

Caratterizzazione in continuo
della variabilità del suolo
attraverso la geofisica
di superficie

ARP



ARP: UNO STRUMENTO PER LA CONOSCENZA DEL SUOLO IN VITICOLTURA

In viticoltura la conoscenza della variabilità spaziale del suolo è alla base del controllo di produzione e qualità. La tecnologia ARP (Automatic Resistivity Profiling) è un nuovo metodo d'indagine rapido e non distruttivo che permette di determinare in continuo la resistività elettrica del suolo (in Ohm*m) legata a variazioni di tessitura, contenuto idrico e salinità.

Il sistema ARP, munito di sistema DGPS, è capace di indagare in continuo fino a 20 ettari/giorno. Tre sensori indagano contemporaneamente tre distinti livelli di terreno rispettivamente a 0.5m, 1m e 1.7m di profondità, fornendo mappe di resistività georeferenziate ad alta risoluzione.

Potenzialità in viticoltura

- Delineazione della variabilità spaziale delle proprietà permanenti del suolo all'interno del vigneto
- Supporto alle tecniche di indagine tradizionale: riduzione ed ottimizzazione del numero dei campioni
- Supporto per tecniche di viticoltura di precisione

Alcune applicazioni di ARP

- Ottimizzazione della scelta di portainnesto, varietà e densità di impianto
- Supporto alla progettazione di sistemi di drenaggio, impianti di irrigazione a gestione variabile, gestioni scassi e movimenti terra
- Base dati per gestione agronomica sito-specifica: concimazione differenziata, gestione della chioma a rateo variabile, vendemmia selettiva



PERCHÉ ARP

La percezione della variabilità spaziale del suolo e quindi la variazione di resa e qualità dei prodotti all'interno di un vigneto è spesso un dato acquisito per il viticoltore, ma la sua quantificazione è complessa e soprattutto lo è l'individuazione dei fattori responsabili della variazione.

Conoscere la variabilità significa gestirla: aumentare l'efficienza di somministrazione di irrigazione e fertilizzanti, ridurre gli impatti ambientali, aumentare il valore delle produzioni e quindi il profitto. Gestire la variabilità richiede la conoscenza dei fattori di variazione. L'acquisizione di uno strato di informazione relativo alla variabilità spaziale del suolo è fondamentale sia nella fase di caratterizzazione del terroir che nella fase di implementazione di tecniche di gestione sito-specifiche.

La variabilità del suolo può essere stimata indirettamente attraverso la misura di variabili correlate ad uno o più parametri del suolo facilmente osservabili. La resistività elettrica ha enormi potenzialità in viticoltura, è molto sensibile a variabili legate sia alla produzione che alla qualità e può essere misurata in maniera semplice ed estensiva. La resistività elettrica è correlata al contenuto idrico, al contenuto di argilla e di scheletro, al tenore di sostanza organica, alla salinità ed al contenuto di calcare, ma anche alla porosità ed alla capacità di scambio cationico.

Figura 1
Valori di resistività per materiali rocciosi, costituenti del suolo e composti chimici. (Loke, M.H. 2010)

