

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

Riqualficazione Ambientale Val Lemme

Rilievo laser-scanner: relazione tecnica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing.G.Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R G	D P 0 4 0 0	0 0 2	B

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Foltran	23/05/2012	Panizza	28/05/2012	E. Pagani	31/05/2012	
B00	Istruttoria ITF IG5101E11ISDP0400001 A del 31/07/12	Foltran	19/10/2012	Panizza	19/10/2012	E. Pagani	19/10/2012	

n. Elab.:

File: IG51 01 E CV RG DP04 00 002_B00.DOCX

CUP: F81H92000000008



INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	ACQUISIZIONE DEI DATI.	5
2.1.	Posizionamento dei marker	5
2.2.	Rilievo topografico	6
2.3.	Rilievo LIDAR	8
2.4.	Prese fotogrammetriche	11
3.	ELABORAZIONE DEI DATI.	12
3.1.	Calcolo del rilievo topografico.....	12
3.2.	Trattamento dei dati LIDAR	13
3.3.	Generazione del DDEM.....	13
4.	I PRODOTTI	15
4.1.	Monografie.....	15
4.2.	Immagine solida.....	15
4.3.	DDEM	19

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 01 E CV RG DP04 00 002_B00 Riqualifica ambientale Val Lemme</p>	<p>Foglio 4 di 21</p>

1. PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di progettazione della tratta A.V./A.C. Milano-Genova "Terzo valico dei Giovi" è prevista la riqualificazione ambientale della cava ex-Cementir, ubicata in sinistra orografica al T. Lemme, in comune di Voltaggio, poco a valle della finestra "Val Lemme".

Tenuto conto dell'esigenza di rinaturalizzare un sito a tutt'oggi fortemente degradato, e della necessità di trovare una collocazione per il materiale di smarino proveniente dalla finestra Val Lemme e dalla galleria ferroviaria principale (galleria di Valico) il più vicino possibile alla finestra, per limitare l'inquinamento legato al passaggio continuo di camion, è stato sviluppato il progetto di riqualifica dell'area dell'ex cava Cementir allocandovi il materiale di smarino.

In quest'ottica la presente relazione affronta in modo specifico le problematiche inerenti la stabilità della parete di cava e fornendo indicazioni progettuali di messa in sicurezza del fronte di cava, sia nella fase operativa (di riempimento della cava), sia in fase di esercizio, a riempimento ultimato.

Tali indicazioni derivano da uno studio geomorfologico, geologico e geomeccanico del versante e della parete, che ha riguardato una ricostruzione dei processi evolutivi del versante mediante studio di fotoaeree multitemporali (dal 1951 al 2000), rilievi in sito e il rilevamento geostrutturale di dettaglio di tutto il fronte di cava.

Per quest'ultimo sono stati eseguiti 14 stendimenti geostrutturali, il rilevamento dei massi instabili, l'analisi fotogrammetrica del vicino accoppiata ad un rilievo mediante laser scanner, i calcoli di verifica di stabilità all'equilibrio limite e le simulazioni numeriche della traiettoria dei massi.

La presente relazione illustra i dettagli tecnici relativi al rilievo mediante tecnica del laser scanner della definizione delle monografie dei caposaldi topografici per l'orientamento della fotogrammetria del vicino.

Il rilievo del fronte roccioso dell'ex cava "Cementir", ubicata nel comune di Voltaggio (AL), è stato svolto mediante l'integrazione tra tecniche LIDAR terrestri, fotogrammetria e topografia terrestre. al fine di produrre:

- Catalogo delle monografie dei punti d'appoggio e dei marker in parete.
- DDEM (Dense Digital Elevation Model) del fronte roccioso con passo di 20 cm.
- "Immagini solide" relative alle zone di maggior interesse geologico.

Le fasi che conducono alla realizzazione dei prodotti sopra citati possono essere così riassunte:

- Acquisizione dei dati.
- Posizionamento dei marker e definizione dei punti naturali di appoggio.
- Rilievo topografico con stazione totale "Topko 8201-A".
- Rilievo LIDAR con laser scanner "Riegl LMS Z420".

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 01 E CV RG DP04 00 002_B00 Riqualfica ambientale Val Lemme	Foglio 5 di 21

- Prese fotogrammetriche con camera semimetrica “Rollei 6008 Phase One” con dorso digitale.
- Elaborazione dei dati.
- Calcolo del rilievo topografico, mediante l’utilizzo del software “topko”.
- Trattamento dei dati LIDAR, con l’uso del software “Riscan-pro” della casa Riegl e il software LSR, realizzato dal “Politecnico di Torino”.
- Generazione del DDEM con passo di 20 cm.

2. ACQUISIZIONE DEI DATI.

L’acquisizione dei dati è avvenuta in due giorni: 31/05/2006 e 1/06/2006, durante i quali sono state svolte tutte le operazioni di rilievo.

2.1. Posizionamento dei marker

I marker sono dei fogli costituiti da materiale ad alta riflettività, che devono essere disposti nelle zone di scansione del LIDAR, in modo da poter permettere la “georeferenziazione” delle nuvole di punti laser in maniera automatica. Essi vanno dimensionati in funzione del passo di scansione LASER e della distanza tra la posizione di scansione e l’oggetto.

In questo caso i marker sono stati posizionati in parte in parete bassa della parete ed in parte su treppiedi, in modo da poter essere visibili in un numero sufficiente da ogni scansione laser. In particolare, i marker in parete presentano dimensioni 10x10 cm e 20x20 cm.

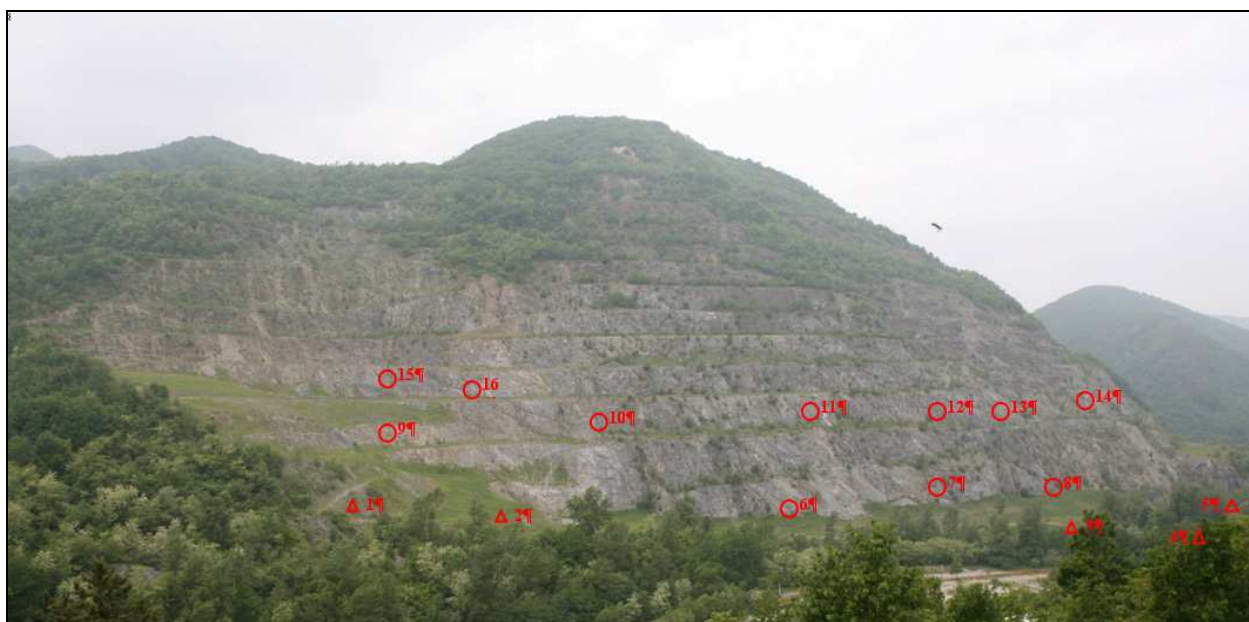


Figura 1: quadro d’unione dei marker.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV RG DP04 00 002_B00 Riqualfica ambientale Val Lemme
	Foglio 6 di 21

2.2. Rilievo topografico

Le operazioni di rilievo topografico si sono rese necessarie per due motivi:

- 1 Realizzazione della fase di appoggio del processo fotogrammetrico, con il rilievo dei punti d'appoggio ed il calcolo delle coordinate oggetto in un sistema di riferimento fotogrammetrico.
- 2 Inquadramento delle coordinate dei marker nel sistema cartografico "Gauss-Boaga".

