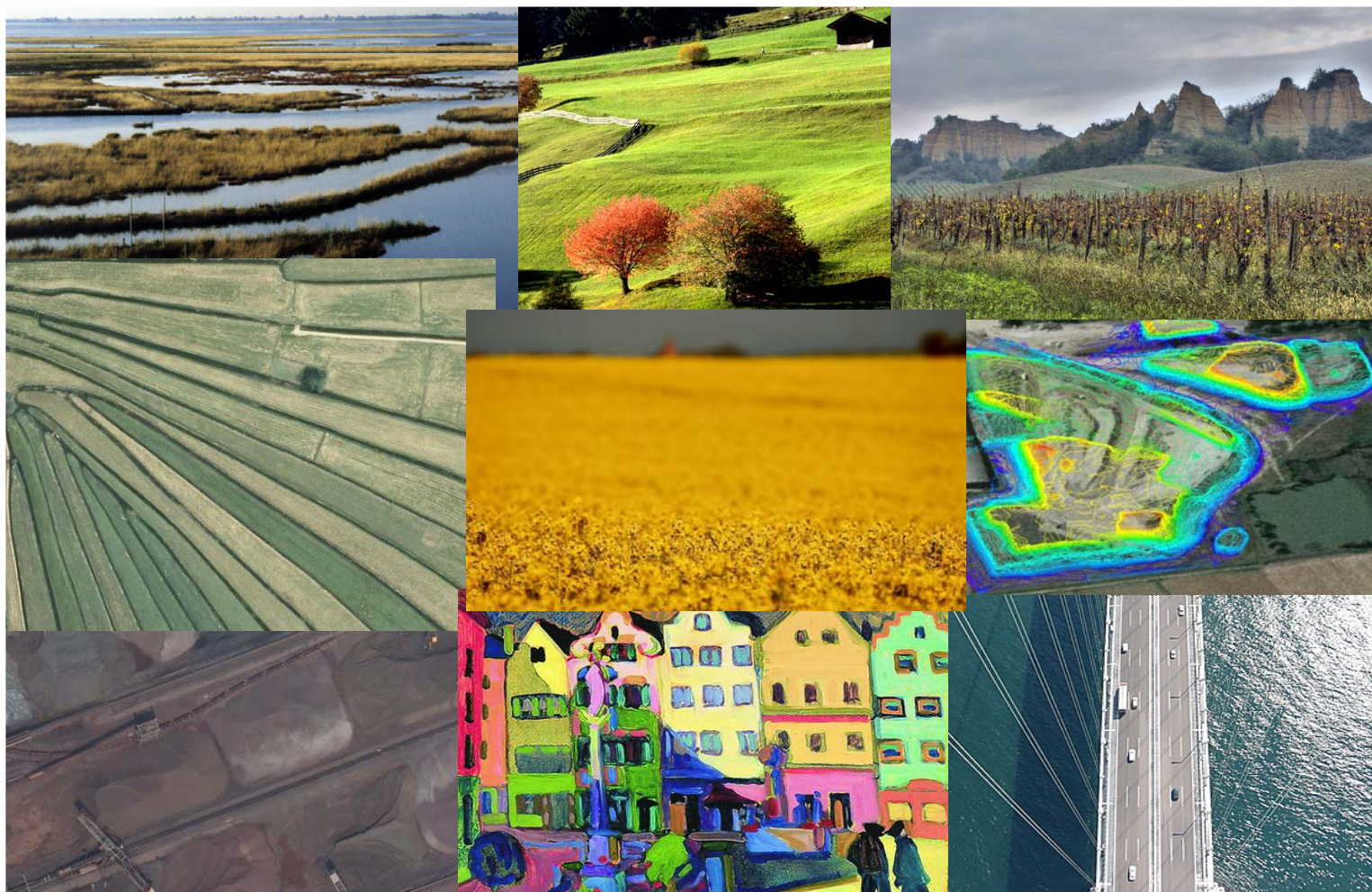


RILIEVO CON TECNOLOGIA A SCANSIONI TRIDIMENSIONALI

PRESENTAZIONE DEL SERVIZIO



UNA SOLUZIONE CHE INTEGRA

PRECISIONE TOPOGRAFICA DEL RILIEVO CELERIMETRICO

RESA GRAFICA DELLA TECNOLOGIA LASERSCANNER

GEOREFERENZIAZIONE CON SISTEMA GPS

L'AZIENDA

T.E.R.R.A. Consulting S.r.l. è una società che si avvale di un'esperienza ventennale nell'ambito della progettazione e pianificazione del territorio, con particolare attenzione alla tutela ed alla valorizzazione degli aspetti paesaggistici ed ambientali che lo connotano.

A sostegno della sua attività, **T.E.R.R.A. Consulting S.r.l.** ha sviluppato le sue competenze, da una decina d'anni, anche verso il settore della topografia investendo in tecnologie sempre innovative e personale aggiornato.



T.E.R.R.A. Consulting Srl
ADRIA (RO)

Proprio nell'ambito della topografia, dal 2009 **T.E.R.R.A. Consulting S.r.l.** ha organizzato un nuovo servizio adottando la strumentazione **TRIMBLE VX**, la quale permette di ottenere un prodotto di alta qualità che abbina precisione del rilievo topografico a resa grafica delle scansioni tridimensionali.