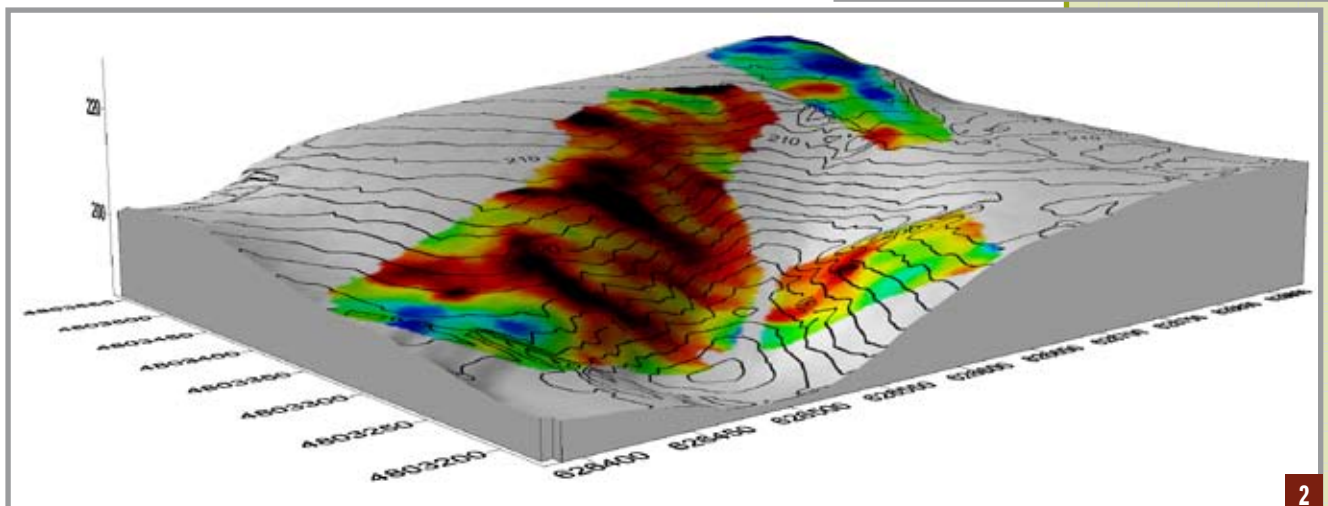
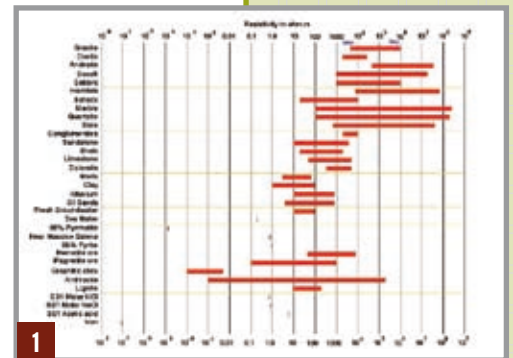
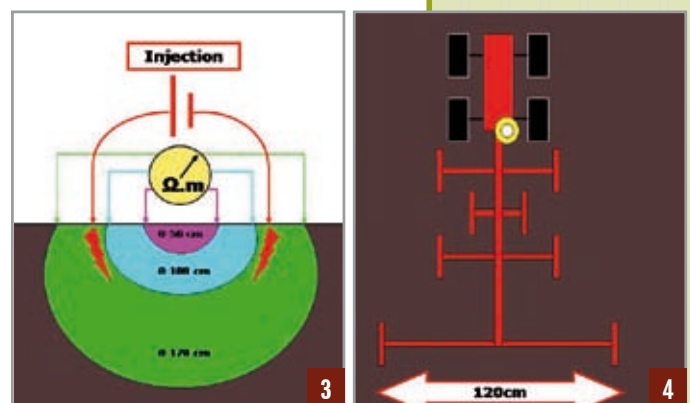


Figura 2
Mappe di resistività sovrapposte a modello di elevazione digitale del terreno. Esempio su scala aziendale. Superficie di indagine circa (5Ha).

COME FUNZIONA LA TECNICA ARP

ARP è un rilevatore della resistività elettrica in continuo che consente la mappatura ad alta risoluzione (30.000 misure per Ha) di ampie superfici a tre profondità, dal piano di campagna (0-50; 0-100 e 0-170 cm) in tempi rapidi (fino a 20 ha al giorno) ed a costi contenuti. Lo strumento è provvisto di un ricevitore GPS a correzione differenziale che consente, non solo di localizzare con un livello di dettaglio centimetrico i valori di resistività, ma anche di ricostruire un modello digitale di elevazione del terreno (DEM).

Figura 3-4
Descrizione dell'Arp.



Il sistema, sviluppato in Francia da Geocarta S.A., uno spin-off del CNRS France (Centre National de la Recherche Scientifique) (Dabas 2008), rappresenta ad oggi la tecnologia più valida per l'individuazione della variabilità delle proprietà permanenti del suolo.

Lo strumento si compone di 4 assi di ruote dentate; il primo asse immette una corrente debolmente alternata nel terreno, mentre i tre assi successivi, via via più distanti dal primo, misurano la differenza di potenziale permettendo di risalire ai valori di resistività in modo contemporaneo su tre livelli: 0-50, 0-100, 0-170.

Con una sola indagine è possibile conoscere sia la variabilità spaziale orizzontale che lungo il profilo, con un'altissima densità di misure (30.000 x Ha).

I punti di forza di questa tecnologia che sfrutta il principio della geoelettrica di superficie, sono: rapidità di esecuzione, stabilità della misura, imperturbabilità ai fattori esterni (come presenza di metalli e temperatura aria etc) alta risoluzione, robustezza, paragonabile agli attrezzi di uso comune in agricoltura.