Lo strumento utilizzato per il rilievo è una stazione totale motorizzata "Topcon GPT-8201-A". Tale strumento è in grado di misurare angoli azimutali e zenitali ed è dotato di un distanziometro laser che permette la misura di distanze superiori ai 1000 m senza l'ausilio di prismi riflettenti.



Figura 2: quadro d'unione dei marker.

I punti naturali d'appoggio rilevati sono indicati in Figura 3. Essi sono concentrati nella zona sud del versante, in quanto essa risulta defilata rispetto alle posizioni di scansione effettuate con il laser.



Figura 3: quadro d'unione dei punti d'appoggio naturali.

Per il rilievo sono state fatte 3 stazioni "libere", nelle differenti zone del versante.

L'operazione di inquadramento si è resa possibile grazie alla conoscenza delle coordinate di due vertici della rete "Cociv" nel sistema cartografico "Gauss-Boaga" ed in un sistema locale.

Nome Punto	Nord (GB)	Est (GB)	Quota	X (locale)	Y (locale)
V722	4938978.82	1488790.646	446.698	167668.297	50861.552
V723	4939518.017	1488143.722	394.361	168207.819	50214.427

Tabella 1: coordinate dei punti di inquadramento

2.3. Rilievo LIDAR

Il rilievo Laser è stato realizzato con lo strumento RIEGL, modello LMS-Z420, sul quale è montata una camera fotografica digitale "Nikon D1X". Il sistema genera una pulsazione laser che, a seconda della natura del punto di contatto, viene riflessa o parzialmente assorbita. Il segnale di ritorno è quindi registrato da un sensore. E' quindi possibile acquisire le coordinate tridimensionali dei punti in modo automatico, ad elevata densità ed in tempo reale. Il LMS-Z420 registra le coordinate spaziali dei punti rilevati in coordinate sferiche, con origine interna allo strumento, grazie all'invio di un raggio Laser che colpisce l'oggetto e viene riflesso

I dati registrati per ciascun punto sono:

- la distanza D tra il centro di prospettiva strumentale e il punto di riflessione del laser;
- la direzione azimutale (φ) del raggio laser, misurata rispetto ad un sistema di riferimento interno;
- la direzione zenitale (θ) del raggio laser, misurata rispetto ad un sistema di riferimento interno;
- l'informazione radiometrica, risultante dalle proprietà del materiale su cui si è riflesso il laser.



Lo strumento può operare con due diverse modalità: "classe 1 o HIGH ACCURACY" utilizzata per i rilievi di precisione e "Classe 3R o LONG RANGE" utilizzata per i rilievi a lunga distanza. Le classi 1 e 3R stanno ad indicare la classificazione per la sicurezza degli occhi. Nel primo caso la precisione nella misura di distanza è di ± 10 mm, mentre nel "Classe 3R" la precisione è di ± 10 mm.

Per il rilievo del fronte roccioso dell'ex cava "Cementir" sono state effettuate 3 stazioni laser, chiamate "ScanPos02; ScanPos03, ScanPos04". Per ogni stazione sono state inoltre effettuate delle singole scansioni relative alle aree di maggiore interesse ed ai marker su treppiede.

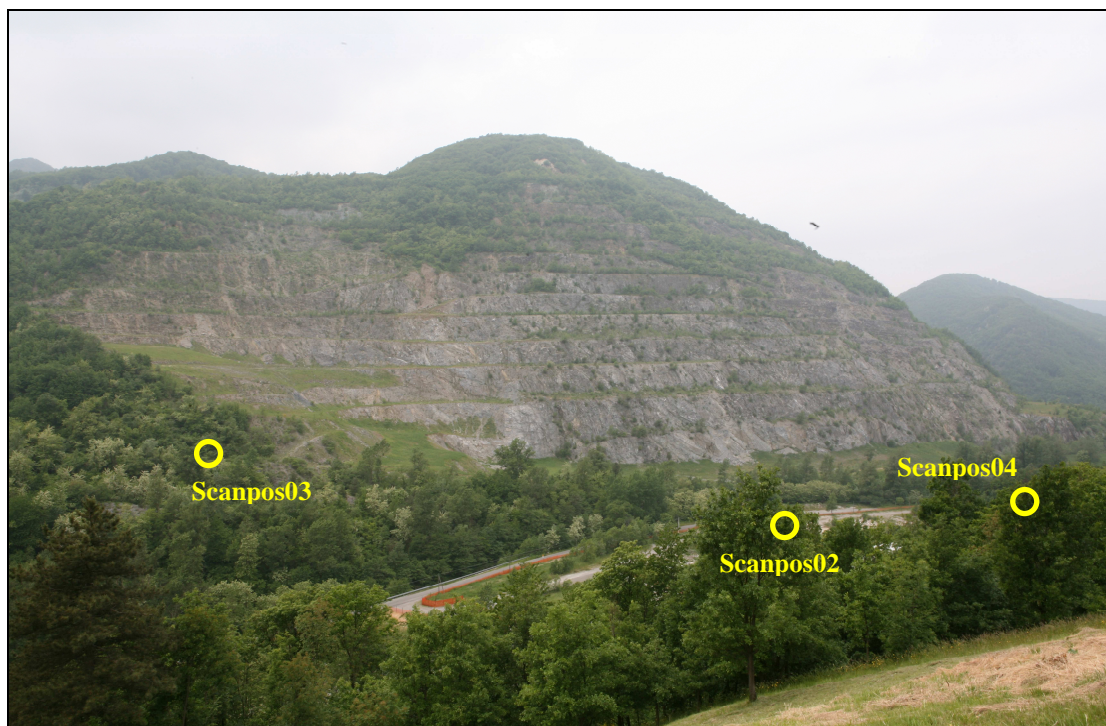
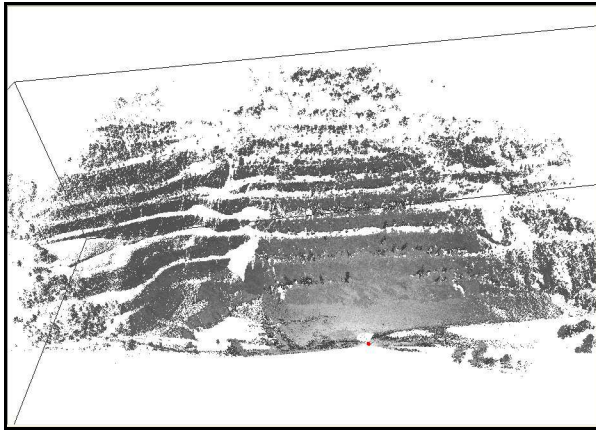


Figura 5: posizioni di scansione

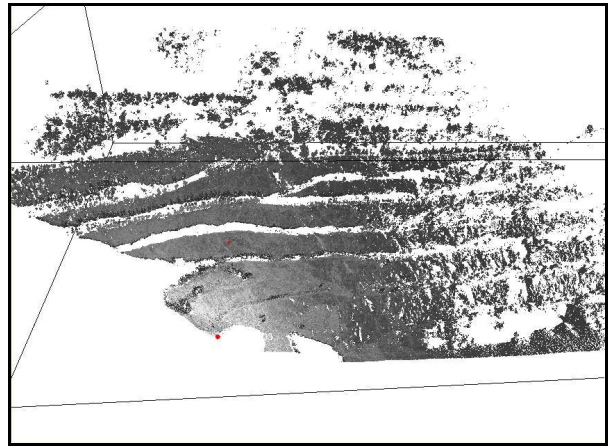
Nella tabella sottostante sono riassunte le scansioni effettuate sulla parete con il relativo passo di scansione, inteso come lo “step” angolare di acquisizione tra due punti, mentre nelle figure vi è una visualizzazione delle nuvole di punti acquisite dalle varie scansioni.

