



INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA SPIAGGIA IN LOCALITA' S'ARENA SCOADA

Progetto esecutivo

Il Sindaco
Luigi Tedeschi

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Sara Angius



Criteria Srl (Mandataria)
Città: Ricerche; TERitorio: Innovazione: Ambiente
via Cugia, 14 09129 Cagliari (Italy)
tel. +39 070303583 - fax +39 070301180
E-mail: criteria@criteriaweb.com;
www.criteriaweb.com

Arch. Paolo Falqui – *direttore tecnico*

Geol. Maurizio Costa – *direttore tecnico*

Ing. Silvia Putzolu – *coordinamento operativo*



PRIMA INGEGNERIA STP S.S. (mandante)
Via G. Civinini, 8 – 57128 Livorno
p.iva 01530730496
Tel/Fax 0586 372660
E-mail: info@primaingegneria.it;
www.primaingegneria.it

Ing. Maurizio Verzoni

Ing. Pietro Chiavaccini

Ing. Nicola Buchignani

Ing. Nicola Verzoni

GRUPPO DI LAVORO

Progettazione
Ing. Nicola Buchignani
Ing. Pietro Chiavaccini
Geol. Maurizio Costa
Ing. Francesca Etzi
Arch. Paolo Falqui
Ing. Silvia Putzolu
Ing. Maurizio Verzoni
Ing. Nicola Verzoni

Geologia e Geotecnica
Geol. Maurizio Costa
Geol. Antonio Pitzalis
Geol. Giuseppe Serventi

Aspetti ambientali e naturalistici
Biol. Patrizia Carla Sechi
Nat. Riccardo Frau

Analisi meteomarine
Ing. Pietro Chiavaccini

Sicurezza
Ing. Nicola Buchignani

Rilievi, GIS e Cartografia
Cinzia Marcella Orrù

1.4.3 RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA RILIEVO TOPOGRAFICO

Indice

1. RILIEVO TOPOGRAFICO CON GPS A TERRA	2
1.1. Aspetti metodologici.....	2
1.2. Trasformazione delle coordinate	5
2. RILIEVO FOTOGRAMMETRICO MEDIANTE AEROMOBILE A PILOTAGGIO REMOTO	
6	
2.1. Acquisizione delle immagini fotografiche.....	6
2.2. Rilievo dei ground control point (GCP)	7
2.3. Trattamento dei dati	9
ALLEGATI.....	11

1. RILIEVO TOPOGRAFICO CON GPS A TERRA

1.1. Aspetti metodologici

La seguente relazione riguarda il rilievo topografico eseguito tramite GPS della zona interessata dal progetto “Interventi di messa in sicurezza della spiaggia in località S'Arena Scoada”, nel comune di San Vero Milis.

Il rilievo ha interessato in particolare quei tratti in cui esistono incipienti fenomeni di arretramento delle scapate costiere.

