

S.S. 131 di "Carlo Felice"
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici - 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

PROGETTO ESECUTIVO

CA284

R.T.I. di PROGETTAZIONE:

Mandataria



**PRO
ITER**
Progetto
Infrastrutture
Territorio s.r.l.

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it

Mandante



Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Riccardo Formichi
Ordine Ing. di Milano n. 18045

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanatica - Pro Iter srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Diego Ceccherelli
Ordine Ing. di Milano n. 15813

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA



PROTOCOLLO

DATA

**ELABORATI INQUADRAMENTO DELL'OPERA
RELAZIONE SU RILIEVI TOPOGRAFICI**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00EG00CRTRE01A.pdf		
L O P L S Q	E	1901	CODICE ELAB. T00EG00CRTRE01	A	-
D					
C					
B					
A	REVISIONE PER ISTRUTTORIA, VERIFICA E CONTROLLI D.LGS.35/11		Aprile 2021	ASERO	CAPRIOLI FORMICHI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Sommario

- 1- **PREMESSA**
- 2- **CONSEGNA RELAZIONE TIRRENA SCAVI S.P.A. - RIF. PROT. ANAS CDG-0302566-P DEL 27/05/2019**
- 3- **RELAZIONE TECNICA INERENTE LA NECCESITÀ DI UTILIZZO DELLE METODOLOGIE DI RILIEVO TRAMITE SAPR**.....
- 4- **RELAZIONE TECNICA FINALE**
- 5- **MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI**.....
- 6- **RELAZIONE DI COLLAUDO**.....

Relazione su rilievi topografici

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

1- PREMESSA

Di seguito si esplicitano i parametri del sistema di coordinate rettilinee di riferimento fornito da ANAS.

Tali parametri sono:

Lat, origine	40°10'59.6883"
Long. origine	8°44'46.2819"
Q. media sul piano WGS	372
Coefficiente di contrazione	1.00005836
Falsa Nord	4448134
Falsa Est	1478423

Relazione su rilievi topografici

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

2- CONSEGNA RELAZIONE TIRRENA SCAVI S.P.A. - RIF. PROT. ANAS CDG-0302566-P DEL 27/05/2019

Relazione su rilievi topografici

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

Massarosa, 30/05/2019
Prot. n° 44/SD/sd
trasmissione a mezzo PEC
tirrenascavi@legalmail.it

Spett.le **ANAS S.p.A.**
Coordinamento Territoriale Sardegna
Via Biasi, 27 - 09131 CAGLIARI
ct.sardegna@postacert.stradeanas.it

c.a. R.U.P. **Ing. Salvatore Frasca**
s.frasca@stradeanas.it
e p.c. D.L. **Ing. Alessandro Mancosu**
a.mancosu@stradeanas.it

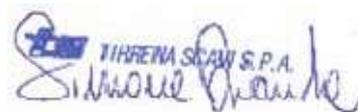
OGGETTO: Anas CA 09/17 – Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131 “Carlo Felice”. Risoluzione dei nodi critici. Lotto n. 2 dal km 108+300 al km 158+000. CUP: F84E07000280001 - CIG: 7071147F16
Interventi di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali dal km 108+300 al km 109+825. - CIG Deriv. 778254032D
Rif. Prot. ANAS CDG-0302566-P del 27/05/2019

In risposta alla nota in oggetto e formalizzando quanto già concordato per le vie brevi con l'Ufficio Progettazione ANAS, con la presente si trasmette:

- Relazione tecnica illustrante la motivazione della metodologia di rilievo adottata e la comparazione tra tecnica di rilievo mediante GPS e SAPR;
- Relazione tecnica illustrante nel dettaglio le varie attività svolte;
- Monografie capisaldi topografici.

Rimaniamo a completa disposizione per l'eventuale assistenza e/o collaborazione alle operazioni di verifica generale dei rilievi trasmessi.

Distinti saluti



TIRRENA SCAVI S.p.A.
Simone Orlandi

3- RELAZIONE TECNICA INERENTE LA NECCESISTÀ DI UTILIZZO DELLE METODOLOGIE DI RILIEVO TRAMITE SAPR

Relazione su rilievi topografici

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

Lavori di rilievo topografico-fotogrammetrico, elaborazione DTM e cartografie per la stesura del progetto esecutivo inerente il cantiere di “adeguamento e messa in sicurezza della s.s.131. Secondo Stralcio dal km 108+300 al km 158+000

Relazione tecnica inerente la necessità di utilizzo delle metodologie di rilievo tramite SAPR nel lavoro in oggetto

Premessa

Sulla scorta dei files del progetto definitivo, questo RTI, porta all'attenzione dell'amministrazione appaltante le problematiche inerenti i rilievi topografici per la progettazione dei lavori in oggetto e i metodi per la risoluzione degli stessi.

Le prestazioni da svolgersi e i metodi da seguire sono quelle specificate nell'elaborato “Norme Tecniche Indagini Topografiche per affidamenti_rev20170703”, emesso e prodotto da ANAS, da considerarsi parte integrante di questa relazione.

Descrizione dei luoghi e delle problematiche inerenti l'accesso e la messa in sicurezza degli operatori.

Le aree sono prevalentemente contigue alla porzione della s.s.131 interessate dal progetto. Queste non sono espropriate e per esse non è stata avviata la procedura di notifica ai proprietari di accesso per attività di rilievo (ex art 15 del Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n. 327).

All'interno delle aree sono prevalentemente presenti le mandrie di bovini, con i tori, e le greggi di ovini a pascolo libero, accompagnate dai cani da pastore di grande stazza (solitamente cani maremmani).

I muretti a secco sono integrati con filo spinato e reti agropastorali. Le reti di confine, insuperabili se non con atletico scavalco, anche in assenza dei muretti a secco, sono comunque esistenti nel 95% delle proprietà.

E' probabile che i proprietari, in assenza di una richiesta secondo le procedure legali, impediscano l'accesso bonario alle aree suddette. E' altresì probabile che la lunga permanenza all'interno dei pascoli delle squadre di rilevatori infastidisca le mandrie e i cani guardiani.

Il rilevamento con stazione totale o GPS delle carreggiate, sia della s.s.131 che di quelle in essa confluenti, sottintende la necessità che l'operatore si porti, e stazioni, lungo le banchine e sul guard rail centrale di separazione dei due sensi di marcia. Ciò porrebbe lo stesso operatore e i suoi aiutanti in una condizione di non sicurezza, difficilmente superabile e tollerabile se non in presenza di segnaletica stradale provvisoria, sbandieratori o mezzi dotati di freccia di deviazione e rallentamento del traffico.

Le aree di rilievo ammontano a una superficie di poco superiore ai quattrocento ettari, così come indicate nella tavola “Planimetria rilievi_SS131_Stralcio_2”, priva di numero, facente parte del progetto.

I costi necessari per porre gli operatori in condizioni ottimali e legali di lavoro sarebbero quelli corrispondenti a:

- Svolgimento della procedura di cui all'art 15 del Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n. 327.
- Messa in campo di tutte le procedure, mezzi e attività volte alla messa in sicurezza degli operatori, di terzi, degli autoveicoli percorrenti le strade e dei da essi trasportati.

Nell'ipotesi di svolgimento delle attività suddette, di impegno dei tempi e dei costi a esse soggiacenti, resterebbe in piedi l'impossibilità di accedere in quelle aree totalmente ricoperte da rovi e vegetazione impenetrabile, sia per l'uomo normalmente dotato, sia per le strumentazioni di rilievo topografico. Infatti, gran parte dei circa 50 km di s.s. 131 interessati dai lavori sono circondati da confini in cui la vegetazione, sia di rovi, sia di arbusti che piante d'alto fuso, cresce rigogliosa e indisturbata, per ragioni di maggior tutela delle proprietà ma anche della strada statale oggetto dei lavori.

Quanto qui affermato è facilmente verificabile tramite sopralluogo o tramite navigazione su Google Earth o analoghi geoportali.

Comparazione fra tecniche di rilievo GPS e rilievi fotogrammetrici tramite l'utilizzo del SAPR

Ipotizzando che le due attività suddette, di messa in sicurezza e accesso ai terreni, siano correttamente svolte occorre valutare i tempi necessari e gli ingenti costi che esse comportano, ben superiori al costo di un preciso rilevamento fotogrammetrico con tecniche SAPR.