	ScanPos02	ScanPos03			ScanPos04
	Scan001	Scan001	Scan002	Scan003	Scan001
Passo di scansione (deg)	0.060	0.040	0.008	0.010	0.030

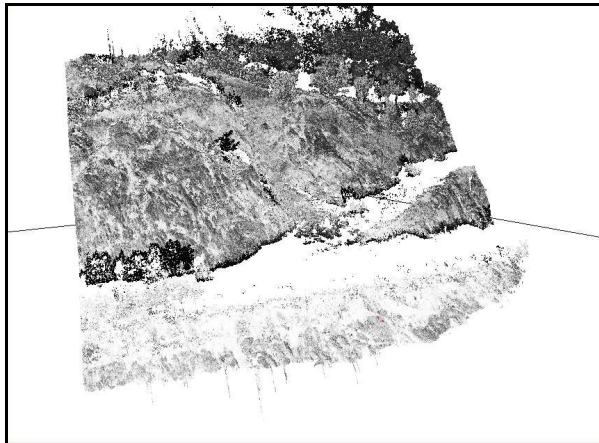
Tabella 2: stazioni laser e passo di scansione



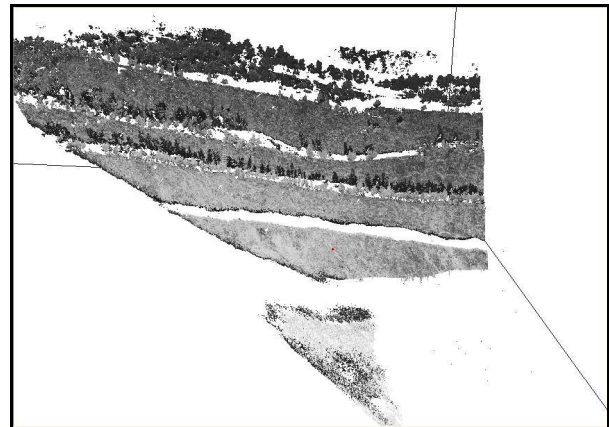
Scanpos01 – Scan001



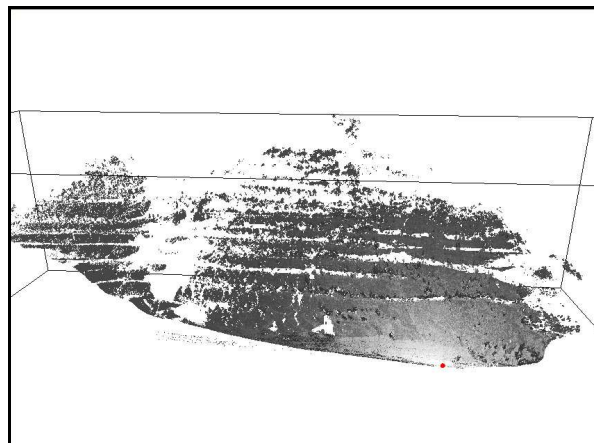
Scanpos02 – Scan001



Scanpos02 – Scan002



Scanpos02 – Scan003



Scanpos03 – Scan001

Per ogni scansione sono inoltre state scattate delle immagini fotografiche, con una sovrapposizione del 30%. Tali immagini, delle quali si conosce l'orientamento relativo tra sistema laser e sistema immagine, saranno utilizzate per la realizzazione delle immagini solide.

2.4. Prese fotogrammetriche

Le prese fotogrammetriche sono state effettuate con la camera semimetrica “Rollei 6008 Phase One” con dorso digitale. Il sensore ha un formato di 5440x4080 pixel, con dimensione del pixel di 9 μm .



Figura 6: Rollei “6008 Phase One”

Sono state effettuate 3 prese, come riassunto nella seguente tabella:

	Preso 1	Preso 2	Preso 3
Fotogrammi	CF00613.tif – CF00629.tif	CF00631.tif – CF00635.tif	CF00637.tif – CF00648.tif
Distanza di presa	80 m	60 m	500 m
Base	30 m	20 m	100 m

Tabella 2: stazioni laser e passo di scansione

La “Preso 1” è costituita da una strisciata di 16 fotogrammi effettuata nella parte bassa dell’intero fronte. La “Preso 2” è una strisciata di 5 fotogrammi della zona sud del versante, lungo la quale non è stato possibile effettuare la scansione laser. L’ultima presa è relativa alla parte alta del fronte ed è stata realizzata dal versante opposto.

3. ELABORAZIONE DEI DATI.

3.1. Calcolo del rilievo topografico

I dati di campagna sono stati elaborati con il software "Topko", seguendo le seguenti fasi:

- Apertura a terra con calcolo delle "stazioni libere" su piano locale.
- Calcolo delle coordinate dei punti di dettaglio.
- Rototraslazione rigida da coordinate locali X,Y,Z a coordinate N,E,Q in GB.
- Rototraslazione rigida da coordinate locali X,Y,Z a coordinate fotogrammetriche Xf, Yf, Zf .

Si riportano le coordinate dei punti d'appoggio e dei marker nei sistemi di riferimento "Gauss Boaga" e fotogrammetrico.

nome Punto	X	Y	Z
6	1343,700	379,730	1009,263
7	1437,068	382,749	1011,782
8	1526,781	384,022	999,943
9	1134,390	422,644	976,013
10	1237,535	425,473	974,050
11	1372,189	425,832	973,801
12	1461,857	425,536	972,908
13	1524,956	426,883	965,790
14	1600,700	433,281	942,388
15	1138,713	445,929	937,547
16	1172,592	444,142	942,513
17	1205,669	504,126	894,217
18	1083,666	500,752	895,824
19	1025,551	509,914	919,795
20	1301,099	600,780	786,567
21	1239,193	470,854	927,261
22	1310,399	387,515	1013,052
23	1201,086	412,336	976,065
24	1067,165	483,384	927,166
26	1237,787	389,691	1001,573
27	999,999	459,053	1000,000
28	993,222	465,910	988,334
29	991,291	483,451	966,483
30	1014,761	497,058	933,722
31	1024,711	456,351	984,702
32	1008,002	465,958	977,436
33	1052,655	467,448	950,930
34	1074,219	459,213	951,879
35	1129,926	481,897	899,791
36	1119,713	447,088	942,434

nome Punto	E	N	Q
6	2346732,437	4621530,749	379,730
7	2346737,734	4621624,001	382,749
8	2346728,570	4621714,026	384,022
9	2346692,974	4621322,521	422,644
10	2346694,081	4621425,678	425,473
11	2346697,839	4621560,281	425,832
12	2346699,615	4621649,936	425,536
13	2346694,377	4621713,218	426,883
14	2346673,240	4621789,625	433,281
15	2346654,653	4621327,987	445,929
16	2346660,625	4621361,703	444,142
17	2346613,335	4621396,203	504,126
18	2346611,310	4621274,206	500,752
19	2346633,541	4621215,403	509,914
20	2346508,572	4621494,794	600,780
21	2346647,362	4621428,729	470,854
22	2346735,233	4621497,350	387,515
23	2346695,010	4621389,186	412,336
24	2346642,147	4621256,779	483,384
26	2346721,598	4621425,111	389,691
27	2346712,950	4621187,476	459,053
28	2346701,087	4621181,049	465,910
29	2346679,189	4621179,769	483,451
30	2346647,141	4621204,203	497,058
31	2346698,394	4621212,632	456,351
32	2346690,635	4621196,147	465,958
33	2346665,469	4621241,568	467,448
34	2346667,059	4621263,095	459,213
35	2346616,652	4621320,327	481,897
36	2346658,972	4621308,850	447,088

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 01 E CV RG DP04 00 002_B00 Riqualifica ambientale Val Lemme</p>	<p>Foglio 13 di 21</p>

3.2. Trattamento dei dati LIDAR

L'elaborazione dei dati è avvenuta con il software della RIEGL: "Riscan Pro" e con il software "LSR" del Politecnico di Torino. Le operazioni svolte sono le seguenti:

Riscan PRO

Ricerca automatica dei marker sulle nuvole di punti.

Re-allineamento delle immagini con il calcolo dei parametri di assetto delle posizioni della camera fotografica rispetto al sistema Laser.