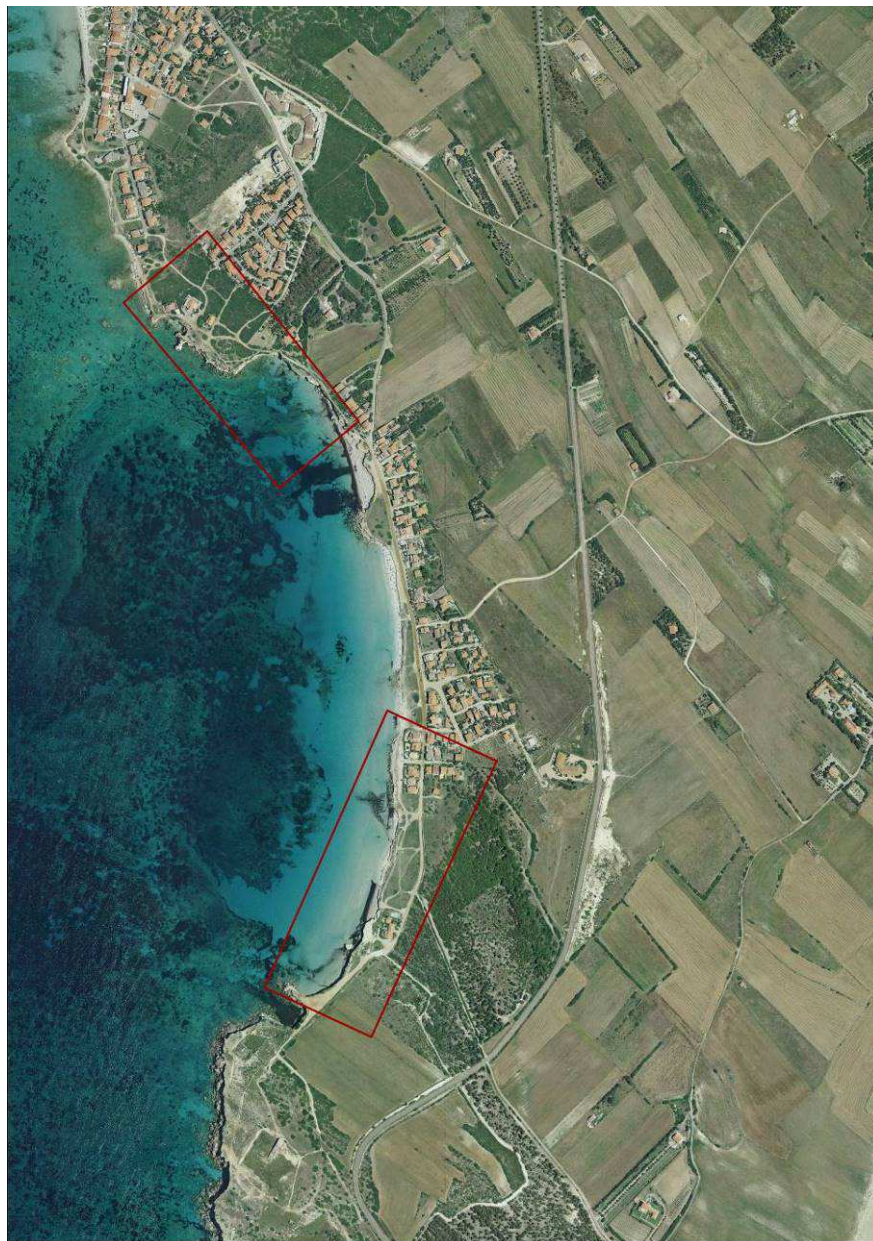


Figura 1 - Inquadramento territoriale

Il rilievo è stato condotto in unica fase, in data 24 Aprile 2018.

I rilievi topografici sono stati eseguiti con ricevitore satellitare GNSS (Global Navigation Satellite System) Trimble R6, in modalità RTK fisso (Real Time Kinematic), tecnica di misura GPS cinematica. Questo tipo di rilievo, impiega le correzioni differenziali delle rete di stazioni permanenti a cui viene collegato il ricevitore rover e permette di determinare la posizione dei punti con una precisione centimetrica in tempo reale.

Diventando un rilievo veloce e preciso. Un ruolo molto importante di questo tipo di rilievo lo ricopre la rete di stazioni permanenti GPS. Per quanto riguarda la Regione Sardegna ha una copertura di reti di stazioni permanenti chiamata SARNET.

Si opera con due ricevitori, di cui è detto base, tipo permanente di coordinate note, il secondo rover, il quale prende i punti da rilevare. La trasmissione dei dati può avvenire via radio, con modem GSM o via internet.

L'RTK di rete richiede un minimo di 5 stazioni di riferimento ed una interdistanza relativa tra le stazioni fino a 70 km.

