

## “NUOVE SOLUZIONI E STRUMENTI PER L’AGRICOLTURA E LA VITICOLTURA DI PRECISIONE”

**E. Busnardo**

Studio GeoSphera s. r. l. , Via G. Matteotti 20-int. 17 - 30035 Mirano (VE) Italia

[e.busnardo@studiogeosphera.com](mailto:e.busnardo@studiogeosphera.com)

### **RIASSUNTO**

GEOSPHERA s. r. l. e TERR.A.IN. CNS, forti della grande esperienza dei loro collaboratori nell'ambito delle scienze naturali, della geologia, della geofisica e dell'informatica, garantiscono risposte innovative alle problematiche della moderna agricoltura rivolgendosi direttamente ai viticoltori, ai commercianti vinicoli ed ai liberi professionisti.

La necessità impellente di migliorare la produttività delle colture trova oggi un valido strumento nei nuovi metodi di perfezionamento della gestione del suolo agricolo che includono:

- mappaggio mediante remote sensing
- analisi e gestione dei dati mediante “geographic information systems” (GIS)
- analisi geofisiche mirate sito-specifiche
- carotaggi, trivellazioni ed escavazioni per determinare un “soil survey”

### **PAROLE CHIAVE**

Agricoltura, viticoltura di precisione, remote sensing (GIS), campioni per analisi geofisiche, carotaggi ed escavazioni, soil survey, ARP

### **ABSTRACT**

GEOSPHERA Ltd and TERR.A.IN. CNS, using the experience of its collaborators on natural, geological, geophysical and computer fields, provide solutions for Agriculture and precision viticulture farmers, growers, retailers and agricultural agronomic consultants.

The need to improve the productivity of crops, find today large aid in new methods of study and soil management, including:

- soil mapping using remote sensing
- analysis and data management using geographic information systems (GIS)
- geophysical site-specific targeted sampling
- drilling and excavation for the soil survey

### **KEY-WORDS**

Agriculture, precision viticulture, remote sensing, GIS, geophysical sampling, drilling and excavation, soil survey, ARP.

### **IL TELERILEVAMENTO APPLICATO ALL’AGRICOLTURA DI PRECISIONE**

L’osservazione attraverso sistemi satellitari gioca un ruolo importante nel monitoraggio dei parametri agro-ambientali, utili per la comprensione dei fenomeni naturali e per la definizione di modelli sempre più affidabili di previsione, controllo e gestione. In quest’ottica, il gruppo di lavoro si propone per l’elaborazione e l’utilizzo di dati satellitari da sensori ad alta risoluzione per applicazioni agro-forestali e ambientali, sia a scala locale che regionale. Il telerilevamento infatti garantisce la possibilità di monitorare il territorio e di fornire una base di conoscenza continuamente aggiornabile a tempi e costi contenuti.

Il telerilevamento o Remote Sensing è la disciplina tecnico-scientifica con finalità diagnostico-investigative che permette di acquisire informazioni qualitative e quantitative sull'ambiente mediante misure di radiazione elettromagnetica, sia essa proveniente dal sole, emessa dalla terra o generata da strumenti come laser o radar. Si tratta di un insieme di metodi e tecnologie di analisi in grado di fornire dati tramite un'ampia gamma di sensori e di piattaforme mobili o fisse, capaci di rilevare informazioni originali così come informazioni ancillari a supporto dei metodi tradizionali di rilevamento (rilievi di superficie, acquisizioni da sensori fissi, sondaggi e campionamenti, indagini geofisiche, ecc.).

Questa tecnica permette di indagare a distanza le caratteristiche e i parametri (dimensionali, fisici, chimici) della materia (corpi solidi, fluidi, gas) mediante sensori non a contatto diretto. La distanza dell'osservatore da queste informazioni varia da alcuni metri (Proximal Sensing) fino a migliaia di chilometri (Remote Sensing), come nel caso delle osservazioni effettuate da satellite. I dati acquisiti tramite telerilevamento sono stati e sono utilizzati ampiamente in molti progetti di ricerca e commerciali che si occupano di diverse problematiche come la valutazione e il monitoraggio ambientale, la mappatura della copertura del suolo, la cartografia topografica, l'archeologia e gli studi di gestione generale del territorio.

Un ruolo chiave nel telerilevamento è la scelta dello strumento e del tipo di dato che costituirà la base di partenza per le analisi e le interpretazioni. Per raggiungere lo scopo sono disponibili sul mercato prodotti di vario genere, a diversa risoluzione spaziale, spettrale e temporale. Inoltre si distingue tra rilievi da aeromobile e rilievi da satellite, due soluzioni che pur avendo la stessa funzionalità presentano pregi e svantaggi differenti, in particolare in termini economici.