Colorazione delle nuvole di punti e successiva esportazione.

LSR

Importazione delle nuvole colorate e delle immagini, con i relativi parametri di orientamento.

Ricerca automatica dei marker.

Filtratura della nuvola di punti.

Georeferenziazione nel sistema di riferimento "Gauss-Boaga".

Generazione delle immagini solide.

3.3. Generazione del DDEM

Il rilievo LIDAR fornisce una nuvola di punti 3D a passo irregolare, in quanto l'acquisizione avviene con "step" angolari costanti. Per ottenere un "grigliato" regolare di punti (DDEM), è necessario compiere un'operazione di "regolarizzazione" ad un passo prefissato, che in questo caso è stato assunto pari a 20 cm. L'operazione è stata eseguita in automatico con un software redatto dal "Politecnico di Torino". Le fasi di elaborazione dei dati sono le seguenti:

Dimensionamento del DEM:

il dimensionamento avviene mediante la ricerca dei punti di minimo e di massimo in planimetria (XY). Si crea quindi un "grigliato" planimetrico con passo pari a 20 cm.

Regolarizzazione del DEM:

ad ogni cella del DEM corrispondono n punti della nuvola di punti LASER. Con la regolarizzazione si procede ad interpolare le quote degli n punti in modo da assegnare un unico punto di quota nota per ogni cella. Il metodo utilizzato è quello di applicare un filtro "mediana" sulle quote con una doppia rejezione. La prima permette di eliminare i "gross error", ossia tutti quei punti che presentano uno

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 01 E CV RG DP04 00 002_B00 Riqualifica ambientale Val Lemme</p>	<p>Foglio 14 di 21</p>

scarto rispetto alla mediana superiore ad una soglia prefissata (in questo caso di 40 cm). La seconda consente l'eliminazione degli "outlier", ossia degli errori di misura. In questo caso la soglia è di 5 cm.

Completamento del DEM:

avviene nel caso in cui ad una cella del DEM non corrispondano punti della nuvola LASER. In questo caso si procede a calcolare una quota media locale tra le celle attigue.

Filtraggio:

il filtraggio permette di eliminare discontinuità presenti sul DEM dovute all'eventuale presenza di arbusti. Si applica un filtro "low pass" su una matrice di celle 3x3. Il valore di quota della cella centrale è quindi calcolato come media dei valori di quota delle 8 celle attigue.

Taglio:

le zone di bordo del DEM vengono eliminate, in quanto soggette a instabilità nella regolarizzazione.

Esportazione:

il DEM è quindi esportato in un formato ENVI ed in un formato GRID di ArcGis.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV RG DP04 00 002_B00 Riqualfica ambientale Val Lemme
	Foglio 15 di 21

4. I PRODOTTI

4.1. Monografie

Le monografie dei marker e dei punti d'appoggio sono state redatte in un apposito libretto delle misure.

4.2. Immagine solida

L'immagine solida è un prodotto che permette di ottenere informazioni sulla posizione tridimensionale di punti da una sola immagine, senza l'ausilio di sistemi di visione stereoscopica. A differenza di un'immagine digitale RGB, ad ogni pixel dell'immagine solida è associato un valore di distanza ed un valore di riflettività.

Tale prodotto è un risultato dell'integrazione tra tecniche fotogrammetriche e tecniche LIDAR. Avendo infatti a disposizione un'immagine orientata nello spazio ed un DDSM (dense digital surface model) dell'oggetto, è possibile associare ad ogni pixel dell'immagine orientata il valore di distanza tra centro di presa della camera e punto oggetto ed il relativo valore di riflettività. Avendo a disposizione i parametri di orientamento dell'immagine è quindi possibile ricavare analiticamente le coordinate oggetto di ogni punto selezionato sull'immagine.

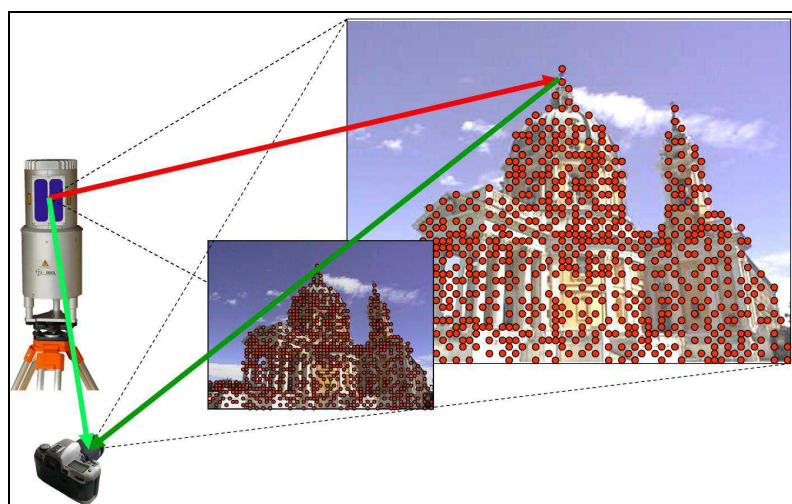


Figura 6:integrazione tra fotogrammetria e LIDAR: “Immagine solida”

Da come si può osservare nelle figure sottostanti, dall'immagine solida è possibile ottenere informazioni di distanza tra due punti e di angolo tra due direzioni nello spazio. Inoltre è possibile calcolare l'equazione di un piano passante per n punti, con le informazioni di DIP e DIP direction.