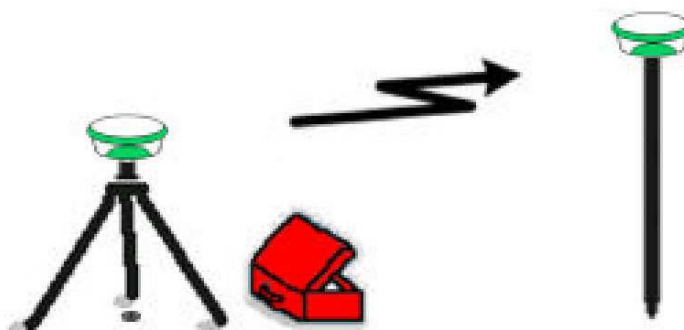


Figura 2 - Principio di funzionamento dell'RTK

Possiamo avere due tipi di stazioni di riferimento, con stazione fissa, come sopra descritta, oppure installata temporaneamente in capo.

Ci sono tre punti importanti da sottolineare riguardanti il collegamento tra la stazione di riferimento e il rover:

1. entrambi osservano lo stesso set di satelliti,
2. la base invia tutte le sue posizioni e le osservazioni dei satelliti al rover,
3. il rover combina le osservazioni della base con le proprie per calcolare una posizione RTK.



Figura 3 Rete delle Stazioni Permanenti, dislocate su tutto il territorio regionale



Figura 4 - Rover

Per il rilievo si è proceduto quindi all'utilizzo della base permanente, la sua scelta è stata effettuata rispetto alla sua vicinanza al sito di rilievo, per cui si è scelto la stazione di Oristano. Come è noto, infatti, per ottenere la massima precisione è conveniente ridurre al minimo la distanza tra i ricevitori usati per la correzione differenziale in modo sia minima la lunghezza della baseline e quindi l'errore assoluto della sua determinazione.

L'errore sui punti battuti è stimato in:

Orizzontale: 8mm +0,5ppm

Verticale: 15mm +0,5ppm

Tempo di inizializzazione normalmente minore di 15 sec

1.2. Trasformazione delle coordinate

Per tutti i punti rilevati, al fine di ricavare le coordinate planimetriche nel sistema cartografico

nazionale e le rispettive quote assolute sul livello medio mare, è stata effettuata la trasformazione dal sistema di coordinate ellissoidiche Wgs84 (ETRS89) al sistema di coordinate piane Gauss-Boaga Fuso Est, Datum nazionale Roma40. Per eseguire queste trasformazioni si è utilizzato di software VERTO3K 1.0. Questo software utilizza dei grigliati che contengono le differenze di latitudine e longitudine fra i vari sistemi per tutto il territorio nazionale. Si tratta di file ASCII (con estensione "*.GK2"), corrispondono ai fogli 1:50000 della cartografia ufficiale IGM.

In seguito si è realizzato un file in formato AutoCAD per la costruzione delle carte planimetriche.

2. RILIEVO FOTOGRAMMETRICO MEDIANTE AEROMOBILE A PILOTAGGIO REMOTO

Sono di seguito descritti i metodi, le procedure e le attività condotte per l'esecuzione dei rilievi morfo-topografici delle aree di interesse presso la località S'Arena Scoada (OR).

Il rilievo delle aree è stato condotto mediante tecniche aerofotogrammetriche sulla base della acquisizione di immagini fotografiche delle aree effettuate attraverso l'utilizzo di un mezzo SAPR (Sistema Aereo a Pilotaggio Remoto).

Di seguito sono indicate le specifiche relative alla procedura utilizzata ed ai prodotti realizzati:

2.1. Acquisizione delle immagini fotografiche

- Operatore di volo e ripresa SAPR: Michael Hernandez, rif. ENAC 8244
- Tipologia SAPR: multirobotore – massa massima al decollo minore di 25 kg;
- Modello SAPR: DJI- Phantom 3;
- Data delle riprese: 6 maggio 2018
- Fotocamera: DJI, modello FC300X, lunghezza focale 35mm: 26
- Specifiche relative ai contesti della ripresa aerea:



Figura 5 - inquadramento area rilievo

- Superficie netta di rilievo: 1 km²
- Numero di fotogrammi costituenti la ripresa: 136
- Quota di volo (sopra la quota del terreno): 70 m
- Risoluzione delle immagini: 3,16 cm/pixel

2.2. Rilievo dei ground control point (GCP)

Ai fini della calibrazione geometrica del modello tridimensionale dei siti si è proceduto alla individuazione di opportuni punti di controllo a terra (GCP) le cui coordinate sono state rilevate attraverso ricevitore satellitare GNSS (Global Navigation Satellite System) Trimble R6, in modalità RTK fisso (Real Time Kinematic), tecnica di misura GPS cinematica.