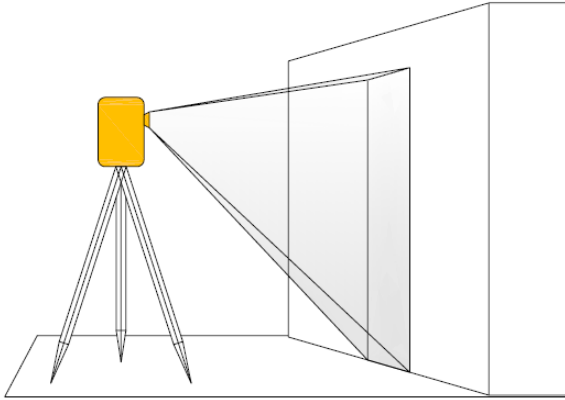
T.E.R.R.A. CONSULTING SRL

P. LE A. MARIO, N°3
ADRIA (RO)
E-MAIL: INFO@STUDIOTERRA.IT
CENTRALINO: 0426468010

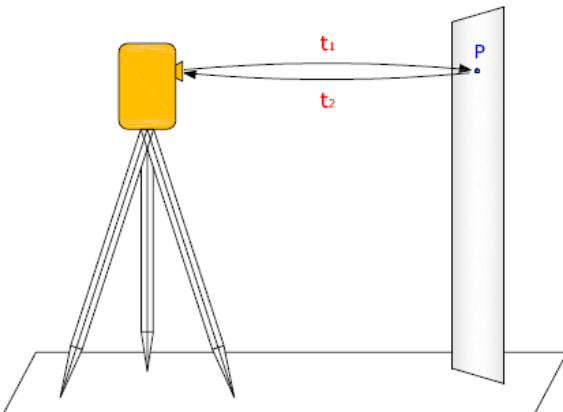


TECNOLOGIA TRIMBLE VX

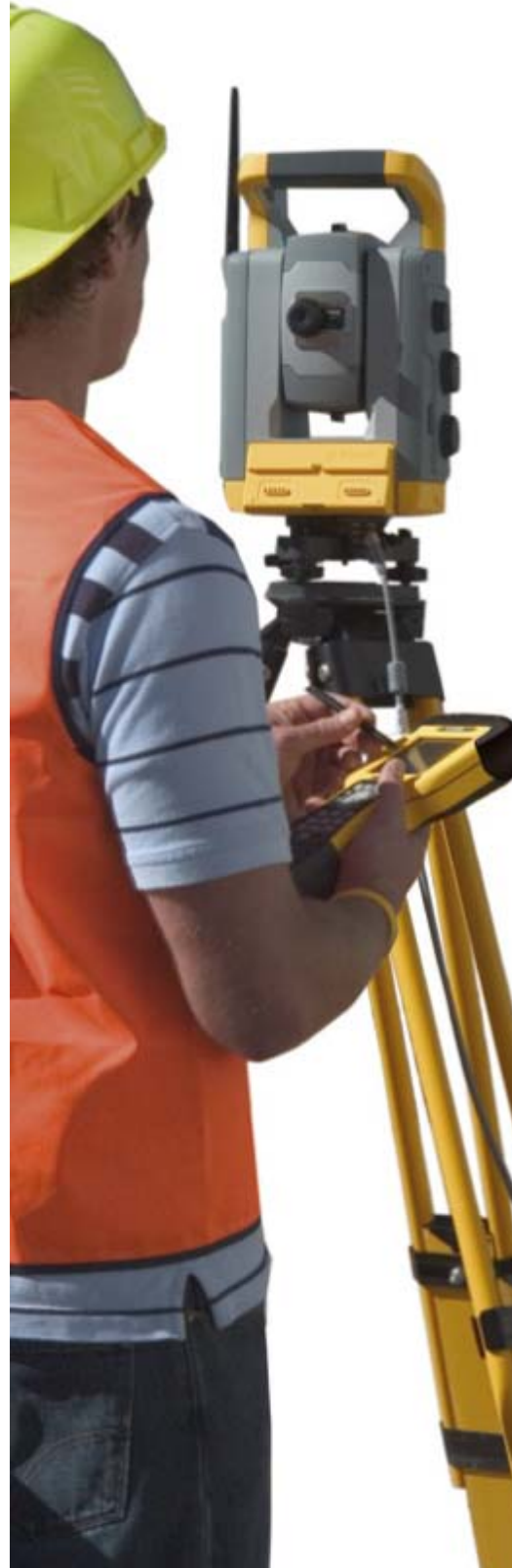
La tecnologia TRIMBLE VX si basa sull'utilizzo di un impulso elettromagnetico (laser) che colpisce istantaneamente una superficie da misurare.