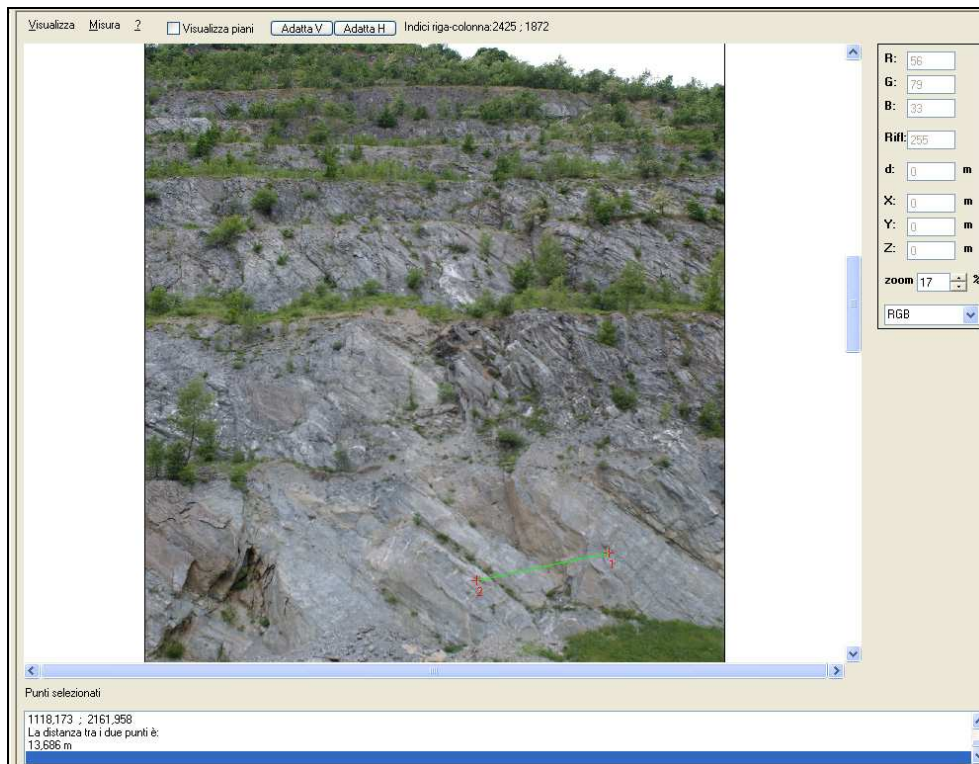


Figura 7: "Immagine solida". Misura della distanza tra due punti

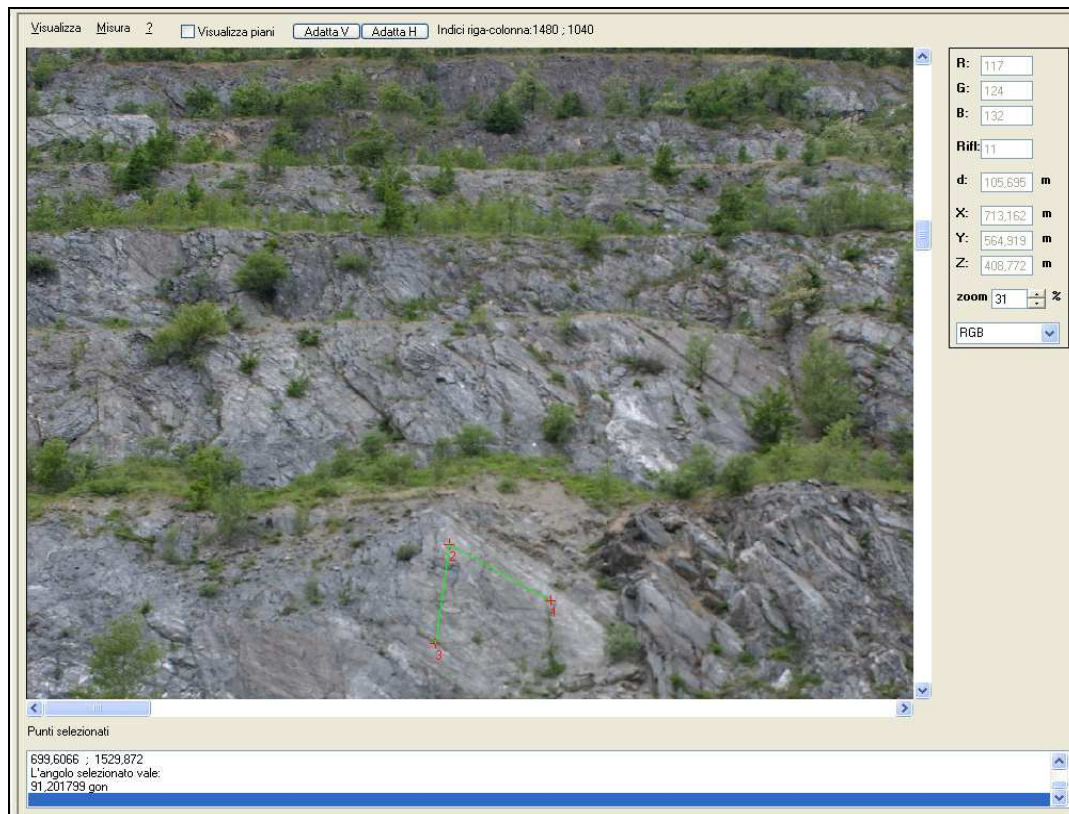


Figura 8: "Immagine solida". Misura di un angolo tra due direzioni spaziali

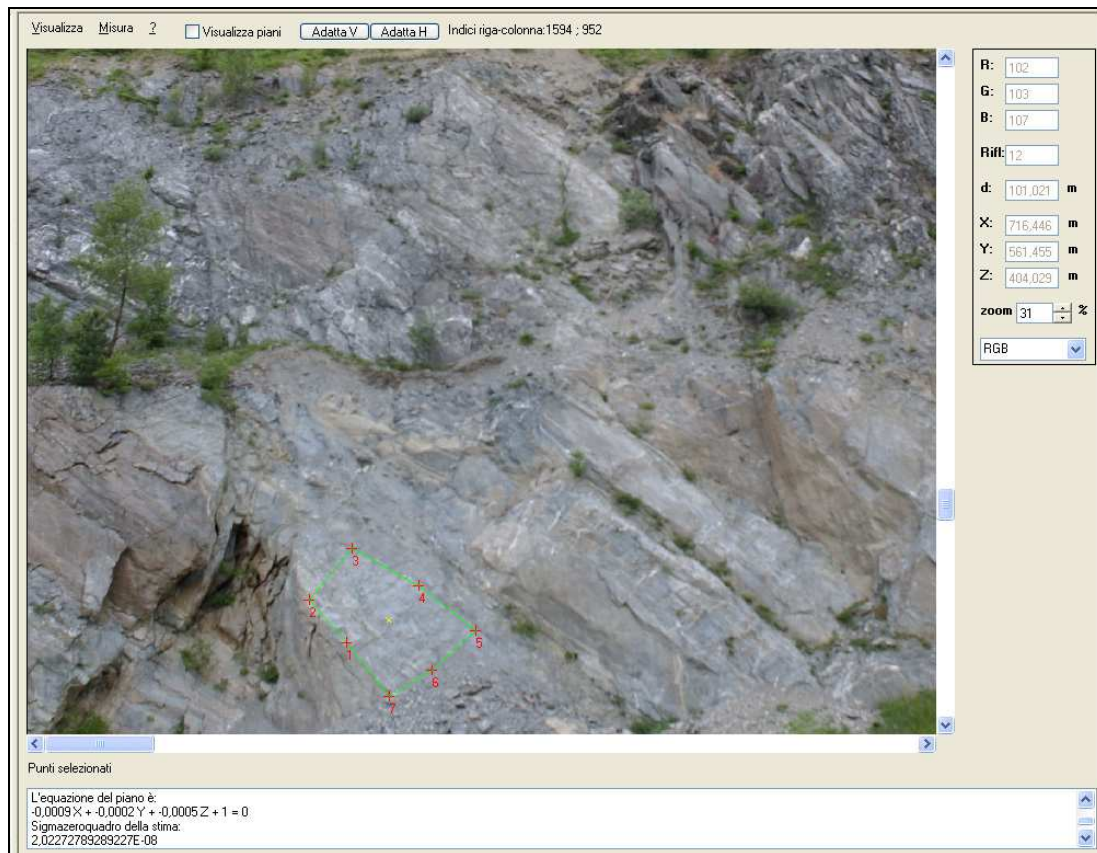


Figura 9: "Immagine solida". Calcolo dell'equazione del piano passante per n punti

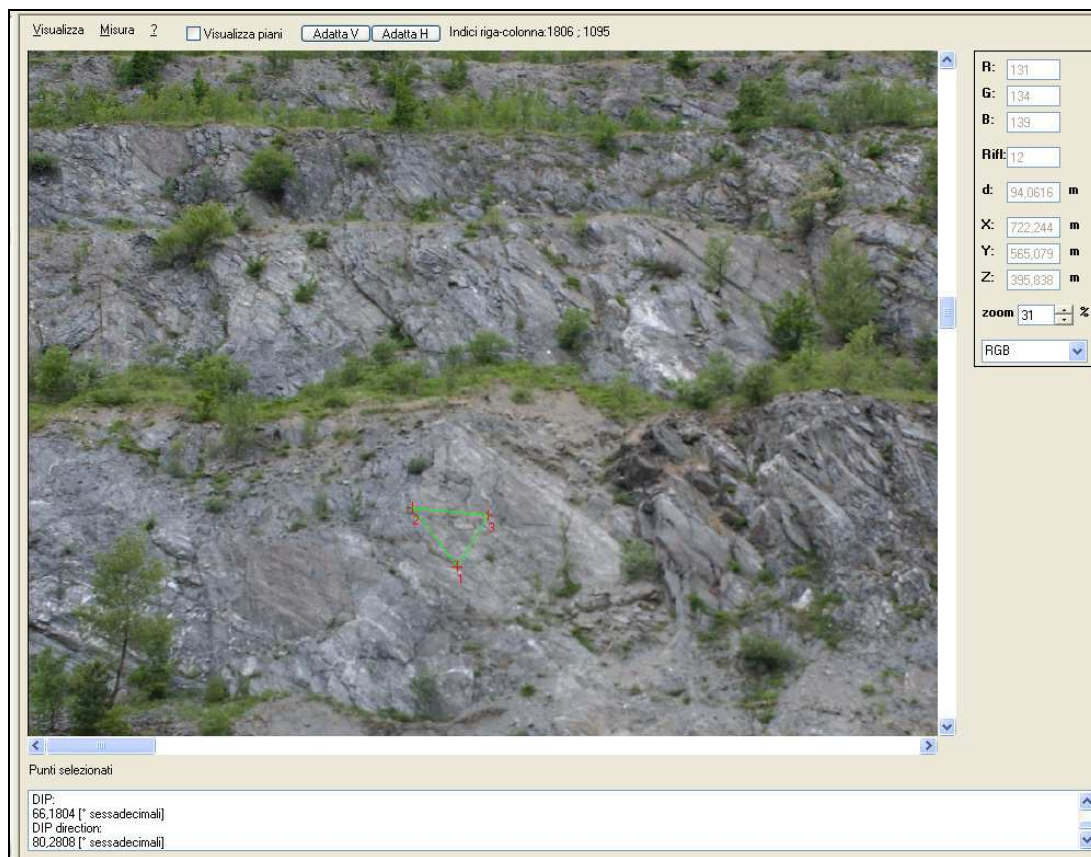


Figura 10: "Immagine solida". Calcolo de DIP e DIP direction di un piano passante per 3 punti

Le immagini solide realizzate sono complessivamente 17 (si veda la figura 11).