Di seguito, questa relazione, tenderà a dimostrare che in termini di precisione, informazioni fornite e dettaglio, le moderne tecniche di rilevamento fotogrammetrico tramite SAPR sono ben superiori alle pur moderne e recenti tecniche di rilievo tramite GPS o Total Station.

Limiti del rilievo classico tramite GPS o Total Station

Il rilievo richiesto da ANAS è tipicamente definito in scala 1/500 per le aree di progetto e 1/200 per le aree in cui sono presenti delle opere d'arte o interferenze significative. Ciò significa che il piano quotato deve essere costituito, in media, di circa 100 punti / ha per aree di orografia relativamente non complessa e di circa 4/500 per ha per aree complesse o in presenza di opere d'arte e interferenze.

L'operatore senior nel rilevare i punti decide quali sono quelli significativi che determineranno, unendoli oculatamente con i vincoli obbligati, la costruzione di un DTM quanto più possibile corrispondente alla realtà.

Questo descritto è un lavoro relativamente facile in presenza di un'orografia semplice, ma complesso e di non alta definizione in presenza di vegetazione o discontinuità eccessive del terreno o, ancora, di discontinuità dovuta all'esistenza di manufatti o modifiche artificiali del terreno, quali per esempio le cave o le bonifiche con ammasso di pietre sui fondi.

La precisione del rilievo con GPS o Total Station di 4/500 punti/ha non è paragonabile alla precisione di una nuvola di punta costituita da 10.000.000 di punti/ha aventi, in più, l'attributo colore in formato RGB.

Il tecnico progettista e il topografo/cartografo esperto sa perfettamente che il rilievo è comunque una astrazione a cui è sempre assegnato un certo grado di precisione.

In assoluto comunque diventa un limite insuperabile l'inaccessibilità legale o concreta ai luoghi, sia per ragioni di sicurezza sia perché fisicamente inaccessibili.

Il rilievo GPS non restituisce l'ortofotocarta né la nuvola di punti, ma nemmeno, nell'archivio di produzione, contiene le innumerevoli foto ad alta definizione dei luoghi riprese nel corso del volo programmato di ripresa aerea.

Descrizione della tecnica, limiti, punti di forza e debolezza del rilievo fotogrammetrico tramite SAPR

In questa analisi/proposta si esclude la possibilità di utilizzo del SAPR ad ala fissa con collegamento IMU RTK, senza l'utilizzo dei GPC a terra.

A nostro avviso questa tecnica e questa strumentazione sono valide per la produzione di una cartografia sino alla scala di rilievo al 1000 ma non è ottimale per le maggiori precisioni. Infatti la tecnica da noi scelta prevede l'utilizzo di un quadricottero a velocità inferiori ai 5m/sec, oltre i quali il rapporto fra velocità e tempo di apertura dell'obiettivo non sarebbero ottimali e si avrebbe un certo slittamento sulle immagini.

Il collegamento radio e il rilievo in RTK della posizione del SAPR non garantisce la precisione centimetrica nell'istante di scatto dell'immagine e, inoltre, senza i GPC a terra non è altresì garantito il raddrizzamento al piano di gravità di tutte le immagini facenti parte del rilievo. Le alterazioni di inclinazione, longitudinali e trasversali del SAPR in volo dipendono dall'acce/decelerazione o dagli spostamenti momentanei e repentini dovuti all'azione del vento. Questi, a nostro avviso, per le esperienze pregresse sul campo effettuate da nostri esperti di fiducia, sono misurabili in tempo reale ma solo con approssimazioni non sufficienti ad ottenere le precisioni qui richieste.

E' noto, inoltre, che in Sardegna è rara la giornata priva di vento o al minimo di vento dovuto al sollevarsi della brezza termica.

Per l'effettuazione del rilievo, in sintesi, per ogni areale indicato nella suddetta tavola di progetto dovranno essere svolte le seguenti attività:

Acquisizione dati di progetto. Sopralluoghi. Elaborazione degli eidotipi di base da utilizzare nel corso dei rilievi.

Programmazione delle attività, dei piani di volo, del posizionamento dei target a terra, GPC, in rapporto all'accessibilità e alla topografia dei luoghi.

Suddivisione delle WBS di progetto in porzioni di lavoro rapportate alla capacità di calcolo e di memoria del computer e dei software utilizzati

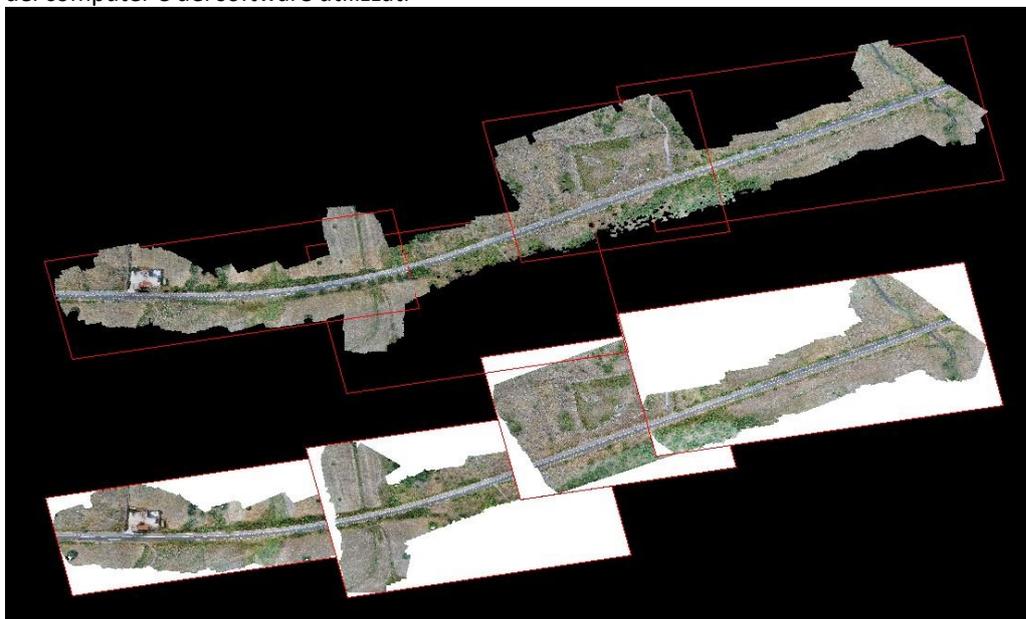


Figura 1 - Mosaico di quattro point clouds e corrispondenti immagini ortofoto georeferenziate, suddivise per la WBS S17 in rapporto alle capacità di calcolo e di memoria di un server dotato di Intel i7 32 Gb Ram scheda grafica ad alta capacità.

Rilievo Capisaldi di raffittimento, inquadrati nel Datum di progetto; materializzati tramite borchie metalliche, secondo le indicazioni del disciplinare ANAS; rilevati tramite sistema topografico GPS

supportato dalla rete geodetica di stazioni fisse SarNet, certificata dall'Università di Cagliari, utilizzata da oltre un decennio con risultati di precisione assoluta.

Stesa e rilievo dei target mobili al suolo, inquadrati nel Datum di progetto, con la precisione tipica del GPS RTK collegato alla rete SRNET, pari $\pm 1,5$ cm.

Esecuzione del volo tramite drone guidato da operatore abilitato per operazioni critiche professionali, in regola con gli adempimenti di legge.

Altezza volo sempre compresa fra i 30 e i 60 mt dal suolo di decollo. Overlap $> 80\%$ longitudinale $> 60\%$ trasversale, rispetto al percorso programmato di ripresa. Velocità massima di ripresa 5/6 mt/sec ad evitare "scivolamenti della ripresa in rapporto a velocità e tempo di apertura dell'obiettivo".