Figura 5
Arp in configurazione scavallante. L'apparecchiatura è montata su mezzi forniti dal cliente, per indagini su vigneti ad alta densità di impianto.

Applicazioni della tecnica ARP in agricoltura

APPLICAZIONI TECNICA ARP IN VITICOLTURA ED AGRICOLTURA	FONTE IN LETTERATURA
ARP nella viticoltura di precisione	Arnò et al., 2009; Costantini et al., 2009; Tisseyre and Taylor, 2008
Ottimizzazione dell'irrigazione del vigneto attraverso la tecnologia ARP	Ghinassi et al., 2010
Variazione spaziale del suolo a scala di campo	Dabas et al., 2000; Basso et al., 2008
Variazione spazio-temporale del contenuto idrico a scala di campo	Besson et al, 2010
Variazioni di struttura degli orizzonti del suolo	Tabbagh et al., 2000
Variazione delle proprietà fisiche dei suoli lavorati	Basso et al., 2010
Uso dei sensori geofisici nella generazione delle mappe pedologiche	Lahoche et al., 2002
ARP per la caratterizzazione geo-pedologica della vigna	Goulet e Barbeau, 2004

USO ED INTERPRETAZIONE DELLE MAPPE DI RESISTIVITÀ

Le mappe di resistività sono in grado di fornire in tempo reale una visione della distribuzione della variabilità all'interno del campo.

La possibilità di definire zone di gestione uniformi, macro-aree cioè in cui il suolo può essere ritenuto relativamente omogeneo è un requisito fondamentale per poter implementare tecniche di gestione sito-specifiche. L'informazione ottenuta attraverso l'indagine di resistività può essere usata per definire le mappe di prescrizione utilizzate per le tecnologie a rateo variabile.

La resistività dipende da diversi fattori e dunque l'interpretazione delle mappe richiede una calibrazione realizzata attraverso l'acquisizione di un limitato numero di campioni di suolo. Lo schema di campionamento basato su uno strato di informazione relativo alla variabilità del suolo permette di ridurre fortemente i costi di campionamento e di aumentarne l'efficienza rispetto alle tecniche di indagine tradizionali.

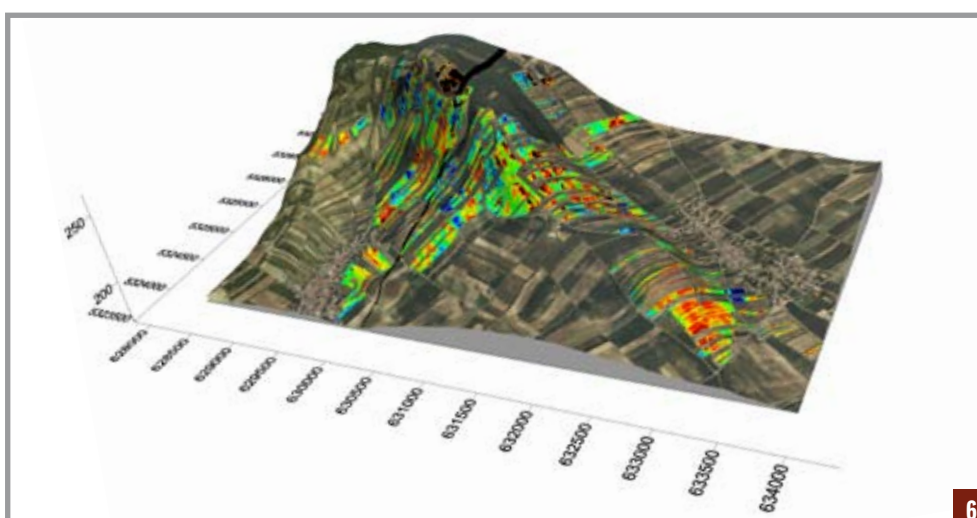


Figura 6
Mappe di resistività sovrapposte a modello di elevazione digitale del terreno e ortofoto. Esempio di grosso comprensorio, caratterizzazione dei suoli della nascente Denominazione di origine "Carnuntum", Bassa Austria (Austria). Superficie di indagine circa 300 Ha.

QUANDO EFFETTUARE L'INDAGINE

Le diverse possibilità di applicazione dipendono dal momento colturale in cui viene effettuata l'indagine.