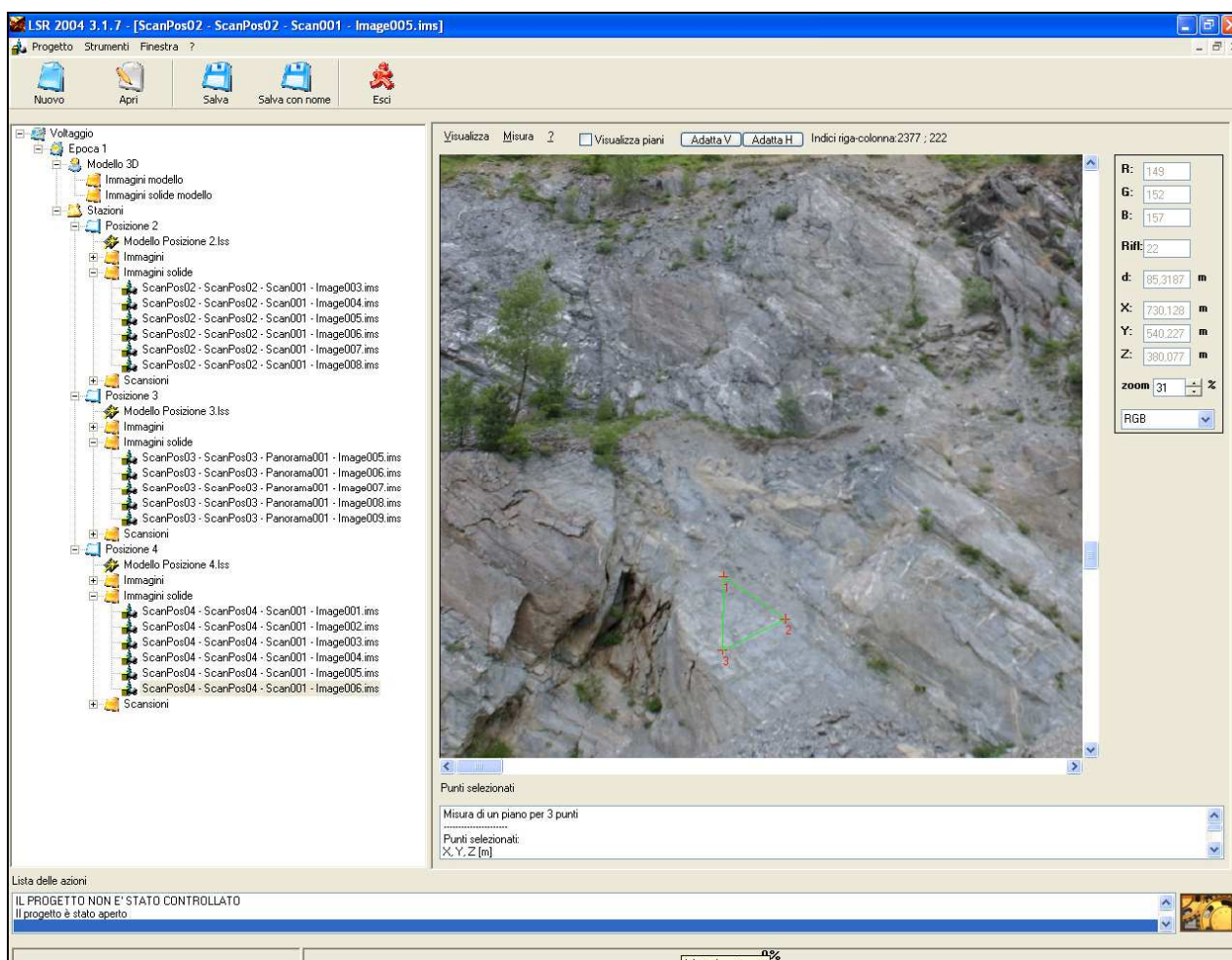


Figura 11: Finestra di progetto LSR.

4.3. DDEM

IL DDEM (Dense Digital Elevation Model) prodotto presenta un passo di 20 cm. Per la sua generazione è stata utilizzata la procedura seguente:

Regolarizzazione con passo 20 cm mediante operatore mediana e reiezione Gross error (40 cm) e outlier (5 cm);

Riempimento dei buchi rimasti (alcune maglie della griglia dove non è presente il alcun dato laser) mediante mediana locale;

Lisciatura della superficie (per riduzione del rumore dovuto ad arbusti, alberi e quant'altro) mediante filtro passa basso gaussiano;

Ritaglio secondo una polilinea di contorno per eliminare la parte del DEM non inerente il fronte analizzato.

Il DDEM generato può essere visualizzato con il software ENVI e con ArcGis. Nelle figure sottostanti vengono mostrati alcuni esempi.

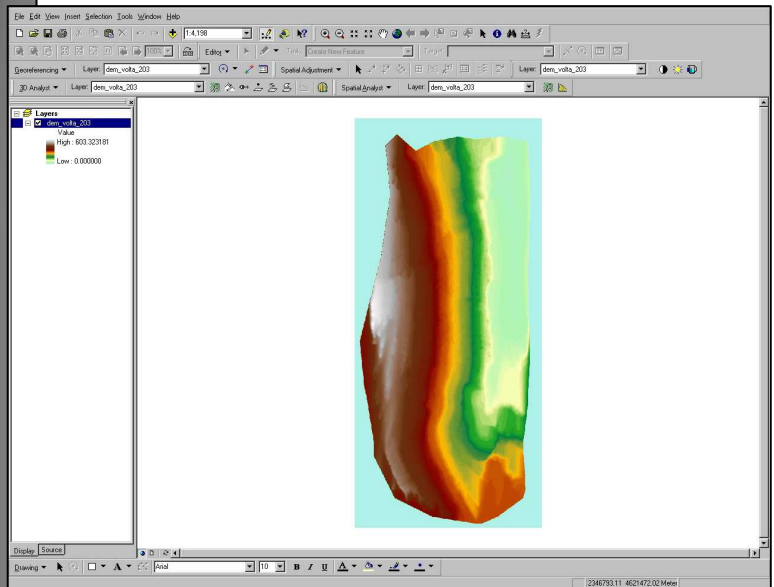
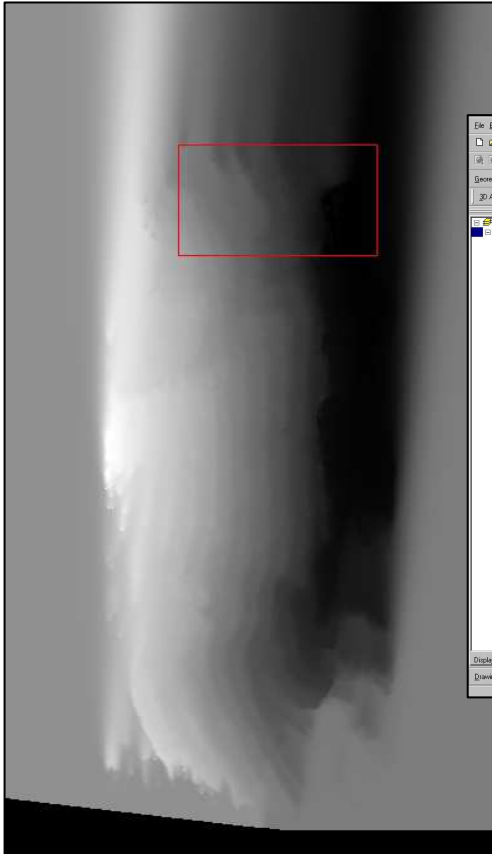