#### **CENNI SUI PRINCIPI DI BASE – TECNICHE PASSIVE**

Quando l'energia elettromagnetica proveniente dal sole colpisce le piante, tre fenomeni si verificano. A seconda della lunghezza d'onda l'energia sarà riflessa, assorbita o trasmessa. L'energia riflessa rimbalza sulle foglie ed è facilmente identificabile da occhi umani nel colore verde delle piante. Una pianta appare verde perché la clorofilla nelle foglie assorbe gran parte dell'energia nelle lunghezze d'onda visibile e il colore verde è la lunghezza d'onda prevalentemente riflessa. La luce del sole che non è riflessa o assorbita viene trasmessa attraverso le foglie a terra.

Il colore della foglia, la natura, la forma o la sua disposizione sulla pianta determina la percentuale di energia riflessa, assorbita e trasmessa. La combinazione di questi tre fenomeni viene rilevata dai sensori passivi installati sui vettori e utilizzata per determinare le firme spettrali delle singole piante. Le firme spettrali sono uniche per ogni specie vegetale e ne costituiscono un contrassegno essenziale al fine del loro riconoscimento in remoto.

Le lunghezze d'onda analizzate nella maggior parte delle applicazioni agricole del telerilevamento coprono solo una piccola regione dello spettro elettromagnetico, cioè quella corrispondente alle bande del visibile, dell'infrarosso e delle microonde. E' infatti in questa porzione dello spettro che le piante mostrano i loro caratteri distintivi più netti.

E' importante tenere in considerazione che l'analisi spettrale è un processo complesso, controllato da diversi fattori, tra i quali la copertura spettrale, la risoluzione spettrale, il rapporto segnale-rumore dello spettrometro, l'abbondanza del materiale che si sta indagando e le sue caratteristiche di assorbimento nella regione di lunghezza d'onda acquisita. Tutti questi fattori vengono analizzati preventivamente allo scopo di determinare quali saranno le tecniche e i mezzi più congeniali al raggiungimento del fine previsto.

## **GESTIONE E PROGRAMMAZIONE PRODUZIONE AGRICOLA**

Il telerilevamento fornisce uno strumento di diagnostica che ha almeno due importanti funzioni oltre a molti altri usi sito-specifici nella gestione delle colture. Può essere utilizzato per l'identificazione delle firme spettrali delle colture, in modo tale da identificarle e monitorare lo stato di salute o di stress. Le mappe create con il telerilevamento forniscono inoltre un metodo rapido per valutare le caratteristiche peculiari associate ad una coltura o ad un particolare tipo di terreno, caratteristiche che potranno essere utilizzate per individuare colture/terreni simili attraverso una indagine areale. Queste mappe quindi sono un ottimo strumento a supporto dei piani di scouting.

Solitamente il rilievo di una superficie effettuato con tecniche di telerilevamento prevede quattro fasi distinte:

- acquisizione dei dati con strumenti opportuni o reperimento di questi da database
- elaborazione dei dati
- analisi/interpretazione dei dati e generazione di mappe tematiche
- l'integrazione con i Sistemi Informativi Territoriali

L'insieme di questi processi, in associazione con le moderne tecniche di analisi dirette, rappresenta un metodo pratico, sistematico ed economico di mantenere ed aggiornare le informazioni sul territorio ed in particolare nei seguenti campi di applicazione:

- identificazione della tipologia di coltivazioni
- stima quantitativa delle produzioni agricole
- monitoraggio del livello di crescita delle colture
- monitoraggio delle variazioni dello stato di salute delle coltivazioni
- controllo sistemi di drenaggio superficiale
- analisi e identificazione dei danni dovuti ad eventi meteorologici (siccità, gelo e alluvioni)
- programmazione delle irrigazioni
- studio delle caratteristiche del suolo per la scelta delle colture

Le immagini tele rilevate, a differenza delle mappe tradizionali, possono essere raccolte diverse volte durante la stagione di crescita; il monitoraggio nel tempo delle colture segue la crescita delle piante dalla semina fino al raccolto, registrando le modifiche stagionali e le anomalie (malattie o infestazioni) prima ancora che siano identificabili a vista, individuano le carenze nutrizionali, i problemi riguardanti l'annaffiatura, ecc. Queste informazioni aiutano a prevenire le perdite di raccolto e massimizzare le rese senza causare danni alle colture.