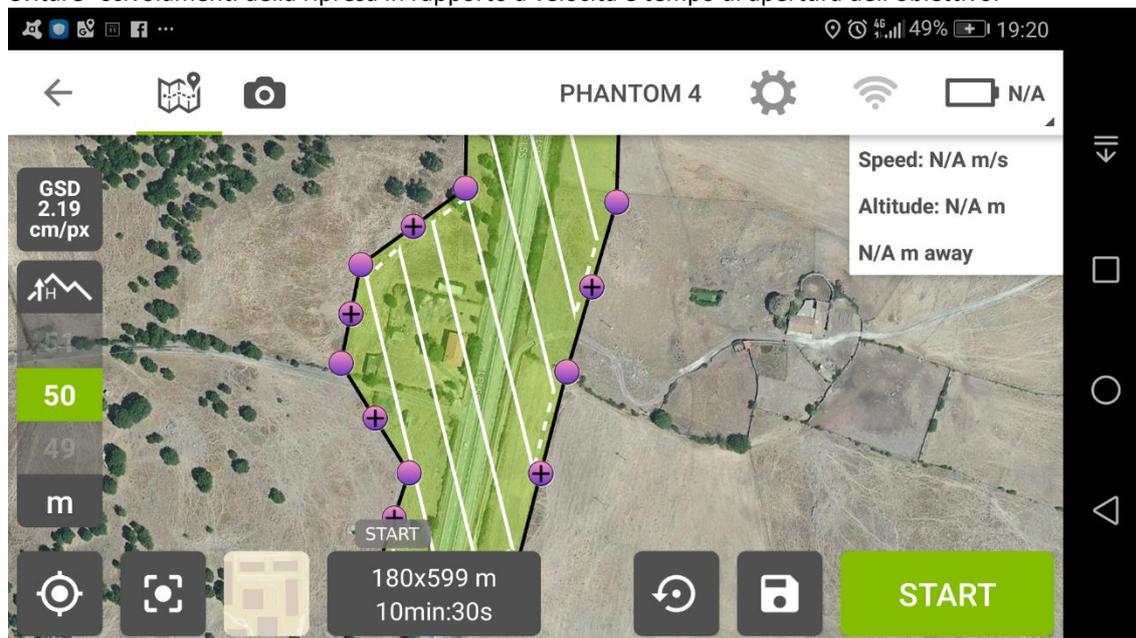


Figura 2 - screenshot della App PIX4D Capture, da tablet, del volo programmato sulla cantoniera ANAS al km 153 della s.s.131

Eventuali integrazioni del rilievo, per esempio delle quote di scorrimento dei tubolari nelle aree coperte, tramite GPS RTK, in contemporanea al volo.

Il SAPR utilizzato sarà un quadricottero di marca DJI dotato di una camera con definizione 20Mpx e comandato attraverso la App PIX4D capture, capace di programmare la maglia delle riprese in rapporto a velocità, overlay, altezza dal suolo e definizione richiesta del GSD (Ground Sampling Distance - campionatura minima della nuvola di punti ottenuta), effettuare voli circolari attorno a un punto scelto, interni a un poligono, doppi, o quadrangolari

Effettuato il volo avverrà il trasferimento sul software PIX4D (azienda spin off dell'Università di Losanna), software di riferimento mondiale per il rilievo fotogrammetrico digitale, di tutte le foto riprese e del file XYZ dei target GPC rilevati.

Per ogni volo effettuato, mediamente fra 2 massimo 5/10 ha di superficie, sarà effettuata l'elaborazione della prima fase dei punti di riferimento; della seconda fase di raffittimento della nuvola con GSD inferiore ai 2 cm; della terza fase di estrazione dell'ortofoto mosaico, georeferenziata in formato world, per ogni areale di rilievo, con precisione di un px/2cm.

Il software restituisce un report completo e scientifico da cui è desumibile la precisione della nuvola di punti e del rilievo restituito.

La nuvola di punti ottenuti sino a questa fase delle attività è precisissima e riporta la realtà dei luoghi, con tutte le sue articolazioni e presenze artificiali, di manufatti edili e infrastrutturali, vegetali e orografiche.

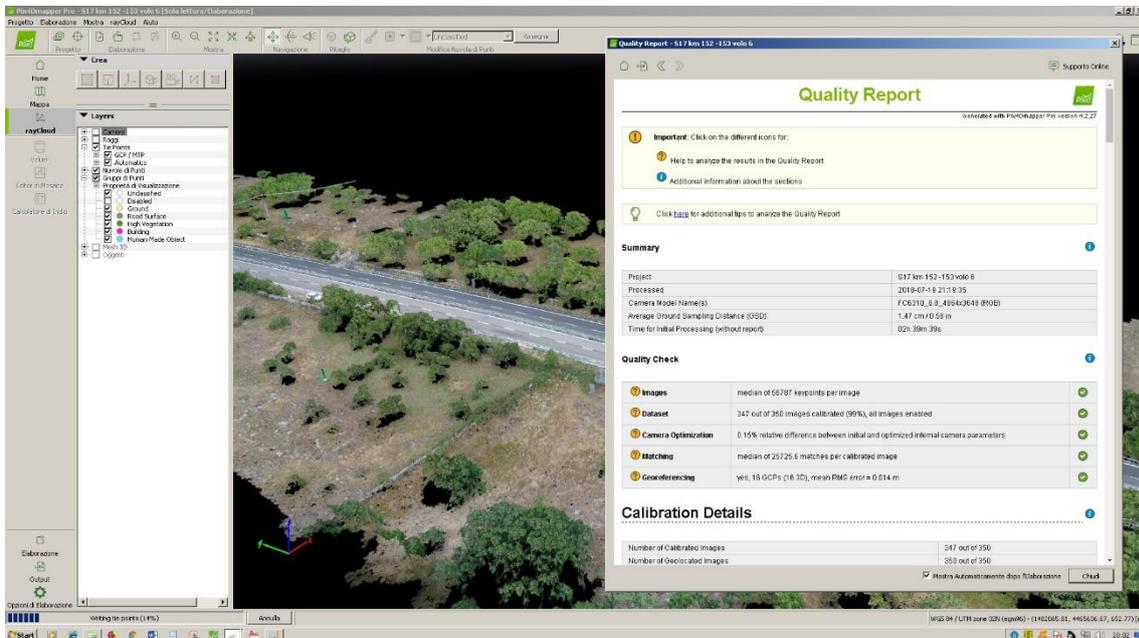


Figura 3 - Schermata della nuvola di punti sui PIX4D con prima pagina del report di elaborazione con dati di precisione dei calcoli in cui possono essere letti il GSD (1,47 cm/px) e altri dati inerenti il volo e il rilievo.

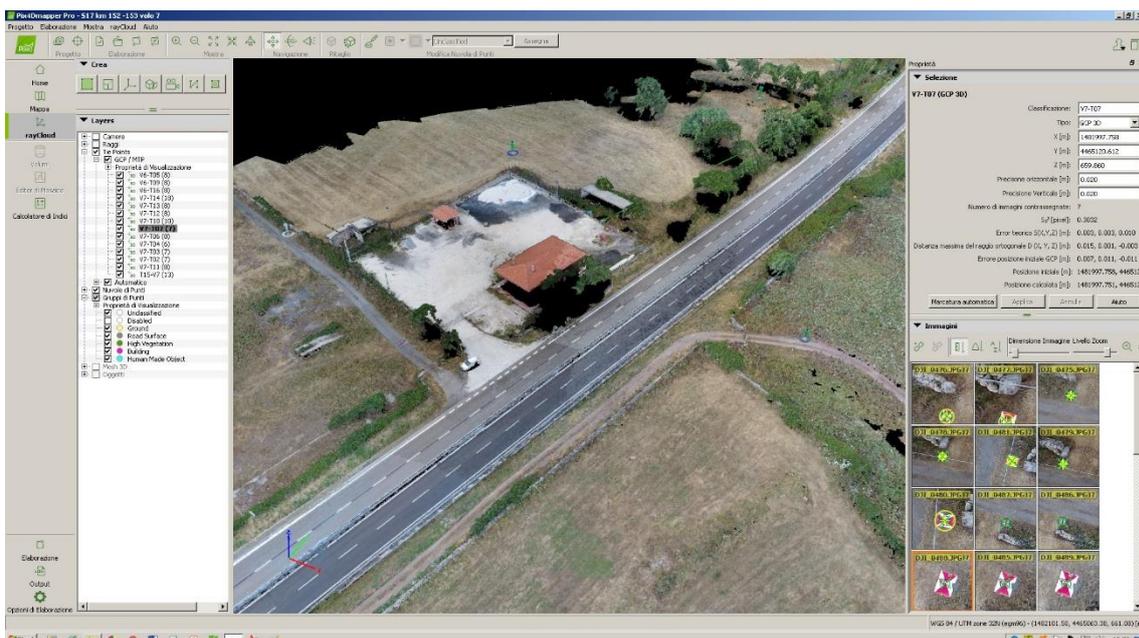


Figura 4 - Schermata della nuvola di punti sui PIX4D inerente la casa cantoniera Anas km 153 s.s.131 con il report di precisioni sul GPC V7-T07 S17

Dalle immagini soprastanti è evidente la capacità del sistema di riprendere e riportare ogni particolare del terreno, comprese le parti marginali sotto la vegetazione riprese dal cono visivo della camera. Questo con tecniche di rilievo GPS sul campo non è mai possibile, a causa dell'impossibilità di vedere i satelliti o un sufficiente numero di essi (almeno 5) per poter configurare la funzione RTK con precisione centimetrica. Normalmente, in vicinanza di edifici o alta vegetazione il GPS RTK ha comunque difficoltà di configurazione per cui diviene difficile il rilievo delle aree contigue a questi intralci.

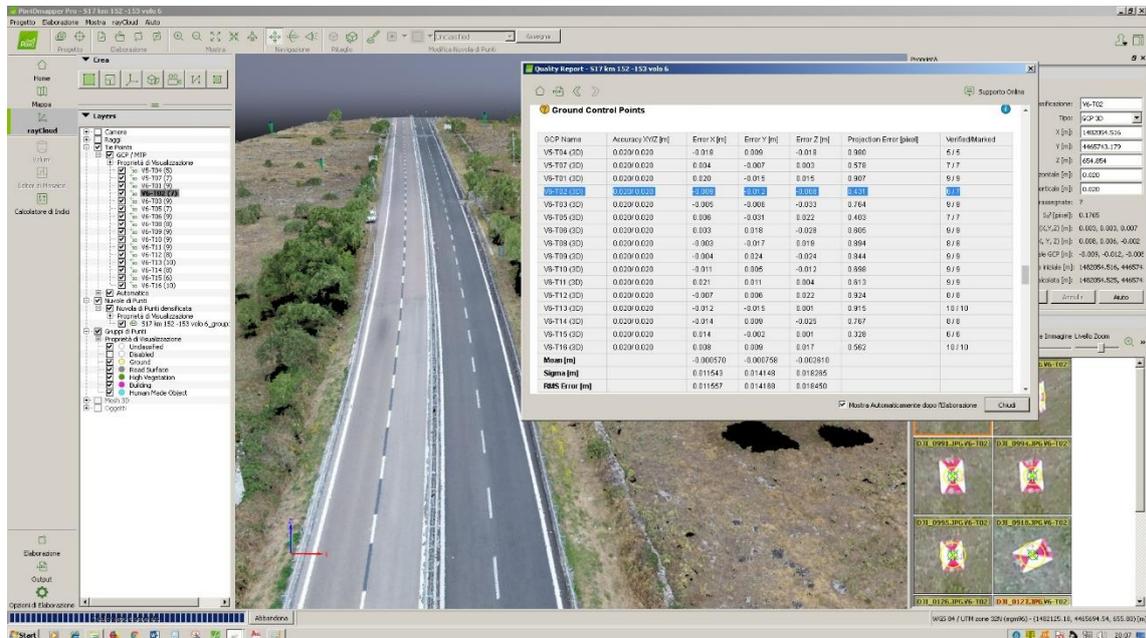


Figura 5 - Schermata della nuvola di punti su PIX4D con successiva pagina del report della tabella dei GPC, precisione dei calcoli e a fianco la tabella del raycloud sul singolo GPC

La nuvola di punti, così come si presenta a questo stadio, tuttavia, non sarebbe utilizzabile per la progettazione stradale in quanto le sezioni da essa estratte conterrebbero gli elementi sopra elencati che, invece, devono essere stralciati dal progetto.

Ancora oggi non esiste un software, e forse mai esisterà perché il computer non ha la capacità distintiva di qualità del cervello umano, capace di selezionare automaticamente i gruppi di punti appartenenti alle diverse categorie secondo i complessi criteri di astrazione che un geometra esperto utilizza.

L'operatore coscienzioso caricherà pertanto sul software di modellazione del territorio, utilizzando tecniche BIM, di nuova concezione, capaci di gestire le centinaia di milioni di punti delle nuvole di rilievo, per costruire il DTM necessario per la progettazione in definitiva eseguendo a tavolino il rilievo come se fosse sul campo, senza problemi di accessibilità e sicurezza.

Nella nostra fattispecie il software prescelto è il LAND, prodotto dalla Sierrasoft di Pordenone, capace di caricare come riferimenti esterni le nuvole di punti e le ortofoto appartenenti alle molteplici WBS.

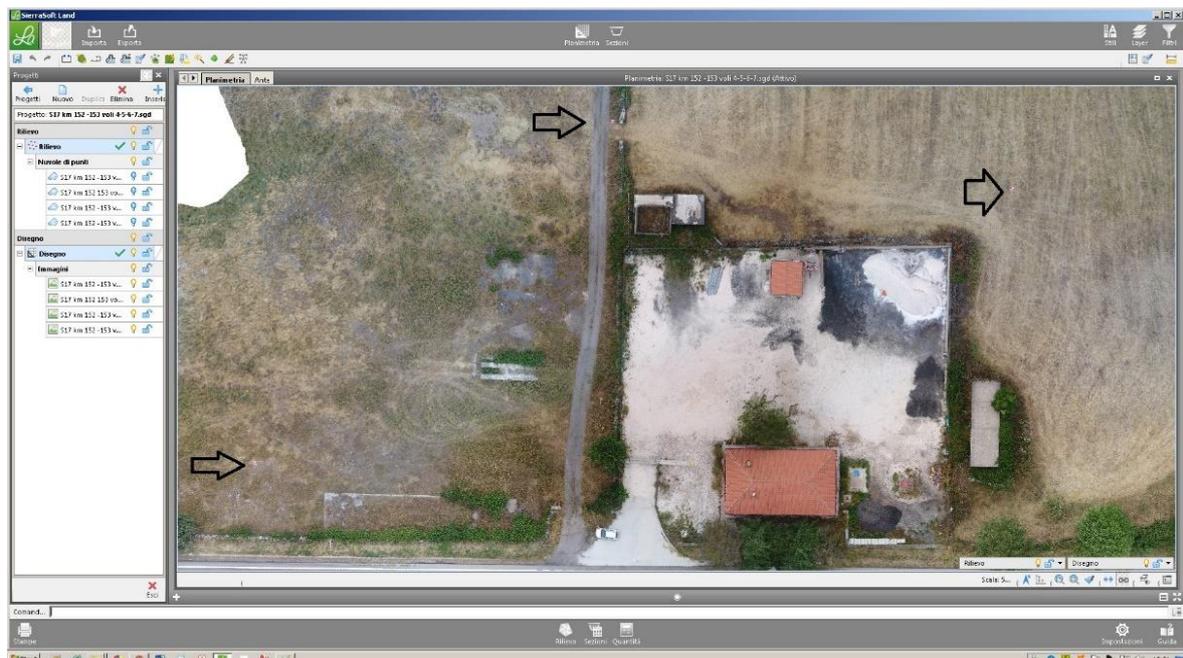


Figura 6 - Schermata dell'ortofoto inerente la casa cantoniera Anas km 153 s.s.131. Le frecce indicano i tre GPC posti lungo la fascia di rilievo in quella specifica area.