Pre-impianto

La caratterizzazione del suolo è utilissima nella fase che precede l'impianto del vigneto perché fornisce uno strato di informazione per migliorare:

- la scelta del portainnesto
- la scelta delle varietà
- la scelta della densità di impianto
- la pianificazione di un sistema di drenaggio nelle aree soggette a ristagno idrologico
- la pianificazione di un sistema di irrigazione ad applicazione variabile
- la pianificazione di lavorazioni per migliorare la struttura del suolo nelle zone in cui il profilo si presenta compatto

In vigna

Quando la coltura è in atto si possono invece considerare diverse opzioni.

Effettuare una zonazione del vigneto ed implementare tecniche di gestione sito-specifica che mirano ad acquisire un maggior controllo su produzione e qualità come:

- concimazione differenziata
- gestione differenziata dell'impianto di irrigazione
- interventi di gestione della chioma a rateo variabile
- campionamenti delle uve in fase pre-vendemmia diversificati sulla base delle caratteristiche agro-pedologiche emerse
- vendemmia selettiva di uve provenienti da zone di resistività e vigoria diverse

DIVERSE OPZIONI DEL SERVIZIO INTEGRATO DI CARATTERIZZAZIONE

1. Mappa di resistività : consente una valutazione visiva dell'omogeneità pedologica aziendale ed è un'informazione di supporto alla stima della convenienza a ricorrere a tecniche di gestione agronomica sito-specifica.
2. Mappa di resistività+limitato numero di campioni distruttivi: permette la caratterizzazione della variabilità del suolo e l'individuazione dei fattori di variazione, e di pianificare tecniche di gestione differenziata degli input agronomici.
3. Mappa di resistività+campioni distruttivi+indagine pedologica: l'indagine arp è di supporto all'indagine pedologica tradizionale e consente la realizzazione di una carta pedologica e di cartografia derivata ad alta risoluzione con una riduzione dei costi . L'abbinamento della tecnica arp alle indagini pedologiche consente una rapida ed accurata caratterizzazione della variabilità spaziale anche nei suoli di pianura.
4. Mappa di resistività + mappa di NDVI. Nelle fasi successive all'impianto del vigneto l'indagine di resistività può essere integrata con misure di riflettanza spettrale che forniscono informazioni sullo stato fisiologico della vegetazione. L'acquisizione dei dati di riflettanza spettrale viene effettuata con il sensore "Green Seeker™ che misura le variazioni di NDVI (Normalized difference vegetation index). L'NDVI è un indice di vegetazione ottenuto combinando la risposta spettrale della vegetazione a diverse lunghezze d'onda efficace per descrivere lo stato di salute e la vigoria della vegetazione. Il Green Seeker è un sensore attivo, ovvero registra l'energia riflessa dalla scena producendo in maniera autonoma l'energia incidente e dunque non è condizionato dalle condizioni meteorologiche. Il sensore inoltre acquisisce le misure lateralmente alla chioma e dunque diversamente dai dati da satellite o aeromobile non risente dell'interferenza del suolo nelle interfile.