La misurazione avviene in quanto lo strumento è in grado di emettere il laser e di ricevere lo stesso riflesso dalla superficie da misurare; i tempi di percorrenza a/r del laser definiscono la distanza tra lo strumento e il punto rilevato: $P = f(t_1, t_2)$

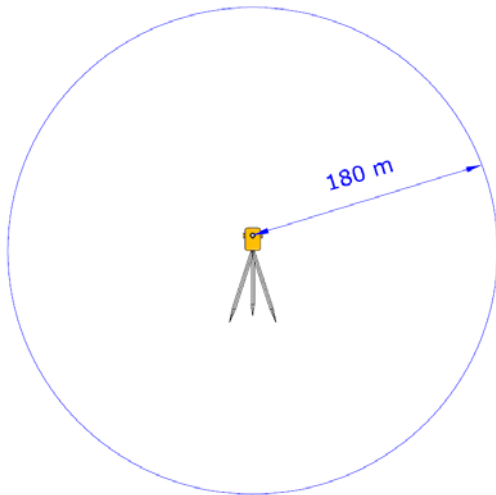


La tecnologia TRIMBLE VX costituisce una evoluzione del sistema laser scanner, e consente di selezionare aree di rilievo su superfici di qualsiasi forma; questa è la ragione per cui lo strumento è adattabile a situazioni molto diversificate.

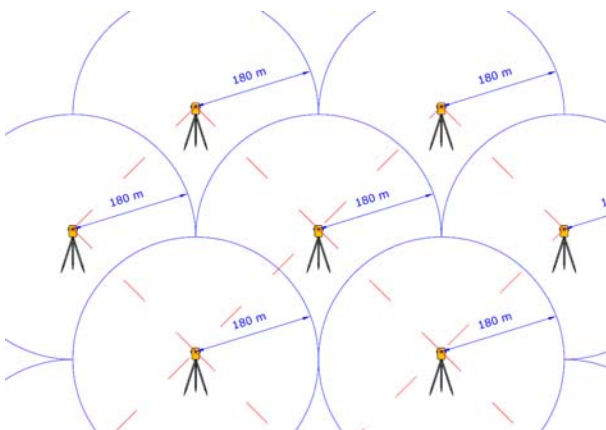


CARATTERISTICHE TECNICHE

In scansione lo strumento può rilevare, con ottime prestazioni di calcolo, punti che si trovano fino a 180 m di distanza a qualsiasi angolatura.

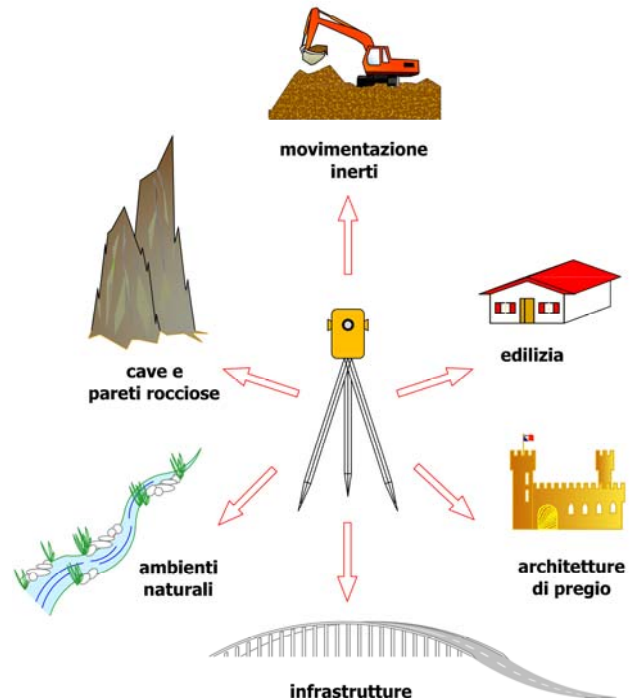


La disposizione ragionata di una serie di punti base, tra di loro collegati a rete, su cui posizionare in successione lo strumento, offre la possibilità di rilevare estensioni potenzialmente infinite.



Lo strumento può essere quindi utilizzato per il rilievo di edifici, versanti, strutture, ed infrastrutture e può trovare applicazione come strumento di controllo in tutte quelle situazioni che si modificano nel tempo (struttura e

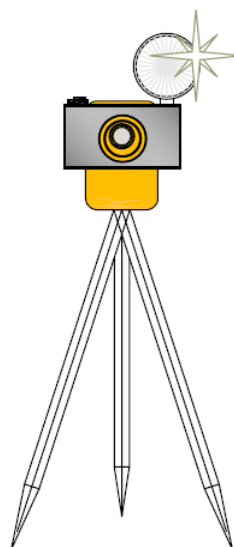
morfologia) e che necessitano di monitoraggio; questi possono essere fenomeni di origine antropica o naturale.



La tecnologia TRIMBLE VX, oltre a mantenere le caratteristiche di un'eccellente stazione totale robotica, che permette misurazioni anche senza prisma, consente di effettuare le scansioni laser tridimensionali abbinandole ad immagini digitali grazie alla dotazione di una videocamera

integrata. Questo consente di ottenere un prodotto grafico finale di facile intuizione anche per chi non opera nel settore tecnico.