Di seguito sono rappresentati i GCP utilizzati:

Id	Nord	Est	Quota
1	4430176.962	1449951.456	5.597
2	4430176.121	1449940.065	4.460
3	4430225.477	1449919.501	6.886
4	4430255.743	1449871.749	7.595
5	4430298.124	1449835.602	8.324
6	4430261.993	1449756.916	10.632
7	4430317.134	1449762.067	9.637
8	4430282.184	1449714.093	11.346
9	4430313.647	1449664.467	8.628
10	4430345.831	1449691.274	11.114
11	4430351.865	1449619.222	6.689
12	4430388.332	1449617.519	5.457

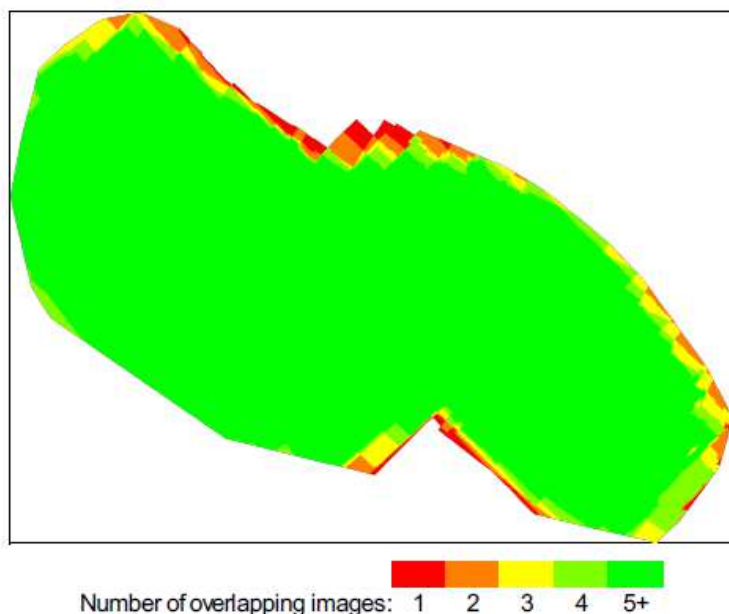


Figura 6 - Planimetria posizione target

2.3. Trattamento dei dati

L'elaborazione fotogrammetrica ed il post-processamento delle immagini e dei dati è stato realizzato tramite software Pix4D-Mapper, versione 4.1.21

Le immagini successive riportano le condizioni di sovrapposizione delle immagini di ripresa



Le operazioni di definizione della nuvola di punti costituente il modello tridimensionale ha portato alla restituzione finale di 8 milioni di punti.

Rispetto alla corrispondenza tra GCP e modello tridimensionale restituito nelle tabelle successive sono riportati i valori e gli scarti di scostamento osservati:

GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X[m]	Error Y[m]	Error Z[m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
0 (3D)	0.020/ 0.020	0.027	-0.000	-0.049	1.141	16 / 16
1 (3D)	0.020/ 0.020	0.012	0.011	-0.019	0.941	16 / 16
2 (3D)	0.020/ 0.020	-0.014	-0.023	0.027	1.097	29 / 29
3 (3D)	0.020/ 0.020	-0.002	-0.027	0.016	1.133	32 / 32
4 (3D)	0.020/ 0.020	-0.033	-0.017	-0.002	1.064	25 / 25
5 (3D)	0.020/ 0.020	0.055	0.026	-0.024	1.013	27 / 27
6 (3D)	0.020/ 0.020	-0.042	-0.040	0.021	0.964	17 / 17
7 (3D)	0.020/ 0.020	0.041	0.014	0.003	1.044	41 / 41
8 (3D)	0.020/ 0.020	0.031	0.031	0.011	1.150	43 / 43
9 (3D)	0.020/ 0.020	-0.016	-0.014	-0.032	0.961	20 / 20
10 (3D)	0.020/ 0.020	-0.018	0.027	0.011	1.098	30 / 30
11 (3D)	0.020/ 0.020	-0.041	-0.017	-0.013	0.825	15 / 15
Mean [m]		0.000061	-0.002386	-0.004229		
Sigma [m]		0.031324	0.022830	0.022403		
RMS Error [m]		0.031324	0.022954	0.022798		

Sotto la sintesi degli indicatori di qualità della elaborazione:

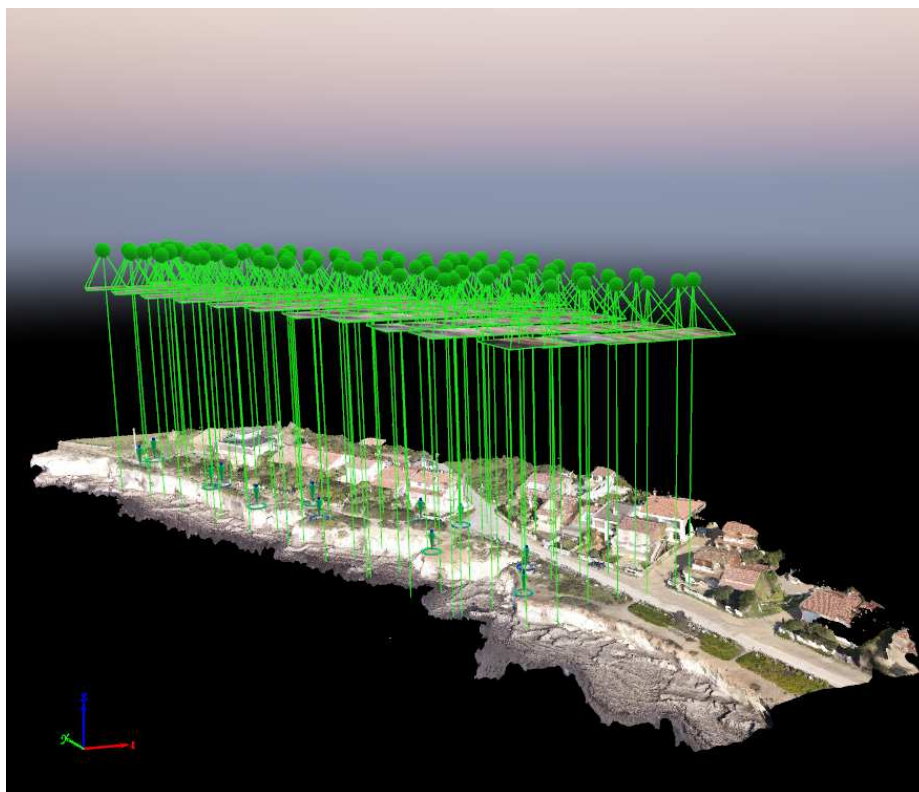
Images	median of 35724 keypoints per image
Dataset	136 out of 136 images calibrated (100%), all images enabled
Camera Optimization	3.09% relative difference between initial and optimized internal camera
Matching	median of 13745.6 matches per calibrated image
Georeferencing	yes, 12 GCPs (12 3D), mean RMS error = 0.025 m

Sulla base della nuvola di punti densificata si è proceduto alla definizione della costruzione della rappresentazione della superficie del terreno in forma di mesh vettoriale di triangoli irregolari, delle ortofoto (formato geotiff) e del modello digitale di superficie (DSM) dei due siti, questi ultimi aventi risoluzione nominale di 3 cm/pixel.