Oltre ad evidenziare le aree problematiche, le immagini aiuteranno anche a monitorare l'efficacia delle eventuali azioni correttive che saranno attuate. Possono inoltre agire come un indicatore precoce della resa delle colture aiutando l'imprenditore a redigere un piano di marketing più funzionale.

Le tecniche impiegate per l'analisi dipendono dal tipo di dato telerilevato, nonché dagli obiettivi prefissi. Un esempio tipico di tecnica utilizzata è il confronto dei valori di riflettanza su diverse lunghezze d'onda, denominato indice vegetativo, comunemente utilizzato per determinare la condizione di vigore delle piante. L'indice NDVI enfatizza le aree a diverso stato di salute e di stress all'interno di una coltivazione.

## **MONITORAGGIO AGRO-AMBIENTALE**

Il ricorso integrato ai sistemi di telerilevamento satellitare, di osservazione dal suolo e di database geospaziali risulta in grado di fornire informazioni coerenti, riproducibili ed

economicamente efficaci sulla copertura vegetativa ed altre caratteristiche relative a vaste porzioni del territorio. Un ulteriore elemento di forza è quello della continuità delle osservazioni (monitoraggio a lungo termine), necessaria per rilevare l'elevata variabilità annuale degli ecosistemi e per distinguere l'impatto delle azioni umane da quello della variabilità del clima.

Il telerilevamento è un ottimo strumento anche per la gestione e il monitoraggio ambientale, flessibile e in grado di adattarsi alle esigenze legate alla tipologia di ambiente. In particolare si utilizza come strumento di sorveglianza e quindi prevenzione in vari ambiti:

- controllo dello stato di deforestazione
- controllo stato di desertificazione
- redazione di mappe tematiche specialistiche
- mappatura termica del suolo

### **INDAGINI GEOFISICHE APPLICATE ALL'AGRICOLTURA E ALLA VITICOLTURA DI PRECISIONE**

Tra le varie metodologie geofisiche utilizzabili in agricoltura, attualmente la più nota è la tecnica ARP (automatic resistivity profiling). Tale metodologia, offerta in esclusiva per l'Italia da So.In.G. srl in partnership con Geocarta SA, rappresenta un metodo d'indagine rapido (15/20 ha/giorno) e non invasivo che permette di determinare in continuo la resistività elettrica apparente del suolo (in Ohm\*m). Il ricorso integrato ai sistemi di telerilevamento, satellitari in particolar modo, di osservazione dal suolo e di database geospaziali risulta in grado di fornire informazioni coerenti, riproducibili ed economicamente efficaci sulla copertura vegetativa ed altre caratteristiche relative al territorio. Un ulteriore elemento che può essere determinante è quello della continuità delle osservazioni (monitoraggio a lungo termine), necessaria per rilevare l'elevata variabilità annuale degli ecosistemi e per distinguere l'impatto delle azioni umane da quello della variabilità del clima.

La tecnica ARP indaga contemporaneamente tre livelli di volume di suolo (0-50 cm; 0-100 cm; 0-150 cm) restituendo come risultato tre mappe di resistività georeferenziate che consentono:

- l'individuazione di aree omogenee in base alle macrovariazioni di resistività elettrica,
- la realizzazione di cartografia tematica del suolo,
- di ottenere in modo speditivo molteplici informazioni correlate ai parametri pedologici quali tessitura, umidità e contenuto di argilla.

La tecnica d'indagine ARP costituisce un valido strumento di classificazione dei terreni, soprattutto delle evidenze superficiali.

Non fornisce però reali informazioni sulle caratteristiche dei terreni (uguali valori di resistività possono indicare situazioni differenti) e su parametri importanti come la quota della falda e la profondità del substrato roccioso. Il suo utilizzo è quindi indicato in una fase preliminare e permette di programmare lo studio pedologico dettagliato e la sua validazione mediante un'indagine più approfondita e dettagliata condotta, su siti scelti sulla base delle indagini preliminari, con altri metodi geofisici tra cui:

- profili di geoelettrica resistiva (da 5 a 7 indagini al giorno),
- misure radar (circa 3 km lineari di profili al giorno),
- indagini sismiche (fino a 5 indagini al giorno).

Le indagini geofisiche permettono di ricostruire la stratigrafia del sottosuolo in profondità. In particolare permettono di studiare le caratteristiche salienti del sottosuolo tra cui la

posizione e le variazioni dei corpi deposizionali, le quote delle falde acquifere e la profondità del substrato roccioso,

### **INDAGINI PEDOLOGICHE**

L'indagine pedologica ha l'obiettivo di conoscere e classificare i suoli sulla base delle differenti

caratteristiche fisico-chimiche, questo si traduce nella carta dei suoli e nella descrizione dei suoli

rappresentativi delle unità omogenee.

La metodologia di realizzazione di un'indagine pedologica prevede le seguenti fasi operative:

- indagine bibliografica e raccolta dati sul territorio in esame (carte geologiche, geomorfologiche, topografiche, clivometriche, ecc.);
- fotointerpretazione: si basa sull'utilizzo di foto aeree scattate ad una scala compatibile a quella dell'indagine. Lo studio stereoscopico di queste foto consente la suddivisione del territorio in aree omogenee dal punto di vista geografico, morfologico e paesaggistico;
- rilevamento di campagna: attraverso una prima serie di trivellate (profondità 1.2-1.5 m) che consentono di identificare i suoli presenti nell'area, seguita dall'esame dei profili (scavi profondi 1.5 - 2 m) che permettono una più completa descrizione delle caratteristiche dei suoli e la loro
  - classificazione;
  - analisi di laboratorio dei campioni di terreno prelevati dai profili;
  - classificazione dei suoli e stesura della carta pedologica secondo la metodologia internazionale USDA-FAO;
  - digitalizzazione della cartografia;

### **ANALISI DI SISTEMI DI IRRIGAZIONE E DI DRENAGGIO**

Mediante l'utilizzo delle più avanzate tecniche di rilievo plano-altimetrico e l'utilizzo dei migliori software di modellazione idraulica, il gruppo di lavoro è in grado di fornire una consulenza all'avanguardia per la gestione idrica della vostra azienda.

Il punto di partenza è la realizzazione di un modello altimetrico di dettaglio dell'area di interesse che può essere effettuato mediante:

- rilievi con strumentazione tradizionale,
- rilievi mediante tecnologia satellitare,
- rilievi laser scanner da terra,
- rilievi LIDAR.

Una volta ottenuto un modello altimetrico a risoluzione soddisfacente, si realizza una simulazione a scenari, tramite modellazione matematica, per individuare la soluzione migliore per l'assetto idraulico dell'area di interesse.

### **STRUMENTAZIONI GPS PER L'AGRICOLTURA DI PRECISIONE**

Negli ultimi anni la metodologia GPS ha portato a nuove applicazioni per velocizzare e semplificare le operazioni effettuate con macchine agricole. In particolare vengono realizzati:

- Software di guida parallela con GPS. Per mezzi agricoli operanti in fase di preparazione del terreno, semina, diserbo, irrorazione. Elimina i riferimenti in campo.

- Sistemi di guida automatica. Sistemi automatici di sterzata, con livelli di precisione variabili da 2,5 cm a 20 cm; per lavorazioni in file, semina, interrimento linee a goccia, semina in falsopiano
- Sistemi LASER applicati alle lavorazioni con livelle trainate, scraper, dozer, posadreni. Utilizzati per allineamenti di pali e infrastrutture per le colture.

### **IL SISTEMA INFORMATIVO DI UN'AZIENDA AGRICOLA**

Tutti i dati salienti dell'azienda agricola vengono georeferenziati mediante sistemi satellitari, inseriti e correlati in un sistema GIS ed utilizzati per aiutare e guidare la gestione dell'azienda.

In particolare, tutti i dati raccolti con le varie apparecchiature (seminatrici, irroratrici, campioni di suolo, immagini satellitari, etc.) vengono ordinati in un contenitore informatico semplice, consistente e spazialmente corretto con una logica di facile comprensione.

Il nostro team è in grado di allestire questo sistema informativo e fornire l'assistenza necessaria all'azienda per poterlo gestire ed implementare in proprio.

### **CONCLUSIONI**

GEOSPHERA SRL e TERR.A.IN. snc si propongono come partner in grado di fornire assistenza specializzata a coloro che si trovano ad interfacciarsi con nuove problematiche quali la gestione delle informazioni provenienti dai diversi dati in ingresso, la scelta e l'utilizzo degli strumenti informatici, la comprensione e la scelta delle migliori metodologie di intervento.

Più in generale ci proponiamo come consulenti per coloro che necessitano di un aiuto specializzato per le scelte di gestione che le nuove metodologie hanno imposto.

Gli strumenti e le metodologie di precisione portano ad una maggiore efficienza al business agricolo. Tale efficienza si traduce in maggiori profitti realizzati ad esempio attraverso un risparmio nell'utilizzo dei prodotti in ingresso (semi, concimi, fungicidi) e guadagni realizzati mediante l'utilizzo di prodotti ottimizzati per quel particolare tipo di terreno e di coltivazione.