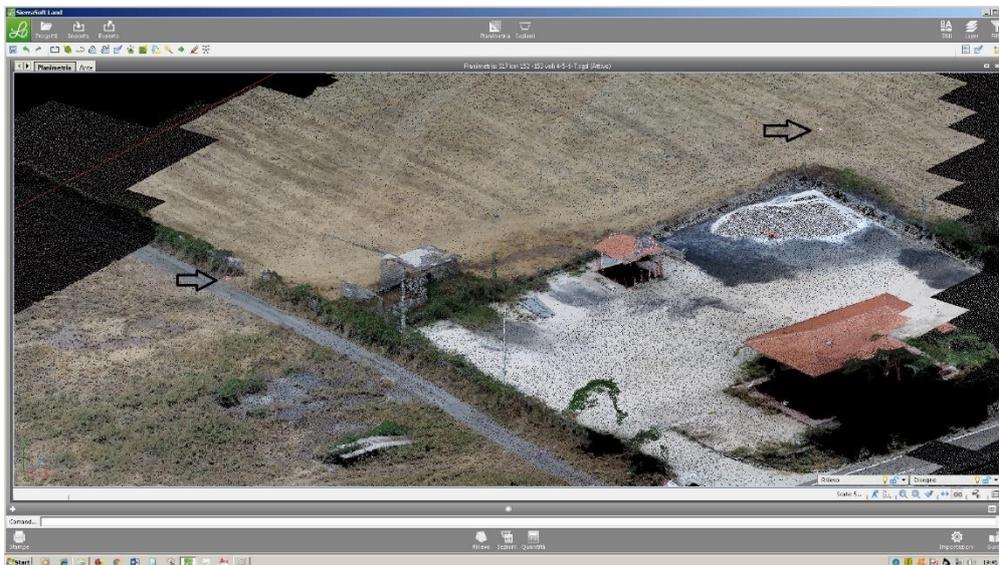


Figura 7 - Schermata dell'ortofoto inerente la casa cantoniera Anas km 153 s.s.131 vista in prospettiva. Le frecce indicano i tre GPC posti lungo la fascia di rilievo in quella specifica area

Sulla nuvola di punti l'operatore (in genere lo stesso che ha effettuato il volo, che conosce quindi lo stato dei luoghi) digita, uno per uno, i vincoli obbligati alla generazione del DTM, esattamente come se stesse effettuando il rilievo sul posto. Ogni vertice della polilinea di vincolo è assimilabile a un punto battuto.

La differenza fra l'uno e l'altro metodo sta fondamentalmente nella possibilità di accesso digitale a tutti gli spazi visibili da una prospettiva nadirale a quota di circa 50 mt, praticamente a tutto ciò che non è coperto da tetti, viadotti, ponti o fitta vegetazione o fuori esce dal cono visivo della camera da presa. Il software LAND consente all'operatore, e inoltre, la possibilità di modificare la quota di punti su manufatti o cespugli, qualora si ritenesse farlo necessario per la corretta costruzione del DTM per oculare scelte interpretative.

Realizzata la "semina dei punti", vertici degli allineamenti obbligati, sarà generato il DTM per 3D Face geodetiche e, da questo, le curve di livello.

Nella fattispecie di questo lavoro si è scelto di generare le curve di livello con equidistanza 25 cm, per una scala, quindi definibile, 1/250.

Questo grado di definizione consente all'operatore di rendersi conto di eventuali errori nella scelta dei punti digitati in seguito all'analisi dell'andamento delle curve di livello e le sue eventuali emergenze. L'operatore esperto validerà il DTM ottenuto soltanto dopo averci navigato sopra, sovrapponendolo alla nuvola di punti e all'ortofoto, da diverse prospettive, di modo da eliminare anche quelle ultime incongruenze possibili.

Al progettista e alla Committente saranno consegnati gli archivi delle foto di ripresa; dei capisaldi Target GPC; dei capisaldi materializzati secondo il disciplinare ANAS; tutte le nuvole di punti ottenute; tutte le immagini mosaico georeferenziate nel formato world, leggibile dai più comuni CAD; il file DWG dei vincoli, con i triangoli 3D Face e, infine, le curve di livello.

Tutto ciò sarà sovrapponibile, in un sistema cartografico CAB-BIM ai files di progetto, verificabile e validabile in contraddittorio.

Tutto ciò inoltre sarà utile in futuro, a lavori in corso, per verifiche contabili o in procedimenti di contenzioso di qualsiasi natura.

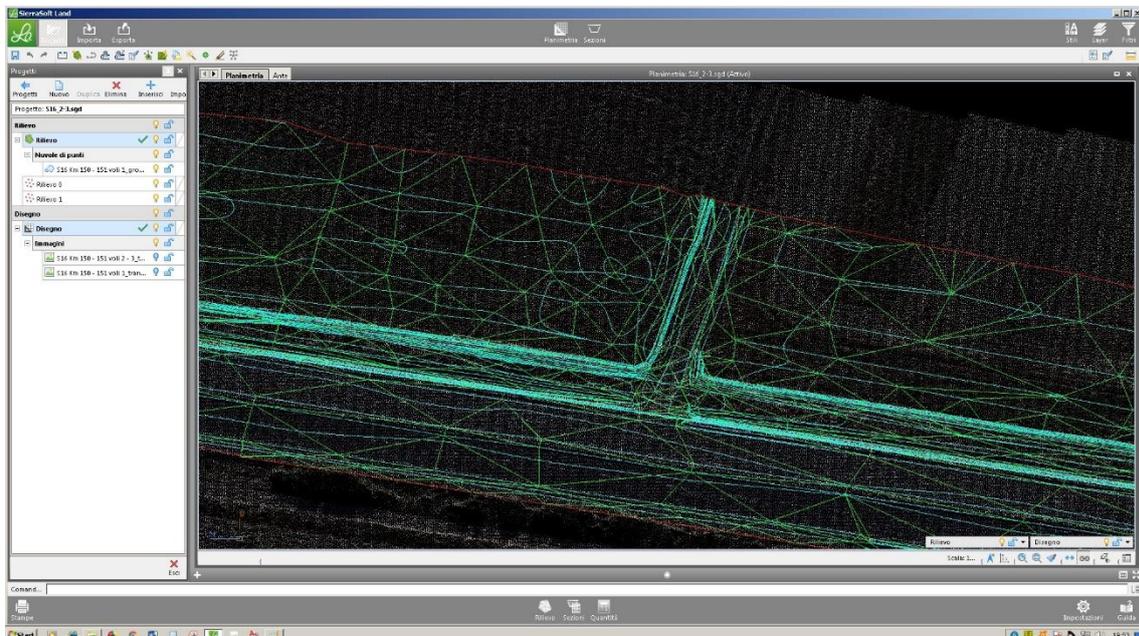


Figura 8 - Schermata della nuvola di punti vista in prospettiva laterale su LAND con in evidenza i vincoli, i triangoli e le curve di livello del DTM

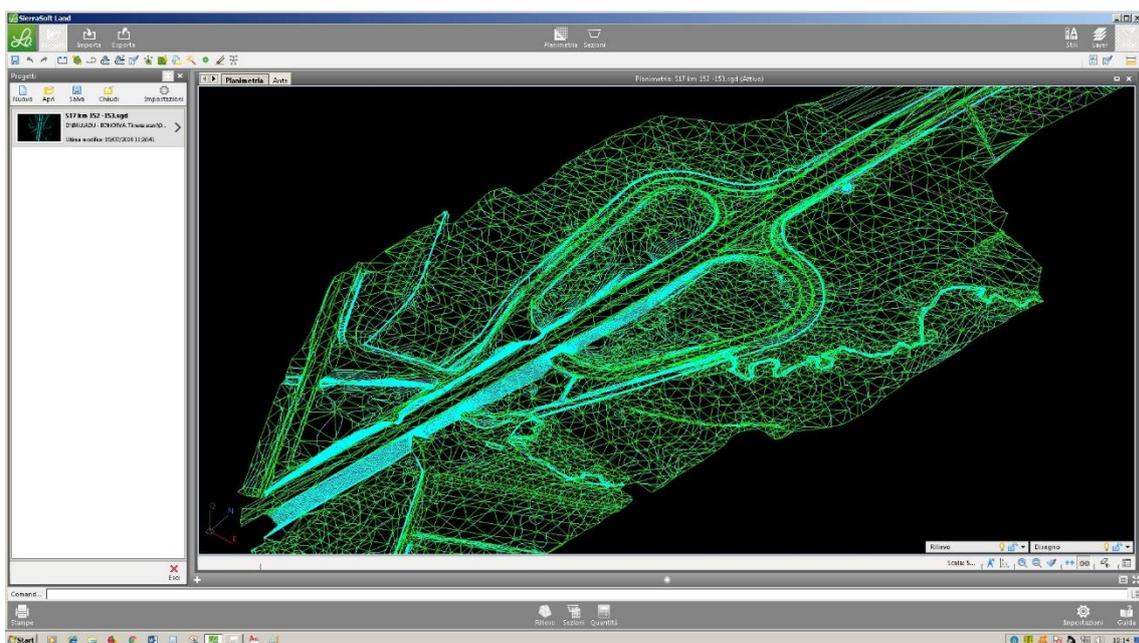


Figura 9- Schermata prospettica svincolo stazione Campeda km 152 su LAND con in evidenza triangoli e le curve di livello del DTM

Infine sarà effettuato l'ulteriore integrazione del rilievo fotogrammetrico delle opere d'arte con voli circolari e da volo libero a bassa quota o dove necessario e richiesto con rilievo a terra tramite disto laser.