figura 13: DDEM su ArcGis

figura 12: DDEM formato ENVI

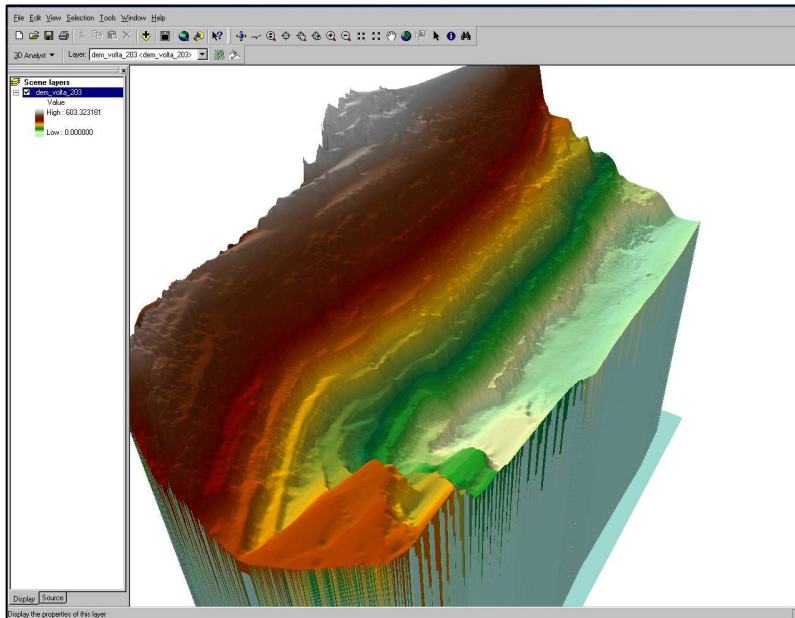


figura 14: DEM in assonometria su ArcGis



figura 15: particolare DDEM



CATALOGO MONOGRAFIE

RILIEVO: Voltaggio

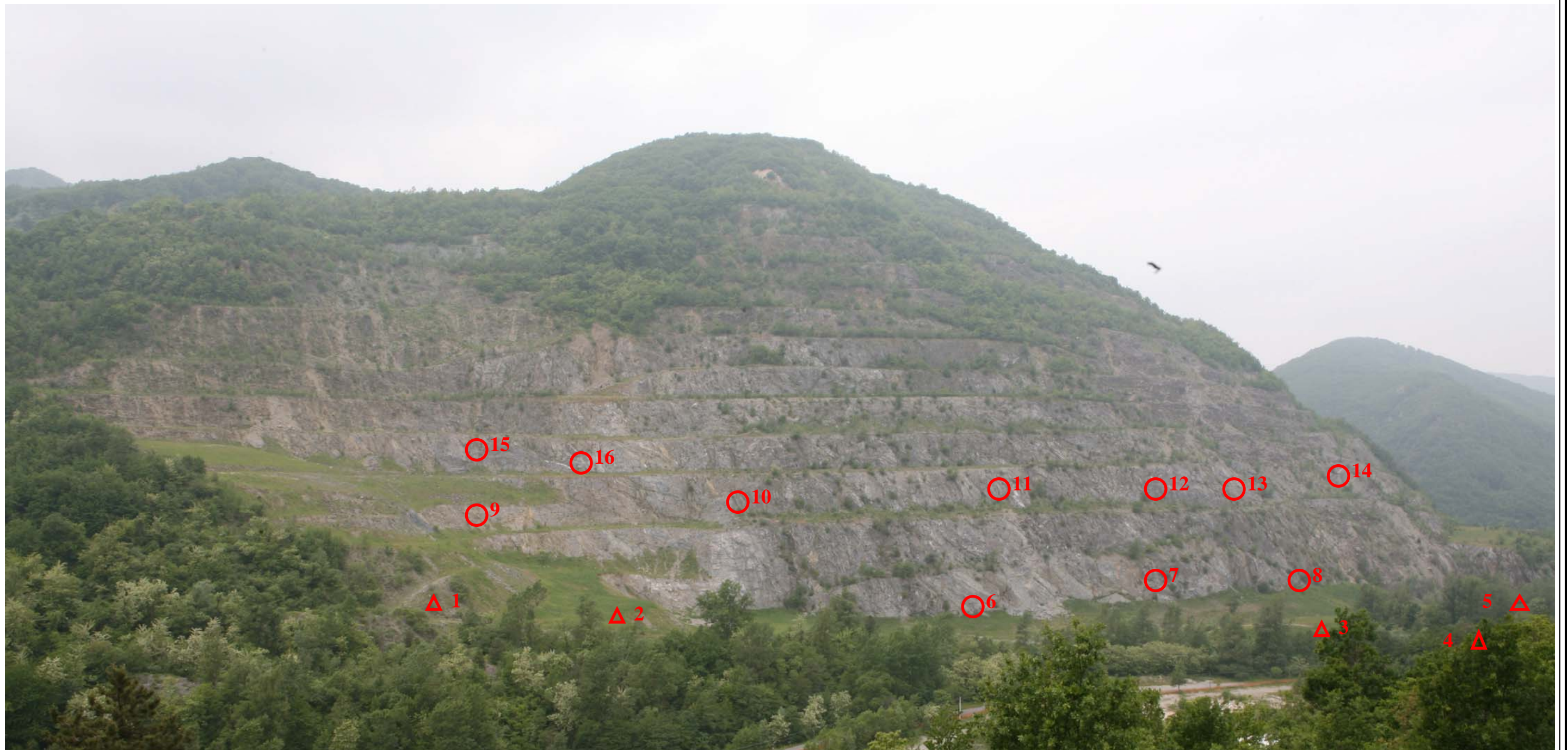
DATA: 31/05/2006





Monografie Voltaggio:

QUADRO D'UNIONE MARKER



Marker su treppiede



Marker in parete



Monografie Voltaggio:

QUADRO D'UNIONE PUNTI D'APPOGGIO





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 1

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

17

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346613,335

N = 4621396,203

Q = 504,126

Fotogrammetriche:

X = 1205,669

Y = 504,126

Z = 894,217

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: spigolo di roccia biancastra sul 6° gradone roccioso, zona centrale

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 2

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

18

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

Cartografiche (Gauss-Boaga):

E = 2346611,31

N = 4621274,206

Q = 500,752

Fotogrammetriche:

X = 1083,666

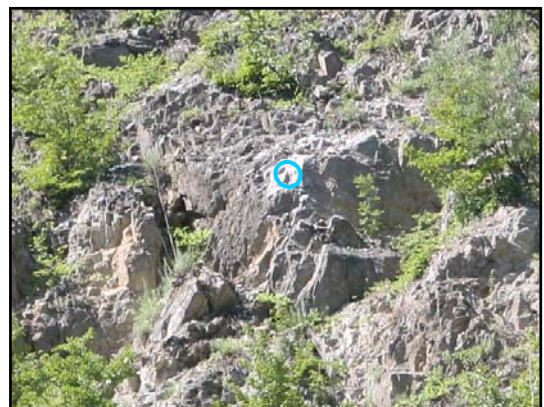
Y = 500,752

Z = 895,824

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: Zona sud. 4° gradone roccioso a partire dal 2° pianoro erboso. Spigolo superiore diedro nero su roccia bianca

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 3

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO
19

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346633,541

N = 4621215,403

Q = 509,914

Fotogrammetriche:

X = 1025,551

Y = 509,914

Z = 919,795

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: Zona sud, 4° gradone roccioso. Spigolo roccia al di sopra di una macchia biancastra

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 4

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO
20

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

Cartografiche (Gauss-Boaga):

E = 2346508,572

N = 4621494,794

Q = 600,780

Fotogrammetriche:

X = 1301,099

Y = 600,780

Z = 786,567

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: parte alta del versante, 12° gradone. Centro macchia bianca su roccia

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 5

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

21

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346647,362

N = 4621428,729

Q = 470,854

Fotogrammetriche:

X = 1239,193

Y = 470,854

Z = 927,261

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona centrale parete. 5° gradone roccioso.centro macchia bianca su roccia

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 6

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

22

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

Cartografiche (Gauss-Boaga):

E = 2346735,233

N = 4621497,35

Q = 387,515

Fotogrammetriche:

X = 1310,399

Y = 387,515

Z = 1013,052

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona centrale della parete. 1° gradone in roccia. Spigolo basso terrazzino, bordo macchia bianca

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 7

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

23

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

Cartografiche (Gauss-Boaga):

E = 2346695,01

N = 4621389,186

Q = 412,336

Fotogrammetriche:

X = 1201,086

Y = 412,336

Z = 976,065

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: Zona sud. 3° gradone roccioso a partire dal pianoro erboso. Centro macchia biancastra

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 8

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

24

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346642,147

N = 4621256,779

Q = 483,384

Fotogrammetriche:

X = 1067,165

Y = 483,384

Z = 927,166

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: Zona sud. 3° gradone roccioso a partire dal 2° pianoro erboso. Centro macchia biancastra

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 9

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

26

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346721,598

N = 4621425,111

Q = 389,691

Fotogrammetriche:

X = 1237,787

Y = 389,691

Z = 1001,573

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona centrale, 1° fronte roccioso. Centro macchia bianca al di sopra di un terrazzino

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 10

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

27

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346712,95

N = 4621187,476

Q = 459,053

Fotogrammetriche:

X = 999,999

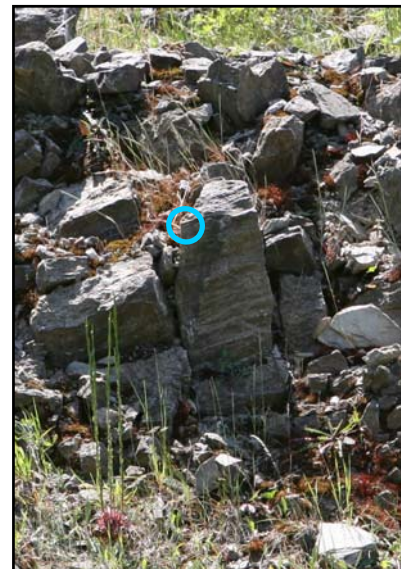
Y = 459,053

Z = 1000,000

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud, 1°gradone roccioso sopra ampio pendio erboso. Spigolo alto a destra di un masso fessurato.

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 11

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO
28

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346701,087

N = 4621181,049

Q = 465,910

Fotogrammetriche:

X = 993,222

Y = 465,910

Z = 988,334

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud, 1° gradone roccioso sopra ampio pendio erboso. Spigolo alto di un masso, cambio tonalità tra bianco e grigio

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 12

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO
29

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346679,189

N = 4621179,769

Q = 483,451

Fotogrammetriche:

X = 991,291

Y = 483,451

Z = 966,483

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud, 3° gradone roccioso sopra ampio pendio erboso spigolo superiore destro di un masso fessurato

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 13

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

30

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346647,141

N = 4621204,203

Q = 497,058

Fotogrammetriche:

X = 1014,761

Y = 497,058

Z = 933,722

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud, 4°gradone roccioso sopra ampio pendio erboso. Centro pietra biancastra

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 14

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

31

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346698,394

N = 4621212,632

Q = 456,351

Fotogrammetriche:

X = 1024,711

Y = 456,351

Z = 984,702

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud, 1° gradone roccioso sopra ampio pendio erboso. Bordo inferiore vena bianca su parete rocciosa

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 15

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

32

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346690,635

N = 4621196,147

Q = 465,958

Fotogrammetriche:

X = 1008,002

Y = 465,958

Z = 977,436

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud, 2° gradone roccioso sopra ampio pendio erboso. Pietra bianca su terrazzino venato di bianco

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 16

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

33

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346665,469

N = 4621241,568

Q = 467,448

Fotogrammetriche:

X = 1052,655

Y = 467,448

Z = 950,930

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud, 2° gradone roccioso sopra ampio pendio erboso. Centro venatura biancastra a forma di H in parete

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 17

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

34

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346667,059

N = 4621263,095

Q = 459,213

Fotogrammetriche:

X = 1074,219

Y = 459,213

Z = 951,879

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud, 1°gradone roccioso sopra ampio pendio erboso. Diedro su masso posto al primo terrazzo erboso

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 18

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

35

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346616,652

N = 4621320,327

Q = 481,897

Fotogrammetriche:

X = 1129,926

Y = 481,897

Z = 899,791

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona centrale, parete sovrastante il 2° terrazzo erboso. Spigolo superiore frattura su placca.

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 19

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

36

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

Cartografiche:

E = 2346658,972

N = 4621308,85

Q = 447,088

Fotogrammetriche:

X = 1119,713

Y = 447,088

Z = 942,434

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud. Termine venatura scura tra due macchie bianche su roccia.

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 20

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

6

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346732,437

N = 4621530,749

Q = 379,730

Fotogrammetriche:

X = 1343,700

Y = 379,730

Z = 1009,263

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: Zona centrale. Marker 20X20 su parete alla base del 1° gradone roccioso

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 21

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

7

Tipologia:

■ Marker

□ Punto naturale

COORDINATE

E = 2346737,734

N = 4621624,001

Q = 382,749

Fotogrammetriche:

X = 1437,068

Y = 382,749

Z = 1011,782

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: marker 20X20 posto alla base del 1° gradone roccioso, zona nord

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 22

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

8

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346728,570

N = 4621714,026

Q = 384,021

Fotogrammetriche:

X = 1526,781

Y = 384,022

Z = 999,943

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: marker 20X20 posto alla base del 1° gradone roccioso, zona nord

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 23

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

9

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346692,974

N = 4621322,521

Q = 422,644

Fotogrammetriche:

X = 1134,39

Y = 422,644

Z = 976,013

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: Zona sud. Marker 20X20 su 2° gradone in roccia, che separa due ampi pendii erbosi

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 24

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

10

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346694,081

N = 4621425,678

Q = 425,473

Fotogrammetriche:

X = 1237,535

Y = 425,473

Z = 974,05

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: Zona centrale. Marker 20X20 su parete, all'altezza del 2° gradone erboso

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 25

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

11

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346697,839

N = 4621560,281

Q = 425,832

Fotogrammetriche:

X = 1372,189

Y = 425,832

Z = 973,801

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: marker 20X20 posto alla base del 3° gradone roccioso, zona centrale

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 26

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

12

Tipologia:

■ Marker

□ Punto naturale

COORDINATE

E = 2346699,615

N = 4621649,936

Q = 425,536

Fotogrammetriche:

X = 1461,857

Y = 425,536

Z = 972,908

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: marker 10X10 posto alla base del 2° gradone roccioso, zona nord

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 27

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

13

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346694,377

N = 4621713,218

Q = 426,882

Fotogrammetriche:

X = 1524,956

Y = 426,883

Z = 965,790

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: marker 10X10 posto alla base del 2° gradone roccioso, zona nord

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 28

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

14

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346673,24

N = 4621789,625

Q = 433,281

Fotogrammetriche:

X = 1600,700

Y = 433,281

Z = 942,388

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: Zona nord. Marker 10X10 posto su parete rocciosa, nella parte terminale del 2° gradone erboso.

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 29

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

15

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

E = 2346654,653

N = 4621327,987

Q = 445,929

Fotogrammetriche:

X = 1138,713

Y = 445,929

Z = 937,547

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: Zona sud. Marker 10X10 su parete nella parte finale del 2° pianoro erboso

Riferimenti fotografici:





CATALOGO MONOGRAFIE

pag. 30

Nome RILIEVO: Voltaggio

Data: 31/05/2006

Nome PUNTO

16

Tipologia:

Marker

Punto naturale

COORDINATE

Cartografiche (Gauss-Boaga):

E = 2346660,625

N = 4621361,703

Q = 444,142

Fotogrammetriche:

X = 1172,592

Y = 444,142

Z = 942,513

UBICAZIONE: comune di Voltaggio (AL). Ex cava Cementir

Descrizione: zona sud. Marker 10X10 posto alla base del 4° gradone roccioso

Riferimenti fotografici:

