

NOTE SULL'USO DEL METODO DI RILIEVO LASER SCANNER PER LE CAVE DEL COMUNE DI NUVOLENTO.

A) Generalità

Una prima importante precisazione: il metodo non ricorre a tecniche aerofotogrammetriche, cioè a immagini visive (fotografie) ed alla loro foto interpretazione, la metodica utilizzata è quella del Laser Scanner, che non utilizza fotografie bensì un raggio laser.

Anche questo sensore è aviotrasportato ma non si tratta di una metodica "aerofotogrammetrica" in senso stretto (il sistema non produce immagini). Nei paragrafi successivi viene approfondito il modo di funzionamento dello strumento.

Grazie a questo strumento è possibile raccogliere una quantità enorme di misure sul terreno, con una densità media di 1 misura ogni metro quadrato (è come se un topografo eseguisse una misura ogni metro quadrato, (nel caso di una cava di superficie media fra quelle di proprietà comunale di 22.000 mq é come se si avessero a disposizione 22.000 punti battuti); da queste misure viene ricavato un grigliato finale con passo regolare (di 1x1 metro).

L'accuratezza di ogni singola misura è di +/-15 cm in altimetria e di +/-20 cm in planimetria, come indicato dalla casa costruttrice del sensore e come dimostrato ormai ampiamente in letteratura in base ai numerosi esempi disponibili;

Nel caso di presenza di vegetazione, i raggi laser sono comunque in grado di penetrare parzialmente e di "leggere" la quota sul terreno; ciò accade specialmente quando la vegetazione non ha sviluppato la propria chioma; per questo motivo tendenzialmente si effettuano i rilievi nel periodo autunnale-invernale-primaverile (L'ultimo volo sulle cave di Nuvolento è stato eseguito il 22 gennaio 2011).

La tecnica Lidar (strumento usato per il Laser Scanner), misurando 1 punto ogni metro quadrato, è perfettamente in grado di modellare la morfologia del terreno, la presenza di dislivelli e di faglie; in alcuni casi i dati Lidar sono stati utilizzati da enti cartografici proprio per questo tipo di applicazioni;

Il risultato è oggettivo e non è influenzato dalle condizioni del terreno; la ripresa è sempre verticale, con angoli di scansione limitati a qualche decina di gradi; il contenuto d'acqua del terreno è una variabile insignificante; l'influenza della vegetazione è descritta ai punti precedenti.

L'operatore non può commettere errori perché non esiste una fase di interpretazione; il processamento dei dati è automatico; la eventuale ricognizione non serve nella fase di produzione dei dati, ma è utile ad una loro validazione; la calibrazione degli strumenti è garantita dalla casa costruttrice e dalle procedure di controllo effettuate su un poligono di calibrazione prima dei voli;

B) Tecnica di misurazione con Lidar.

I sistemi di scansione che utilizzano la tecnica laser per la modellazione del terreno; sono sostanzialmente dei distanziometri che misurano la distanza tra il punto di emanazione del raggio laser e il primo ostacolo che ne genera riflessione. La misura viene effettuata sulla base di un calcolo molto preciso del tempo di ritorno; dal momento che il raggio laser viaggia alla velocità della luce, è possibile trasformare la misura di tempo in misura di distanza con estrema accuratezza (l'accuratezza intrinseca dello strumento è di qualche centimetro).

I sensori Lidar sono costruiti in modo da poter emettere un elevatissimo numero d'impulsi al secondo, così da realizzare un numero molto elevato di misure nell'unità di tempo.

Risulta concettualmente ovvio che, per poter garantire una elevata accuratezza delle misure data dal Lidar, è indispensabile che sia nota con la massima accuratezza la posizione del punto di emanazione del raggio laser nel momento della sua emissione e, conseguentemente, la traiettoria descritta dall'aereo che trasporta il sensore, istante per istante.

Per ottenere questo scopo vengono utilizzate le tecniche e le metodologie più moderne e sofisticate per localizzare e georeferenziare tutti i dati durante il volo: esse si condensano in un sistema integrato in cui la metodologia GPS differenziale e le misure inerziali interagiscono.