Figura 10 - esempio di immagine ad alta definizione ripresa per volo circolare di integrazione del rilievo sul viadotto al km 119 Paulilatino WBS V01. Si notino i due target posti sul cavalcavia e più in basso, a nord, lungo il confine della sede stradale con l'attività industriale di lavorazione della pietra.

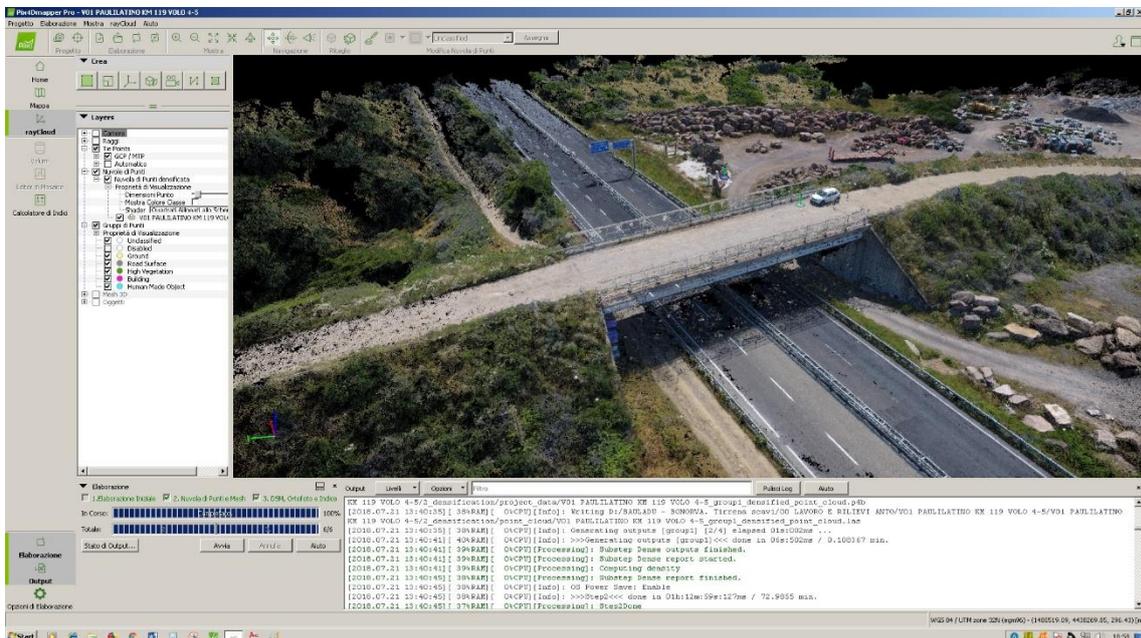


Figura 11 – Vista prospettica sulla nuvola di punti elaborata da PIX4D in corrispondenza del sovrappasso al km 119 della s.s.131 nuvola di punti con ulteriore foto circolare

Personale impiegato

Il personale direttamente responsabile e impiegati sul campo e in studio per la produzione di quanto elencato sarà costituito da topografi senior.

L'operatore drone sarà abilitato ENAC per operazioni CRO, professionali critiche standard.

Le squadre saranno guidate da operatori senior con junior di supporto sia per le operazioni di rilievo che per la restituzione in studio.

Il personale impiegato sarà alle dirette dipendenze degli studi tecnici a cui sarà commissionato il lavoro.

Strumentazione impiegata

Drone ANTO II 23-45-67 (come da registrazione ENAC).

Drone ANTO 12-34-56 (come da registrazione ENAC).

Sistema GPS RTK Trimble 5800

Sistema GPS RTK Trimble 4700

Stazione totale Trimble 5700

Software PIX4D per la restituzione fotogrammetrica e delle nuvole di punti.

Software Topko e Land della Sierrasoft per la restituzione dei rilievi e la modellazione del territorio, restituzione cartografica.

Computer e apparecchiature tipiche dello studio tecnico.

Considerazioni finali

La quantità di informazioni restituite a seguito del rilievo fotogrammetrico tramite SAPR, delle successive elaborazioni per l'ottenimento di un corretto DTM, il grado di definizione, la loro qualità, l'esistenza di ulteriori elaborati, quali foto nadirali, nuvole di punti, ortofotomosaico, non è assolutamente paragonabile a quanto tipicamente veniva restituito a seguito di un rilievo GPS.

Infatti il rilievo GPS veniva normalmente sovrapposto alla cartografia al 2000/1000 di progetto, nella quale integrava le informazioni spaziali e qualitative di dettaglio. Da esso non era desumibile nessuna foto interpretazione dalla dimensione cromatica dei punti, invece presente nella nuvola di punti generata da fotogrammetria tramite SAPR.

Il guadagno per il progettista e l'amministrazione è, a nostro avviso, eccezionale nei seguenti termini:

- Sono ridotti i tempi di rilievo.
- Sono per la gran parte superate le problematiche conseguenti la necessità di accesso alle proprietà private per rilievi.
- Sono superate gran parte delle problematiche e dei costi per la sicurezza degli operatori e degli autoveicoli percorrenti la strada statale, e le persone o cose su di essi trasportati.
- E' migliorata la precisione e la definizione dei luoghi.
- E' migliorata la descrizione qualitativa con possibilità di interpretazione delle caratteristiche dei luoghi, delle colture, dei suoli, degli edifici e dei manufatti; delle condizioni igrometriche e orografiche.
- Si dota l'amministrazione committente e il progettista di un archivio vastissimo da cui, successivamente, potrà estrarre informazioni utili, certe, utilizzabili in qualsiasi contraddittorio o contenzioso.
- E' in linea con le recenti circolari che vedono l'utilizzo del BIM progressivamente introdotto anche nella progettazione e gestione delle infrastrutture di ingegneria civile.

4- RELAZIONE TECNICA FINALE

Relazione su rilievi topografici

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

Lavori di rilievo topografico-fotogrammetrico, elaborazione DTM, cartografie, opere d'arte per la stesura del progetto esecutivo inerente il cantiere di "adeguamento e messa in sicurezza della s.s.131. Secondo Stralcio dal km 108+300 al km 158+000

Relazione tecnica finale

Premessa

La particolarità del servizio di rilievo topografico-fotogrammetrico qui di seguito descritto sta nella vastissima estensione in rapporto all'effettiva consistenza delle opere da realizzarsi.

Esso infatti è sviluppato su circa 50 km e suddiviso in diverse decine di WBS, tra le quali, alcune, minime prevedenti solo interventi di pavimentazione dell'esistente (S03), semplici spostamenti di guard rail per chiusura di accessi (km 126,350), allungamento di corsie di accelerazione e decelerazione, mentre altre riguardano estensioni territoriali anche di circa cento ettari in cui si realizzano importanti svincoli a piani sfalsati (Mulargia, Paulilatino).

Il servizio si è articolato in:

- Acquisizione dei dati di base di progetto.
- Sopralluoghi e programmazione della stesa dei target al suolo e dei voli.
- Rilievo, tramite GPS dei target a terra (sempre visibili nell'orto-foto-mosaico), disposti a quinconce lungo l'area da rilevare con distanze reciproche inferiori ai cento metri. Rilievo GPS di punti particolari, quando necessario, e sulle opere d'arte di cui era richiesto il rilievo in scala 1 / 100 i punti che ne definiscono la sagoma.
- Rilievo fotogrammetrico a seguito di volo con SAPR dotato di una camera da 20 Mg/Px di definizione, a circa 50 m medi dal suolo, programmato tramite software che definisce la maglia degli scatti con sovrapposizione laterale del 60% e longitudinale dell'80%. I dati EXIF, metadati geografici delle foto, sono rilevati in WGS84 tramite il GPS di bordo di cui è dotato il SAPR.
- Restituzione della nuvola di punti tramite il software PIX4D (software house Losanna) che, tramite i target, consente la rototraslazione al Datum EPGS 3003, Monte Mario / Italy zone 1, Gauss Boaga, come richiesto dal disciplinare tecnico.
- Per il calcolo delle quote dei punti al Geoide sono stati utilizzati gli algoritmi IGM, contenuti nel software di restituzione topografica TOPKO, della Sierrasoft (Pordenone) che riportano al Geoide locale le quote dell'ellissoide WGS84