I dati raccolti vengono successivamente restituiti su supporto magnetico in formati comunemente utilizzati in ambito tecnico (dwg, dxf). La possibilità di



T.E.R.R.A. CONSULTING SRL

P. LE A. MARIO, N°3
ADRIA (RO)
E-MAIL: INFO@STUDIOTERRA.IT
CENTRALINO: 0426468010

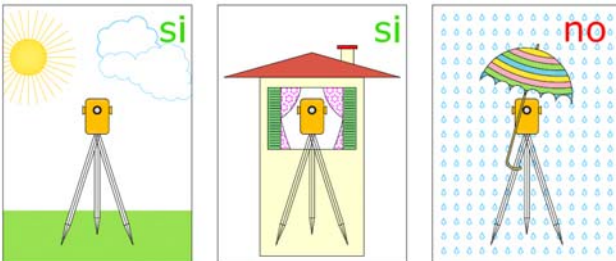


effettuare rilievi in maniera integrata con ricevitore GPS, data la dotazione strumentale di T.E.R.R.A. Consulting, permette di lavorare con continuità in ambito georeferenziato permettendo l'esportazione dei dati cartografici sia su supporti cartografici classici che in ambiti innovativi e tridimensionali come Google Earth.

Google earth



La tecnologia consente di intervenire sia all'aperto che in luogo chiuso; unica necessità è data dalla presenza di luce, che deve essere assicurata al chiuso. Non è possibile infine rilevare superfici bagnate: l'elevata diffrazione del raggio laser che ne deriverebbe comporterebbe scarsa precisione finale.



La strumentazione consente di ottenere nuvole di migliaia di punti in tempi molto contenuti (in 5' si possono acquisire anche 4.500 punti con capacità di acquisizione massima di 15 punti/sec).

LE APPLICAZIONI

Le applicazioni di questo sistema sono legate principalmente ai seguenti settori:

- Ingegneria (civile, dei trasporti, idraulica, naturalistica);
- Perizie forensi;
- Gestione delle risorse naturali;
- Piani di monitoraggio e gestione cantieri ed opere pubbliche;
- Calcolo dei volumi e superfici di area vasta;
- Protezione civile, con monitoraggi finalizzati all'ispezione ed al controllo.

In particolare la nostra attività è rivolta principalmente a:

- rilievo plani-altimetrico di dettaglio, finalizzato anche alla valutazione di volumi e superfici;
- rilievo di dettaglio per piani di monitoraggio ed indagine nel campo delle opere pubbliche, della protezione civile, della verifica di stabilità di superfici ed aree inclinate, pendii, aree sismiche, ecc;
- rilievi per ricostruzione ed archiviazione delle informazioni di base di monumenti, beni architettonici, ambiti di rilevante interesse paesaggistico;
- rilievo architettonico altamente dettagliato di edifici e manufatti con una densità di rilievo pari a 1 p.to/cm², con possibilità di infittire la maglia potenzialmente all'infinito;
- rilievo urbanistico di area ampia, con rilevamento di dettaglio degli edifici e degli arredi urbani;
- rilievo archeologico di dettaglio in campagne di scavo, aree archeologiche espositive, ecc;
- rilievi legali o legati a scene infortunistiche, criminologiche, analisi di grande precisione.

Per la natura e le caratteristiche della strumentazione utilizzata, ogni rilievo viene corredato da immagini dettagliate, caratterizzate da una risoluzione definibile dall'operatore.

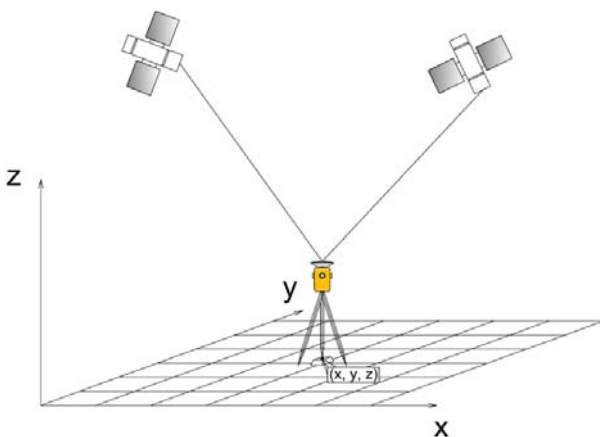
T.E.R.R.A. CONSULTING SRL

P. LE A. MARIO, N°3
ADRIA (RO)
E-MAIL: INFO@STUDIOTERRA.IT
CENTRALINO: 0426468010



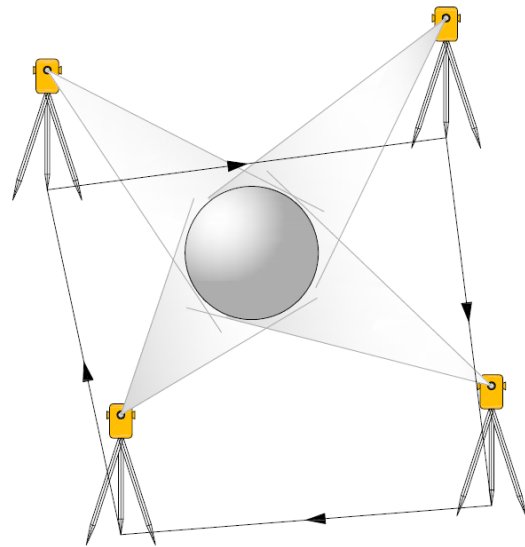
COME AVVIENE IL RILIEVO

Nella prima fase di rilievo strumentale, si individua l'oggetto in un sistema di coordinate. Questo è preferibile definirlo rispetto ad un sistema di riferimento ufficiale (Gauss-Boaga), anziché relativo, per consentire l'introduzione dell'area in una rappresentazione cartografica.



