Nel corso della programmazione 2007-2013 sono state avviate ben quattro diverse procedure a distanza di due anni una dall'altra, con un contenuto effetto di spiazzamento della successiva sulla precedente
Nel 2016 è stato pubblicato l'unico bando della misura 10.1.1 del PSR 2014-2020, cui non hanno potuto partecipare quasi 3 mila beneficiari, che avevano impegni in corso. Impegni che si sono conclusi tra il 2018 e il 2020
Tra i beneficiari che hanno avuto modo di completare un ciclo di impegni si rileva una elevata propensione al rinnovo dell'impegno
Nel PSR 2007-2013, la misura 214.2 è stata pressoché monopolizzata dal sotto-intervento minima lavorazione, in prevalenza in pianura
La rimozione dei vincoli di accesso legati alla pendenza ha acceso un grande interesse (24 mila ettari) per l'intervento di conversione dei seminativi in prati permanenti, coinvolgendo diverse aree in precedenza estranee alla misura della difesa del suolo
La misura della difesa del suolo nel suo insieme ha, nel corso di questi anni, contribuito all'incremento del carbonio organico nel suolo, alla riduzione dell'erosione del suolo per azione dell'acqua, al sequestro di carbonio
L'incremento della sostanza organica nei suoli è un effetto rilevato anche dai beneficiari
L'intervento di conversione a prati permanenti ha determinato un incremento delle aree ad alto valore naturalistico della regione
La sospensione degli impegni determina una perdita del C del suolo con un tasso più alto rispetto a quello con cui può essere accumulato
L'adesione agli impegni dell'agricoltura conservativa ha richiesto di rafforzare e adeguare il parco macchine

<i>Raccomandazioni</i>
È necessario garantire continuità all'azione di difesa del suolo: nel 2022 ci si può attendere una domanda di quasi 60 mila ettari per l'intervento di minima lavorazione e di mille ettari per la semina su sodo
È auspicabile offrire, dal 2022, un sostegno a superficie a chi ha effettuato la conversione a prato permanente (ma anche ad altri titolari di prati e pascoli), per l'adozione di tecniche di gestione dei pascoli volte a rafforzarne la qualità e la stabilità ecologico/produttiva e la funzione di conservazione del territorio e di tutela del paesaggio
Bisognerebbe considerare l'opportunità di distinguere la sotto-misura dell'agricoltura conservativa da quella della conversione a prati permanenti, la quale potrebbe avere migliore collocazione strategica nella FA 4A
Si dovrebbe considerare la possibilità di associare l'intervento di conversione o di gestione dei prati e pascoli con la misura biologica

È raccomandabile promuovere la tecnica della semina su sodo attraverso attività informative e dimostrative