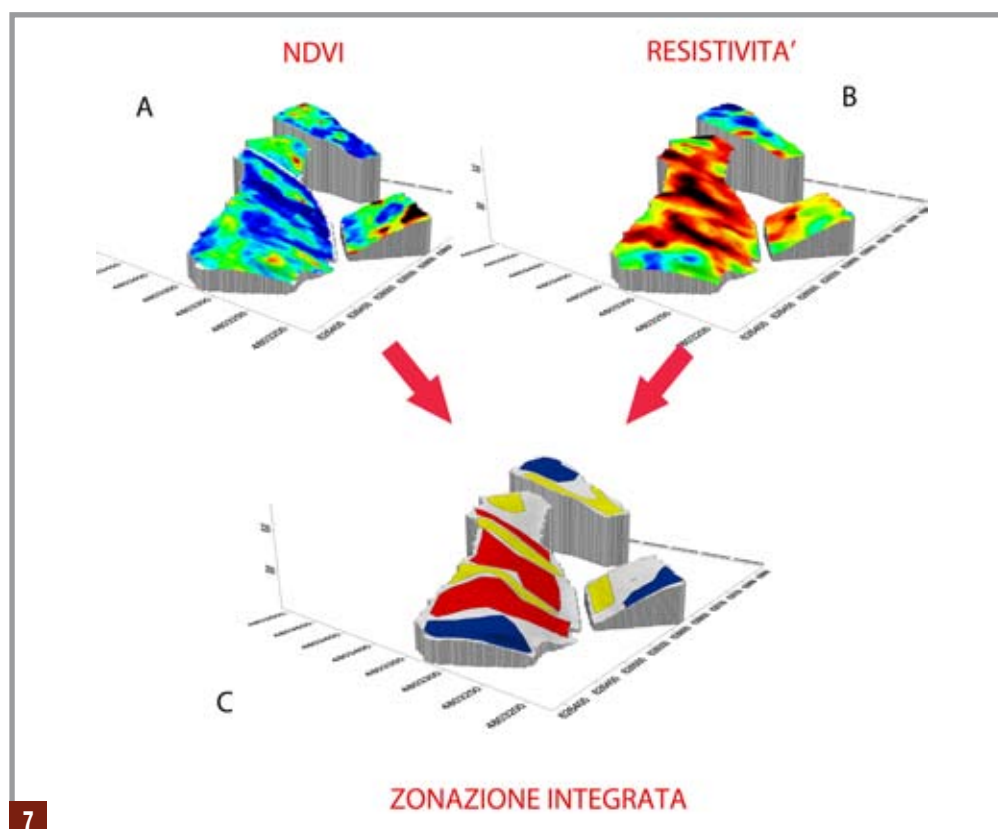


Figura 7
Zonazione in vigna sulla base di resistività ed NDVI.

REALIZZAZIONE APPLICATIVO WEBGIS

Per una migliore fruizione dei dati acquisiti proponiamo la realizzazione di "AGROMAP".

Agromap è un sistema WebGIS semplice ed automatizzato per la gestione della cartografia aziendale, la gestione delle operazioni agricole e per il controllo della produzione vitivinicola.

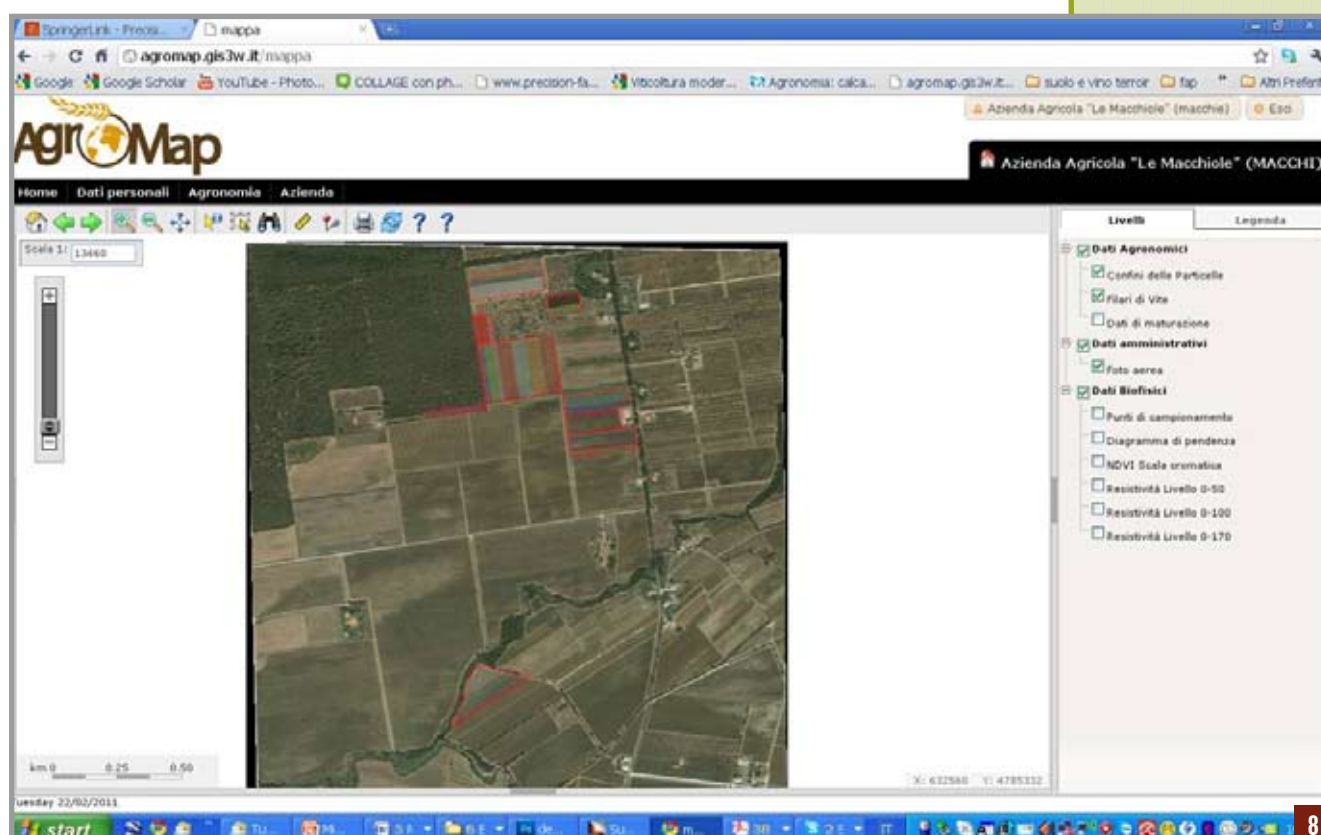
Il sistema permette di visualizzare e sovrapporre diversi temi: i dati da sensore geo-referenziati e le informazioni relative ai sistemi di gestione.