Ciò avviene appoggiandosi ad un caposaldo della rete nazionale oppure materializzando un punto di coordinate geografiche (WGS-84) individuate mediante l'utilizzo del sistema GPS di cui disponiamo e che si integra alla perfezione con la strumentazione Trimble VX.

Individuato il sistema di riferimento spaziale in cui è collocato l'oggetto da rilevare, si passa alla fase operativa di misurazione. In relazione allo scopo, alla dimensione e alla natura dell'oggetto vengono effettuate un certo numero di scansioni da punti di osservazione diversi.



L'orientamento delle stazioni può avvenire sia in maniera celerimetrica (come una normale stazione totale), oppure in maniera mista, integrando l'orientamento celerimetrico con l'individuazione dei punti stazione mediante GPS. Da ogni stazione si possono rilevare singoli punti di dettaglio ad alta precisione, nuvole di punti tridimensionali ed immagini georiferite.

La strumentazione produce, quindi, più tipi di file:

- file topografici di rilievo celerimetrico, che riportano, per i punti di dettaglio, le coordinate polari riferite alla stazione totale;
- file delle nuvole di punti scansionate (con un passo minimo di scansione di 1 cm e una distanza massima di 180 m);
- fotografie in formato .jpg con diversi gradi di risoluzione, selezionabili dall'utente, georiferite alla posizione della stazione.

Tale strumentazione, quindi, integra la classica metodologia di rilievo e l'acquisizione digitale di oggetti tridimensionali di varie dimensioni sotto forma di nuvole di punti, tipica dei Laser Scanner.

La fase di scansione di oggetti tridimensionali si svolge in due fasi: la fase di ripresa e la scansione vera e propria.

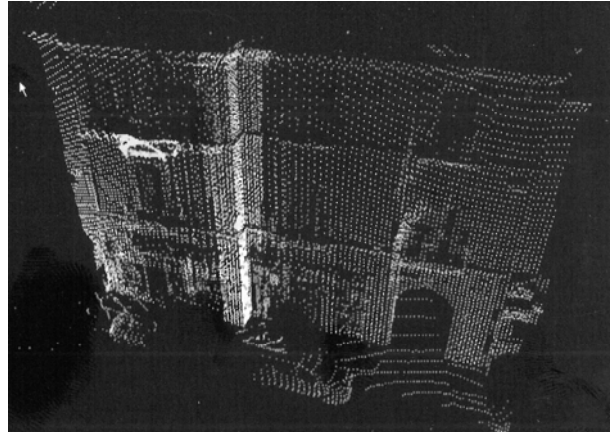
1. Lo strumento grazie ad una camera integrata e ad uno schermo interattivo in presa diretta, permette di visualizzare in tempo reale sul display tutto l'ambiente circostante consentendo all'operatore di scegliere con precisione solo le superfici da scansionare, evitando una raccolta eccessiva ed indiscriminata di dati che comporterebbe un aumento della probabilità di errore nelle attività di elaborazione dei dati.



Display interattivo in fase di ripresa.

2. Selezionata l'esatta area di interesse si avvia la scansione laser dell'oggetto corredata di immagini digitali. Durante questa fase lo strumento provvede ad effettuare una maglia di misurazioni, la cui densità è impostata dall'operatore.

Conclusa la campagna di misurazioni segue la fase di post-elaborazione in cui viene utilizzato il programma Realworks, un software specializzato nell'analisi topografica e nella gestione ed elaborazione di rilievi di milioni di punti.



Nuvola dei punti rilevati.

Il primo step consiste nell'analisi dei dati e delle stazioni celerimetriche di cui è possibile ricalcolare la precisione, compensare gli scarti e rototraslare in un diverso sistema di riferimento. Successivamente vengono analizzati i dati di scansione, che, sovrapposti alle immagini registrate in campo, costituiscono un insieme complesso di informazioni che possono essere utilizzate e rielaborate per molteplici fini: dall'architettonico al calcolo di volumi, dal monitoraggio ai fini legali.



Nuvola dei punti sovrapposta alle immagini registrate.

E' possibile rettificare le riprese fotografiche rispetto ad un piano, tipicamente definito da tre

punti, che contenga l'oggetto, oppure eseguire la proiezione delle immagini su superfici costituite da mesh triangolari estrapolata da nuvole di punti.



Ortorettifica delle immagini rispetto ad un piano per tre punti.

Oltretutto per ogni modello tridimensionale è possibile effettuare delle registrazioni video al fine di poter analizzare approfonditamente, e in maniera molto scenica, le informazioni spaziali. Le informazioni ottenute ed elaborate possono essere esportate nei più comuni formati di file.