Infine mediante l'eliminazione degli elementi artificiali e di copertura del suolo (vegetazione, edifici, manufatti, etc.) si è proceduto alla restituzione del modello digitale del terreno (DTM) in forma di griglia regolare con risoluzione di 10 cm

Le suddette restituzioni vettoriali e raster del modello tridimensionale dei siti sono state quindi importate all'interno del sistema software CAD-GIS al fine della elaborazione delle restituzioni in forma di piano quotato delle due aree.

Sotto, il modello tridimensionale e le sue relazioni con il blocco delle immagini orientato



ALLEGATI

Id	Nord	Est	Quota	Note
1	4430376.354	1449608.265	4.82	
2	4430373.644	1449609.374	5.01	
3	4430372.138	1449613.825	5.52	
4	4430366.926	1449615.066	5.95	
5	4430361.439	1449614.081	6.03	
6	4430356.559	1449615.106	6.21	
7	4430352.152	1449618.656	6.63	
8	4430355.308	1449621.891	7.11	
9	4430359.737	1449627.382	7.72	
10	4430361.065	1449632.304	8.18	
11	4430360.676	1449637.163	8.83	
12	4430358.352	1449641.813	9.31	
13	4430354.481	1449650.710	9.86	
14	4430349.842	1449655.059	10.07	
15	4430347.425	1449661.146	10.44	
16	4430345.589	1449666.714	10.87	
17	4430339.641	1449671.806	11.14	
18	4430330.708	1449675.661	11.30	
19	4430323.533	1449671.877	10.90	
20	4430322.058	1449668.187	10.29	
21	4430316.649	1449670.817	10.36	
22	4430335.436	1449685.698	11.06	sentiero
23	4430327.216	1449710.715	11.02	sentiero
24	4430320.264	1449720.322	11.42	sentiero
25	4430317.014	1449760.336	9.70	sentiero
26	4430309.577	1449777.173	9.49	muro
27	4430297.203	1449798.967	8.81	sentiero
28	4430280.965	1449782.680	8.98	
29	4430288.116	1449789.356	8.92	
30	4430290.678	1449794.308	9.01	
31	4430293.738	1449805.030	8.98	
32	4430293.917	1449818.626	8.53	
33	4430295.214	1449823.107	8.32	
34	4430295.168	1449832.879	8.37	
35	4430298.125	1449829.831	8.37	muro
36	4430287.272	1449839.372	8.16	
37	4430284.802	1449838.621	8.18	
38	4430282.150	1449847.568	8.04	
39	4430284.223	1449856.429	8.19	muro
40	4430265.353	1449885.734	7.54	muro
41	4430263.205	1449884.470	7.35	
42	4430261.747	1449883.636	7.25	
43	4430246.475	1449907.058	7.18	muro
44	4430238.900	1449906.468	6.89	
45	4430239.001	1449906.560	6.92	
46	4430230.100	1449909.340	6.99	
47	4430214.927	1449920.282	6.54	
48	4430203.012	1449928.959	6.38	
49	4430195.515	1449932.802	6.31	
50	4430187.682	1449937.538	6.03	
51	4430178.696	1449939.449	5.25	
52	4430170.008	1449949.717	1.04	
53	4430165.828	1449946.253	0.67	