L'applicativo permette inoltre di gestire gli interventi ed i trattamenti agricoli interagendo direttamente su cartografie specifiche.

Specifici moduli consentono di gestire i risultati delle analisi sulle uve per ottenere rapidamente indici e curve di maturazione.

L'interfaccia Web disponibile su un server esterno, con il semplice ausilio di una connessione internet consente di accedere e gestire le informazioni aziendali senza la necessità di alcun software specifico.

Figura 8
Print screen
dell'applicativo webgis
Agromap



CURRICULUM “VITICULTURAE”

Principali clienti per le indagini di caratterizzazione del suolo

Francia (servizi realizzati da Geocarta SA dal 2003 al 2010)

Alto Medoc: Cos d'Estournel, Lafon-Rochet, Ormes de Pez, Phélan Ségur, Mouton Rothschild, Lynch-Bages, Léoville las Cases, Beychevelle, Branaire Ducru, Lagrange, Palmer, Kirwan, du Tertre, Giscours
La Terra di Libourne: Cheval-Blanc, Faugères, Figeac, Petrus, Le Gay, Nénin, VCC, Le Pin, Lafleur,
Pessac Léognan (Bordeaux): Chevalier, Couhins, Fieuzal, Smith Haut Lafitte, Baulos Charmes
Sauternes: Yquem, Rieussec, Climens
Gironde (Bordeaux): Cave Coopérative des Hauts de Gironde (associazione di produttori)
Champagne: Moët & Chandon, CIVC, Roederer
Borgogna: Clos des Epeneaux (Cte Armand), Clos de la Maréchale (Mugnier)

Austria (servizi realizzati in collaborazione Geocarta-Soing nel 2010)

Bassa Austria: indagine per la caratterizzazione del suolo per la nascente denominazione di origine “Carnuntum”.

Italia (servizi realizzati in collaborazione Soing-Geocarta dal 2007 al 2010)

Collaborazioni di ricerca con: CRA-ABP, Università degli Studi della Basilicata, Università degli Studi di Napoli, Università degli Studi di Firenze, Università degli studi di Padova.

Aziende in Toscana:

Fattoria Villa Saletta srl, Palaia (PI)
Barone Ricasoli SpA Agr, Cantine del Castello di Brolio – Gaiole in Chianti (SI)
Marchesi Mazzei SpA Agr, loc. Fonterutoli - Castellina in Chianti (SI)
Tenuta dell' Ornellaia, Bolgheri (LI)
Le Macchiole Az. Agr., Bolgheri (LI)
Duemani Az. Vitivinicola Sarl, Riparbella (PI)
Castello La Leccia, Castellina in Chianti (SI)
Villa Brancatelli Az. Agr., loc. Riotorto (LI)
Casale Del Mare – Agrilandia Sarl, Rosignano Marittimo (LI)
Castello Romitorio Srl, Montalcino (SI)
Kol sarl, Pitigliano (GR)

Aziende in Sicilia in cui il servizio è stato svolto da So.in.g-Geocarta in collaborazione con CRA-ABP e Regione Sicilia

Az. Tasca d'Almerita, Masseria Regaleali, presso Vallelunga-Valledolmo (Palermo)
Az. Mezzacorona, Villa Albius-Feudo Arancio, presso Acate (Ragusa);
Az. Planeta, Dispensa, presso Menfi (Agrigento).