Per la realizzazione di questo paragrafo si è fatto riferimento alla pubblicazione "...Misure in divenire..." (Ornella Zerlenga, Ed. La Scuola di Pitagora, 2009)

ESEMPI DI INTERVENTO/APPLICAZIONE

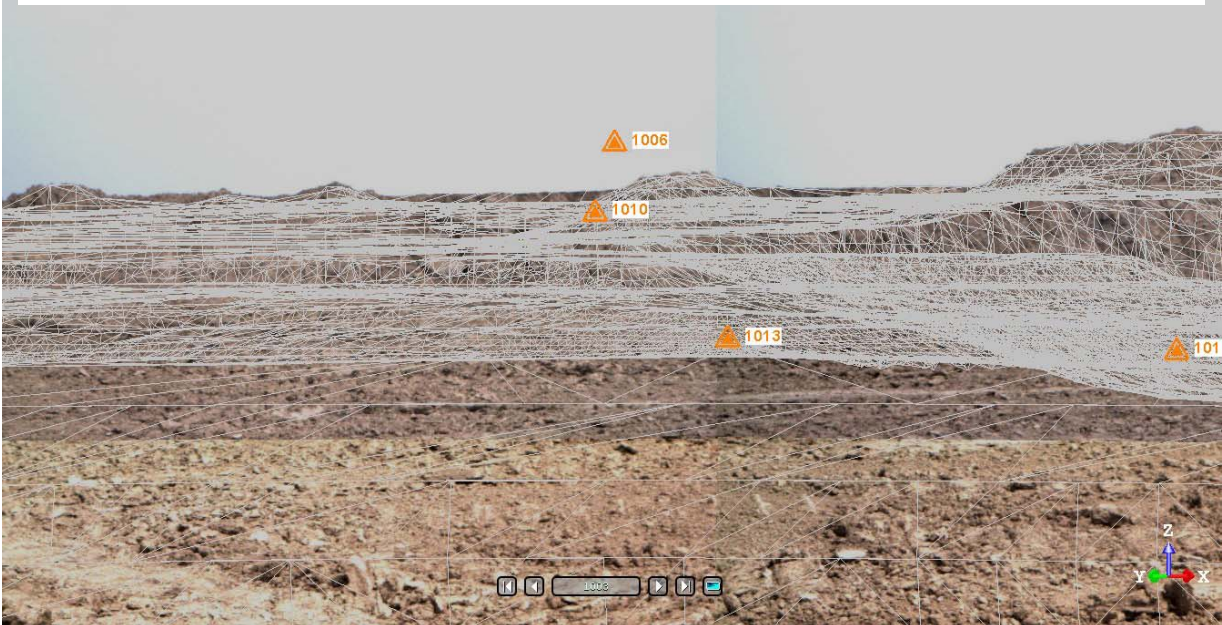
dello strumento Trimble VX su di un'area morfologicamente rilevata e con una maglia di 1 m x 1 m.

Si inserisce di seguito un esempio applicativo riguardante un rilievo effettuato con l'utilizzo

Immagine registrata durante le scansioni tridimensionali, sovrapposte alla nuvola di punti rilevati. In rosso e in giallo si possono osservare i singoli punti, mentre i triangoli arancioni rappresentano i punti stazione per le scansioni.



Immagine registrata durante le scansioni tridimensionali sovrapposte alla mesh che interpola i punti. La mesh (modello digitale a triangoli del terreno) viene successivamente utilizzata per il calcolo dei volumi.

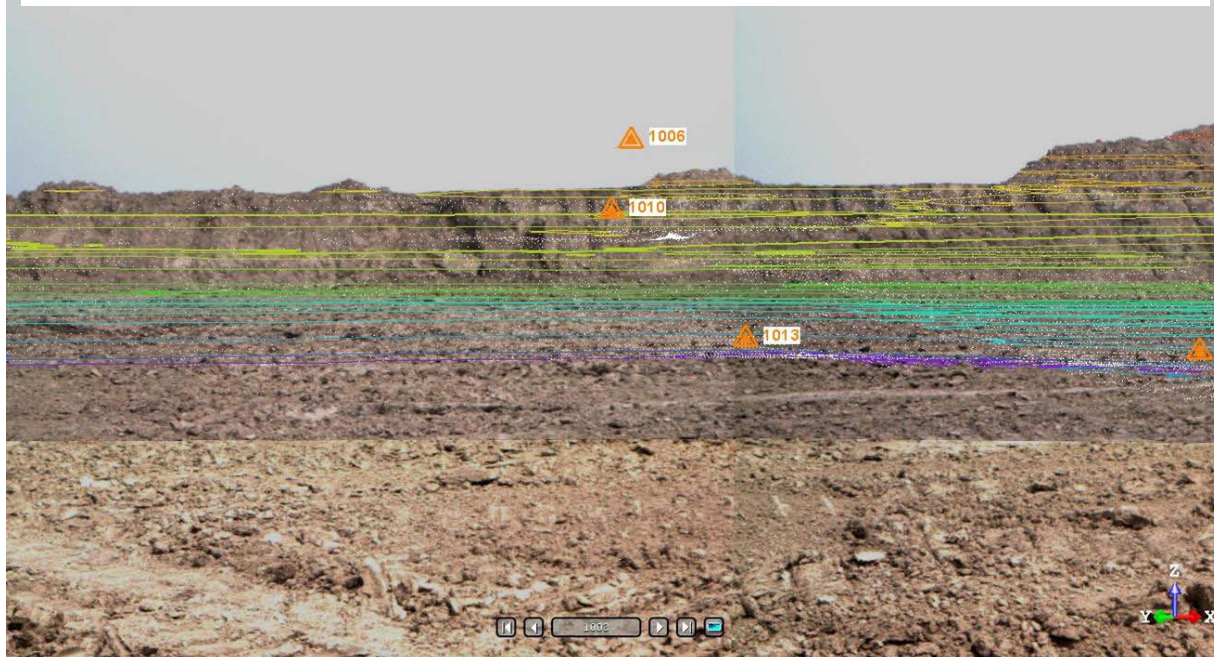


T.E.R.R.A. CONSULTING SRL

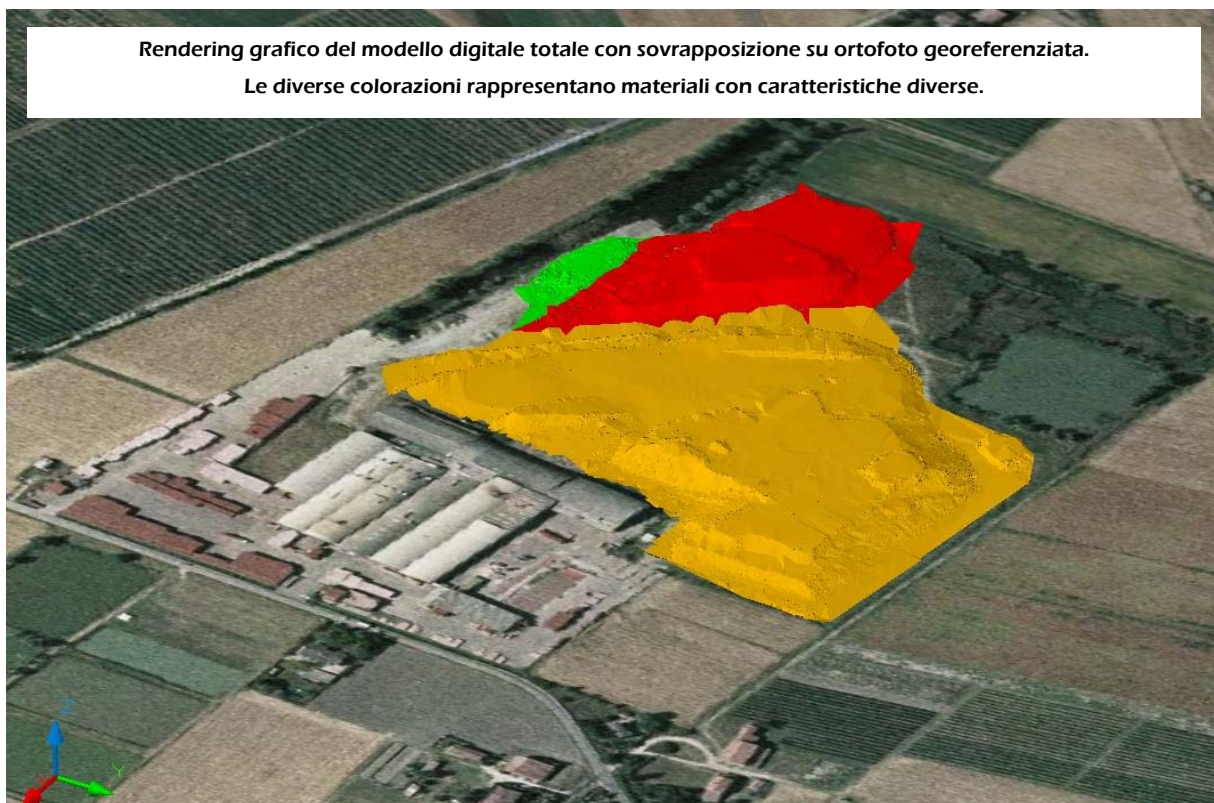
P. LE A. MARIO, N°3
ADRIA (RO)
E-MAIL: INFO@STUDIOTERRA.IT
CENTRALINO: 0426468010



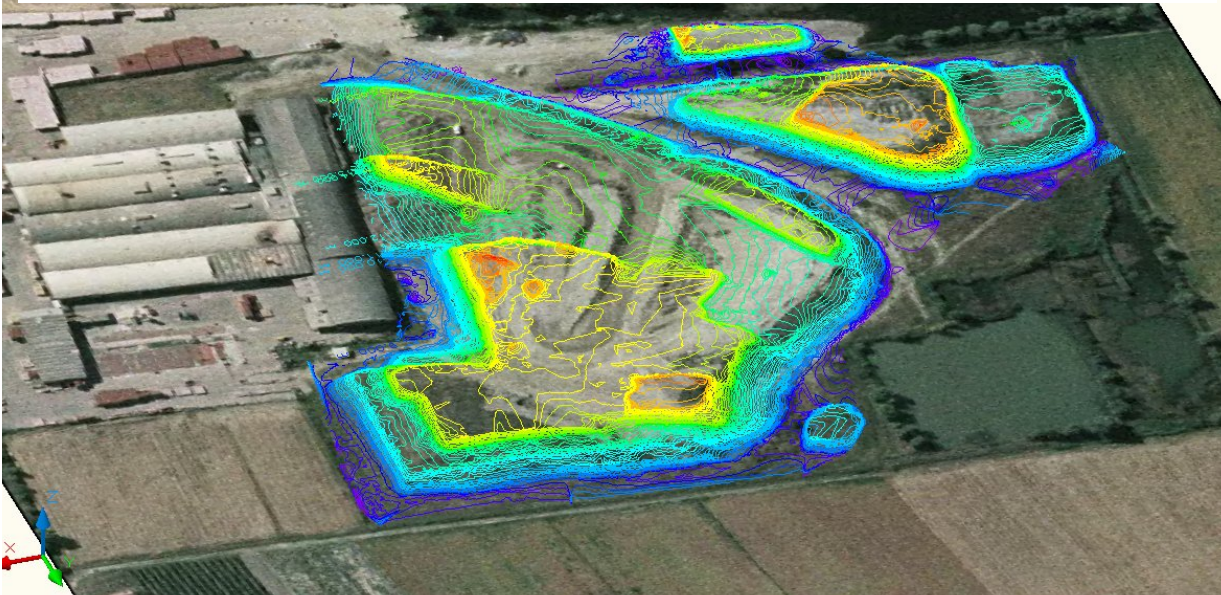
Immagini registrate sovrapposte alle curve di isolivello.
La gradazione di colore rappresenta la variazione di quota di ogni singola curva.