Id	Nord	Est	Quota	Note
54	4430166.892	1449949.664	0.87	
55	4430170.885	1449947.896	0.09	
56	4430170.979	1449947.592	1.11	
57	4430178.968	1449939.860	5.26	
58	4430173.021	1449948.520	5.56	
59	4430170.564	1449951.195	5.56	
60	4430167.462	1449951.833	5.75	
61	4430163.253	1449948.685	5.50	
62	4430173.303	1449956.950	5.69	muro
63	4430160.992	1449950.324	5.57	muro
64	4430156.198	1449954.738	4.64	
65	4430152.377	1449958.930	4.62	
66	4430147.680	1449962.745	4.03	
67	4430147.377	1449963.516	3.38	
68	4430147.156	1449965.868	3.42	
69	4430151.574	1449963.681	4.27	
70	4430153.797	1449963.953	4.99	
71	4430157.303	1449964.697	5.43	vegetazione
72	4430158.790	1449966.160	5.44	vegetazione
73	4430147.366	1449966.516	4.57	
74	4430148.048	1449969.283	4.41	
75	4430145.795	1449970.648	4.76	
76	4430144.623	1449973.188	4.83	
77	4430140.780	1449976.125	4.97	
78	4430137.582	1449975.975	4.86	
79	4430135.305	1449971.210	4.74	
80	4430130.894	1449970.232	4.80	
81	4430126.453	1449973.020	4.66	
82	4430126.924	1449977.112	4.63	
83	4430143.368	1449967.443	0.62	
84	4430137.086	1449968.834	0.56	
85	4430141.246	1449971.672	0.81	
86	4430139.908	1449973.415	1.33	
87	4430143.804	1449965.167	0.55	
88	4430125.013	1449974.502	0.52	
89	4430122.873	1449978.932	0.72	
90	4430124.215	1449982.402	1.03	
91	4430121.159	1449983.285	0.92	
92	4430114.688	1449981.886	0.67	
93	4430107.951	1449980.521	0.61	
94	4430101.751	1449979.021	0.79	
95	4430122.475	1449985.944	1.22	
96	4430127.831	1449978.811	4.09	
97	4430125.949	1449981.973	4.87	
98	4430125.984	1449988.451	5.24	
99	4430122.650	1449991.209	5.04	
100	4430119.360	1449989.108	5.01	
101	4430118.168	1449985.305	4.99	
102	4430110.032	1449983.799	4.73	
103	4430102.105	1449980.736	4.77	
104	4430142.037	1449985.276	5.02	asfalto
105	4430141.955	1449996.271	5.21	muro
106	4429248.720	1449986.888	9.75	Recinzione

Id	Nord	Est	Quota	Note
107	4429210.623	1449965.028	10.31	Recinzione
108	4429184.130	1449863.317	8.54	
109	4429174.822	1449880.872	9.13	
110	4429181.612	1449905.717	9.57	
111	4429199.706	1449935.349	10.06	
112	4429240.150	1449958.127	8.70	
113	4429264.986	1449973.377	9.22	
114	4429290.275	1449980.658	6.83	
115	4429302.445	1449985.186	6.03	
116	4429310.388	1449995.348	5.65	
117	4429313.129	1450000.031	5.02	
118	4429313.915	1450004.521	4.89	
119	4429317.290	1450004.454	4.44	
120	4429322.369	1450005.454	4.14	
121	4429325.992	1450007.776	4.82	
122	4429328.690	1450009.116	5.59	
123	4429330.821	1450009.564	4.62	
124	4429334.099	1450009.873	4.36	
125	4429338.480	1450008.286	4.08	
126	4429343.218	1450008.566	4.81	
127	4429348.319	1450008.704	4.46	
128	4429359.998	1450008.989	3.40	
129	4429375.460	1450018.105	4.46	
130	4429376.431	1450017.334	4.10	
131	4429410.986	1450024.860	3.21	
132	4429432.430	1450028.622	3.26	
133	4429455.896	1450039.257	5.01	
134	4429472.824	1450041.911	4.06	
135	4429485.949	1450041.418	2.62	
136	4429501.602	1450038.936	3.50	
137	4429492.661	1450039.711	1.41	
138	4429484.661	1450041.951	1.55	
139	4429454.727	1450035.927	1.63	
140	4429450.426	1450036.524	1.87	
141	4429447.837	1450035.514	1.81	
142	4429445.001	1450032.869	1.58	
143	4429441.911	1450032.278	1.64	
144	4429435.925	1450029.818	1.46	
145	4429415.576	1450023.845	0.89	
146	4429411.050	1450024.019	1.22	
147	4429409.267	1450021.885	0.88	
148	4429376.374	1450013.075	0.91	
149	4429371.633	1450011.619	0.64	