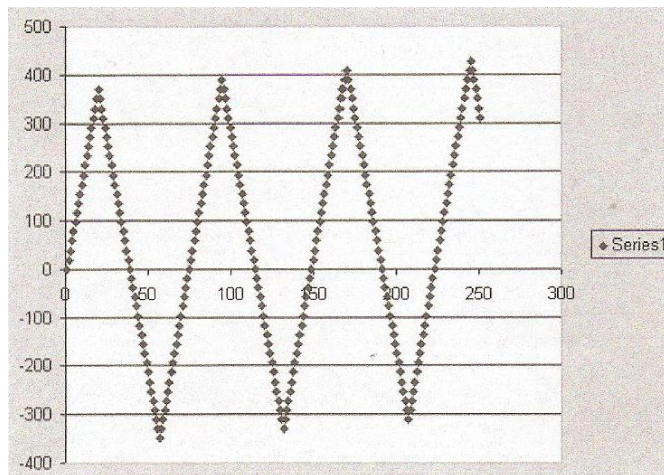
C) Scanner laser: la strumentazione

Lidar Optech 3033 – Principi generali di funzionamento

Il sistema Lidar è caratterizzato da un raggio laser (modulato nella lunghezza d'onda dell'infrarosso) altamente focalizzato, che viene emesso con una frequenza fissa.

Uno specchio che oscilla con velocità programmabile è posto di fronte al raggio laser stesso e ne devia l'impulso facendo sì che la successione dei raggi percorra una traccia prestabilita sul terreno.

Lo specchio dirige i raggi in direzione trasversale rispetto alla traiettoria percorsa dall'aereo per cui il risultato combinato tra i due movimenti è una traccia che assume sul terreno un aspetto zigzag; la larghezza del tracciato e la densità dei punti è programmabile, anche il numero di funzioni della quota. L'immagine illustra la distribuzione sul



terreno dei punti "sparati" dal laser.

Una porzione dell'impulso laser viene riflessa dal terreno verso lo strumento che la capta e la trasforma in segnale elettrico digitale attraverso le parti ottiche ed elettronica del ricevitore. Per determinare la distanza dalla superficie, un TIM (Time Interval Meter)

misura il tempo trascorso tra l'emissione e il ritorno del raggio; la distanza è calcolata sulla base di una costante: la velocità della luce.

Per determinare la posizione dell'impulso laser sulla superficie terrestre usando il sistema di riferimento WGS84, il Lidar correla ogni impulso con il relativo segnale GPS e INS, memorizzando le informazioni in modo sincronizzato.

L'unità di misure inerziali (IMU) installato a bordo del sensore è in grado di misurare, sino a 200 volte ogni secondo, gli angoli di rollio e beccheggio con l'accuratezza di $0,015^\circ$ e l'angolo di deriva con un'accuratezza di $0,03^\circ$; le misure dell'IMU sono basate sulla modulazione di raggi laser all'interno dello strumento.

L'immagine seguente mostra, a sinistra, le differenti parti del sensore; si riconoscono la testa del sensore (sulla destra), il rack che contiene le apparecchiature di alimentazione, controllo e registrazione dati, il laptop di controllo dell'intero sistema e il computer portatile.

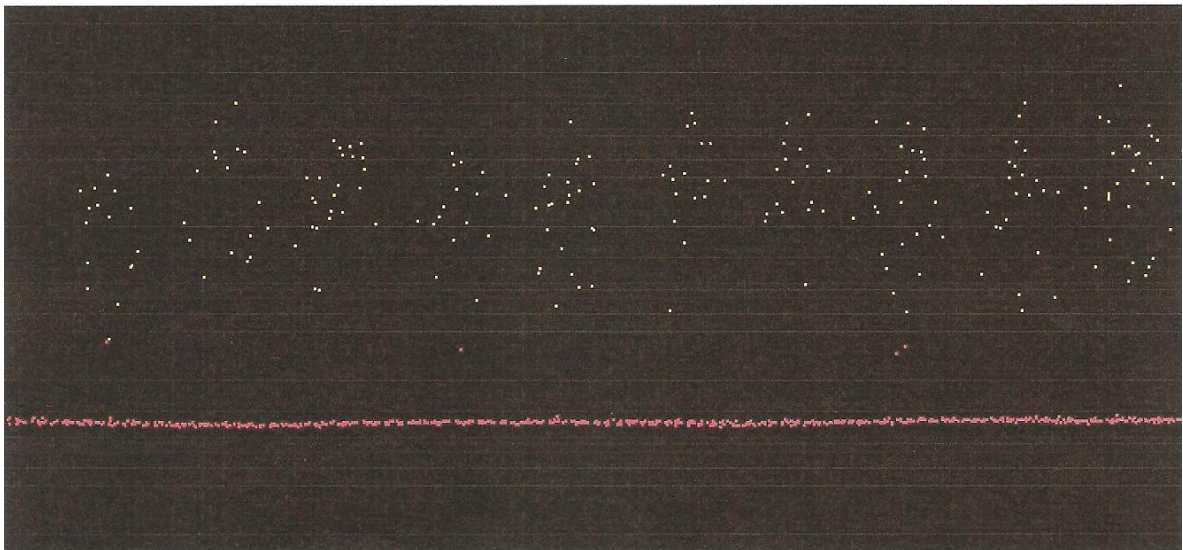
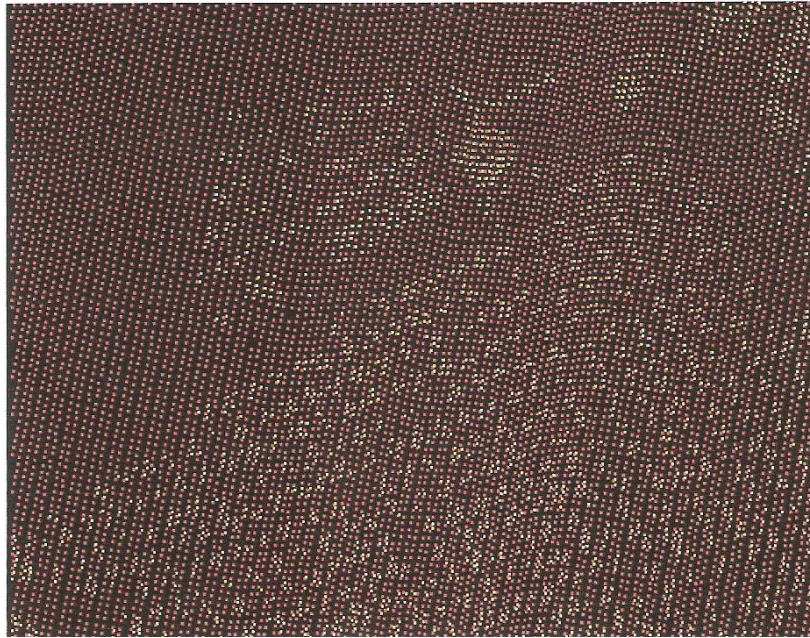
La figura sulla destra mostra in primo piano il sensore e il sistema installato a bordo dell'aereo utilizzato per il rilievo con laser altimetrico.



D)Caratteristiche del sistema:

Le seguenti figure illustrano il risultato finale (immagine sotto forma di grigliato regolare) di una zona vegetata (a filari) e una sezione effettuata nella mezzeria; si noti da quest'ultima figura come, anche nella zona vegetata i punti del laser appartenenti al

terreno (rossi) consentano una misura diretta di quest'ultimo anche se alcuni punti dei laser (gialli) hanno colpito gli alberi.



E) Considerazioni sull'applicazione della tolleranza nel calcolo dei volumi

Per quanto riguarda l'applicazione della tolleranza nel calcolo dei volumi, che ogni volta viene definita con un confronto tra due rilievi in due anni successivi di cave in cui non si ha attività di alcun genere, il criterio è quello di abbuonare ai cavatori il volume ottenuto dal prodotto della tolleranza altimetrica (max +o -15cm) per la superficie della cava.

È un criterio empirico che comunque viene sempre applicato a favore del cavatore.

Con la precisione del metodo di +/- 10-15 cm, applicare sempre il criterio a favore, cioè considerando sempre il segno +, vuol dire, nel caso di valore negativo della precisione, abbuonare al cavatore un valore doppio rispetto al valore riferito alla tolleranza del metodo quando essa è uguale a zero.