Rendering grafico del modello digitale totale con sovrapposizione su ortofoto georeferenziata.
Le diverse colorazioni rappresentano materiali con caratteristiche diverse.



Rendering grafico delle curve di isolivello, con passo 0,20 m, con sovrapposizione su ortofoto georeferenziata.
La gradazione di colore rappresenta la variazione di quota di ogni singola curva.



CAPITOLATI: VOCI CONSIGLIATE

Nel caso di semplici misurazioni

La misurazione delle opere/manufatti deve avvenire con scansione tridimensionale caratterizzata da maglie di densità minima di¹ punti/cm² e deve restituire sistemi di dati georeferenziati con la possibilità di distinguere nello spazio ogni singolo punto ottenuto.

Inoltre dovrà essere realizzata una registrazione di immagini georeferenziate al rilievo, sovrapposte alle scansioni tridimensionali di cui sopra.

La restituzione grafica della campagna di misurazione deve avvenire su supporto digitale utilizzabile con sistemi CAD oltre che in formato cartaceo.

Dovranno essere inoltre prodotte le relative immagini ortorettificate per permettere una valutazione globale ed istantanea dello stato macroscopico dell'opera/manufatto.

Nel caso di rilievi effettuati per monitorare cambiamenti nel tempo

Per la realizzazione di un sistema di monitoraggio è necessario che vengano individuati preliminarmente dei punti specifici:

- sull'opera/manufatto,
- esterni all'opera/manufatto.

I primi, punti sensibili, devono essere individuati da tecnico titolato, sulla base delle specifiche

¹ Valore da scegliersi in base alle esigenze, la strumentazione in dotazione consente di ottenere densità considerevoli, ovvero fino ad un massimo di 1 punto/cm² per scansione (aumentando il numero di scansioni/superficie è possibile migliorare ulteriormente la densità della nuvola di punti).

caratteristiche strutturali degli elementi oggetto di monitoraggio (es. i punti strutturalmente passibili di maggiori variazioni o i punti che indirettamente potrebbero manifestare in modo evidente il verificarsi di eventuali modifiche), i secondi, punti di riferimento, devono essere indipendenti dagli elementi oggetto di monitoraggio, stabili nel tempo e facilmente individuabili.²

I punti sensibili dovranno essere identificati con specifica frequenza (dettata dal piano di monitoraggio scelto), mediante misurazione topografica (precisione millimetrica) con strumentazione GPS o tecnologia celerimetrica.

A ciò deve seguire una scansione tridimensionale delle opere/manufatti con densità di almeno 1 punto ogni 2 cm², in modo da rilevare l'eventuale presenza di alterazioni superficiali o profonde e definirne l'entità. Inoltre dovrà essere realizzata una registrazione di immagini georeferenziate al rilievo, sovrapposte alle scansioni di cui sopra.

La restituzione grafica finale dovrà avvenire su supporto digitale utilizzabile con sistemi CAD oltre che in formato cartaceo. Il monitoraggio consisterà nella determinazione delle variazioni tra le misurazioni rilevate nel tempo.

Dovranno essere inoltre prodotte, in occasione di ogni rilievo, le relative immagini ortorettificate per permettere una valutazione globale ed istantanea dello stato macroscopico dell'opera/manufatto.

² Il numero di punti dipende dalla morfologia e dalle caratteristiche dimensionali delle strutture da monitorare.

ALLEGATO 1
SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTO TRIMBLE VX

T.E.R.R.A. CONSULTING SRL

P. LE A. MARIO, N°3
ADRIA (RO)
E-MAIL: INFO@STUDIOTERRA.IT
CENTRALINO: 0426468010



ALLEGATO 2
SPECIFICHE TECNICHE SISTEMA GPS 5700 TRIMBLE

T.E.R.R.A. CONSULTING SRL

P. LE A. MARIO, N°3
ADRIA (RO)
E-MAIL: INFO@STUDIOTERRA.IT
CENTRALINO: 0426468010