- Restituzione del DTM e di quanto sopra elencato tramite il software LAND della Sierrasoft (Pordenone) e da questo esportazione nel formato DXF/DWG
- La restituzione è stata effettuata per la scala definita 1 / 500, con curve di livello equidistanti 0,25 m, generata dalla triangolazione di Delaunay (DTM) ottenuta a seguito di estrazione diretta da operatore, non automatica, dalle nuvole di punti con GSD (Ground Sampling Distance) pari mediamente a 1,5/2,0 cm/px.
- La restituzione digitale contiene inoltre i vincoli cosiddetti di contorno e liberi sulle discontinuità morfologiche del terreno, anch'essi digitati direttamente dell'operatore/rilevatore, che consentono di evitare l'intersezione dei triangoli DTM con i cigli di scarpate o manufatti. I suddetti vincoli, quando non sono su campo libero ma indicano limiti o particolarità di trasformazioni artificiali, sono tematizzati per layers del formato DXF.
- Il DTM è restituito in 3D.
- Mentre l'orto-foto-mosaico, visibile nella rappresentazione nadirale planimetrica, è sul piano a quota 0,00 slm.

Personale impiegato

I Professionisti direttamente responsabili e impiegati sul campo e in studio per la produzione di quanto prodotto sono il geometra scrivente e il suo collaboratore libero professionista Ignazio Gregorini.

L'operatore drone abilitato ENAC per operazioni CRO, professionali critiche standard è lo scrivente.

Strumentazione impiegata

Drone ANTO II 23-45-67 (come da registrazione ENAC – cancellato e venduto nel dicembre 2018).

Drone ANTO 12-34-56 (come da registrazione ENAC).

Sistema GPS RTK Trimble 5800 di proprietà.

Sistema GPS RTK Trimble 4700 di proprietà.

Software PIX4D per la restituzione fotogrammetrica e delle nuvole di punti.

Software Topko e Land della Sierrasoft per la restituzione dei rilievi e la modellazione del territorio, restituzione cartografica.

Computer e apparecchiature tipiche dello studio tecnico.

In rapporto a quanto riportato sul documento “Norme Tecniche per l’esecuzione di indagini topografiche” si specifica quanto segue.

I target di inquadramento, freccioni di dimensioni 40 * 60 cm circa, sono stati posizionati per il periodo di durata del volo, così come evidente in tutta la documentazione fotografica prodotta, e successivamente rimossi.

I rilievi dei target sono stati effettuati tramite collegamento radio alle stazioni GPS fisse prevalentemente di Oristano, Bolotana, Bono, delle Rete SARNET dell’università di Cagliari, quotidianamente utilizzato da buona parte dei tecnici della Sardegna con risultati di precisione sempre ottimali.

Fra i capisaldi di progetto è stato utilizzato anche un IGM, denominato “Nuraghe Losa”, di cui nella pagina successiva riportiamo la monografia e da cui potranno leggersi gli scarti rilevati pari a +/- 2 cm. (cfr immagini pagine seguenti)

5- MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Relazione su rilievi topografici

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: IGM LOSA

Foto



Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muro di testa di un tubolare stradale.
Sulla rondella è presente l'intestazione IGM

Quota = 308.346

Coordinate WGS 84

Lat 40.115809951

Long 8.793044273

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482394.485

Nord 4440638.431

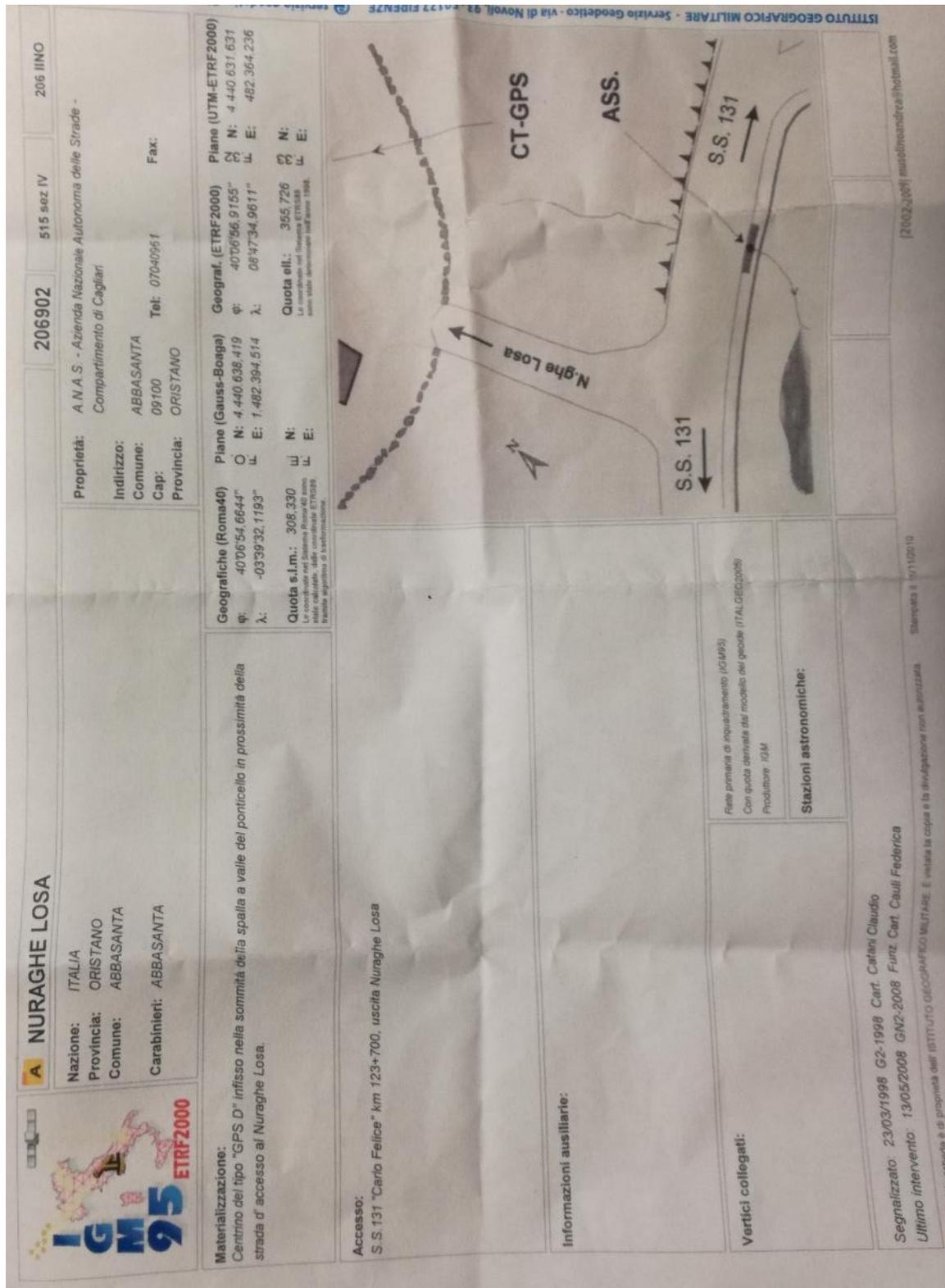
Coordinate Rettilinee

Est 1482417.572

Nord 4440646.544

Indicazioni planimetriche





Consideriamo il risultato ottenuto più che valido in rapporto alla complessità del lavoro richiesto.

Nel corso del rilievo è stata effettuata ogni verifica possibile in rapporto alle cartografie esistenti e a quella fornita da ANAS. I punti noti (capisaldi) sono stati battuti più volte, per verifica, all'inizio della giornata di lavoro.

Una prima restituzione dei files di rilievo in formato DWG è stata effettuata in coordinate Gauss Boaga piane, coeff. Contr. 0,99961.

Rototraslazione in un Datum rettilineo indicato da ANAS

Successivamente, a seguito della richiesta dell'ANAS, tutti i files cartografici sono stati riportati in un sistema di coordinate "rettilineo" attraverso l'algoritmo di trasformazione, approvato dall'ANAS, contenuto nel software Sierrasoft.

Sostanzialmente ANAS ha fornito le coordinate rettilinee di un proprio DATUM tramite 8 punti base da noi indicati, perimetrali a tutta l'area di progetto. Questi, inseriti nei due formati di coordinate in una apposita tabella, hanno consentito la rototraslazione di tutti i singoli files con il metodo polinomiale (utilizzante 7 parametri di trasformazione) con scarti dell'ordine di 3,6 cm massimo per una lunghezza dell'area di circa 50 km.

Tabella degli otto punti utilizzati per la trasformazione da Gauss Boaga a Datum ANAS

	GB		Rettilinee	
	est	nord	est	nord
1	1479884,897	4468202,943	1479828,188	4468215,670
2	1483441,168	4467313,875	1483388,514	4467336,387
3	1480128,001	4461833,606	1480089,596	4461844,302
4	1483462,005	4459499,803	1483431,695	4459519,043
5	1479007,984	4447485,305	1479010,087	4447486,705
6	1488053,311	4446487,486	1488062,168	4446514,349
7	1470990,746	4434510,400	1471026,359	4434483,369
8	1477109,164	4430079,821	1477160,030	4430068,253

Rilievo e materializzazione di capisaldi

Lungo le aree di progetto sono stati disposti 26 capisaldi, materializzati con borchie topografiche metalliche, aventi una cupoletta in cui è alloggiata la puntazza del GPS o dell'asta porta prisma, infisse generalmente su muretti di cls, rocce o altro manufatto stabile, verniciati in testa ed evidenziati con segnali di vernice nelle immediate vicinanze.

La precisione di posizionamento dei punti è quella del GPS collegato alla rete SARNET in Fast Statico, con ricevitore tenuto stabile da bipode piantato al terreno, stazionando per 15 minuti sul punto, pari a +/- 1 cm sia per i piani orizzontali che verticale.

Nelle monografie consegnate sono riportati il nome del punto, una immagine di inquadramento corografico, una foto del punto, le coordinate nei tre sistemi di riferimento utilizzati: Gauss Boaga; Rettilinee ANAS 2° stralcio SS131; WGS 84.

Rilievo delle opere d'arte

In conclusione dei lavori di rilievo in epigrafe sono state rilevate le opere d'arte indicate negli elaborati progettuali.

Specificamente:

- Manufatti idraulici km 127+650
- Ponte al km 122+100
- Ponte al km 122+500
- Scitolare Santa Barbara km 144+500
- Scitolare km 138+600
- Viadotto km 120+500
- Cavalcavia Borore km 134+670

Non tutte le opere d'arte elencate sono in buono stato di manutenzione. Per esempio i ponticelli al km 122+100; 122+500; 127+650 presentano il cls dei cordoli laterali e delle solette in uno stato di relativo degrado. Lo scitolare al km 138+600 presenta, in diversi punti, i ferri d'armatura dei muri d'ala e delle spalle in vista, con processi di carbonatazione in avanzato stadio e distacco delle parti copri-ferro.

Il rilievo delle opere è stato preceduto dal rilievo aerofotogrammetrico tramite SAPR; riferimento Datum EPGS 3003 Gauss-Boaga fuso Ovest; elaborazione delle nuvole di punti; estrazione dei DTM e delle

cartografie; trasformazione delle cartografie nel Datum rettilineo di progetto definito dalla Direzione Generale di ANAS.

A integrazione sono stati rilevati con GPS con la stessa precisione suddetta (+/- 1,5/2 cm) i punti più significativi e accessibili. Successivamente si è proceduto a un rilievo diretto delle opere su elencate tramite disto laser e fettuccia metrica.

Alcuni dei manufatti costituenti queste opere d'arte non sono accessibili perché interni al terreno o all'opera medesima, oppure perché il rilievo diretto comporterebbe l'installazione di un ponteggio provvisorio o l'utilizzo di uno scanner laser che, comunque, rilevarebbe solo le superfici esterne, per esempio degli impalcati. Il laser scanner non sarebbe comunque utilizzabile per il rilievo degli intradossi dei ponti in presenza d'acqua fluente e di vegetazione d'alto fusto.

La restituzione degli elaborati è stata effettuata estraendo la planimetria dalle orto-foto-mosaico nadirali ad alta definizione, nelle versioni in coordinate rettilinee. I files Cad sono pertanto in queste coordinate per la parte planimetrica con orto-foto, riportano una sagoma in 3D e piante, sezioni, prospetti necessari. Nel files di restituzione sono riportate la planimetria quotata 2D, la sezione trasversale, la sezione longitudinale, con il dimensionamento per il plottaggio in scala 1/100 (dim text 0,30).



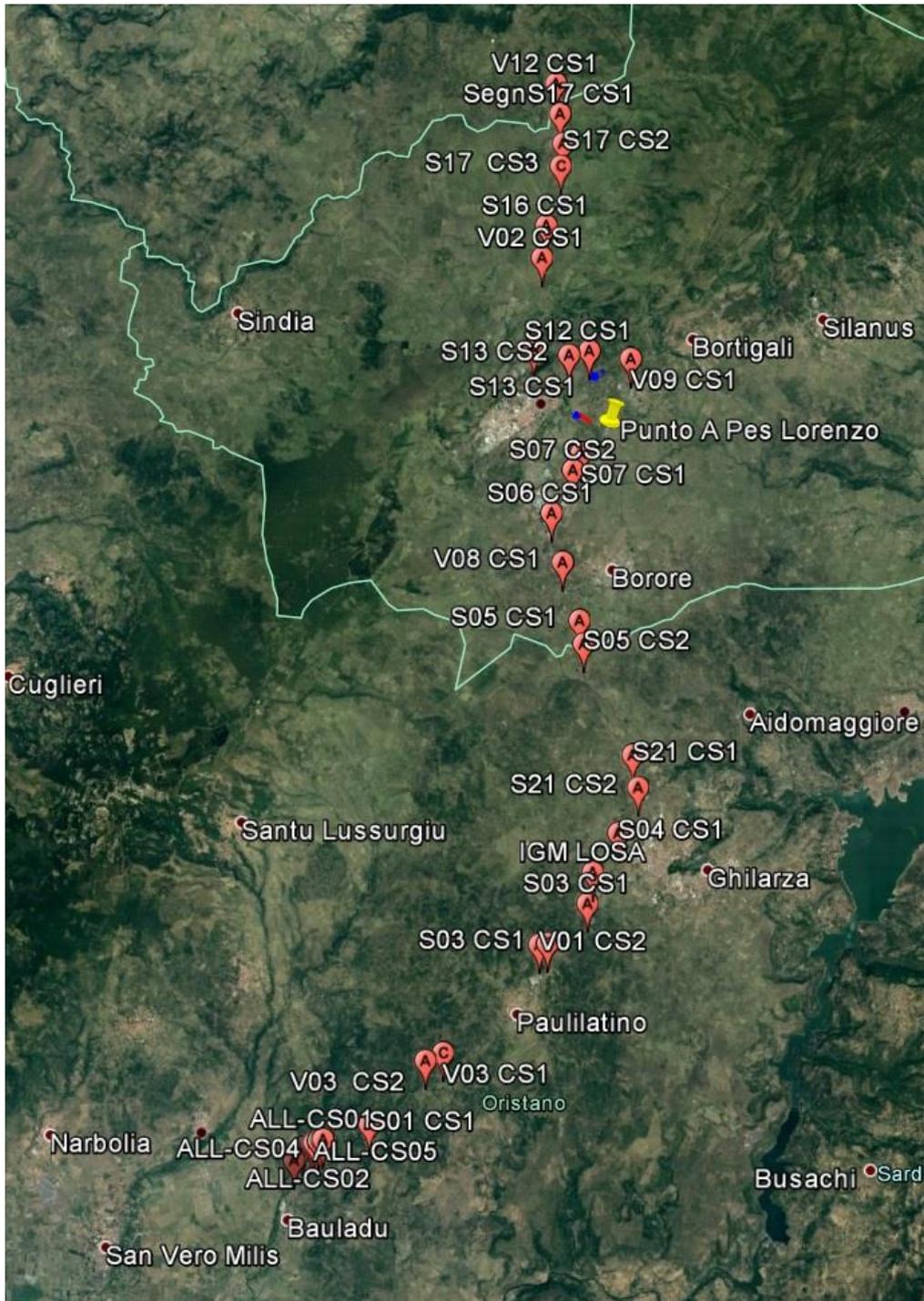
S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: Corografia generale





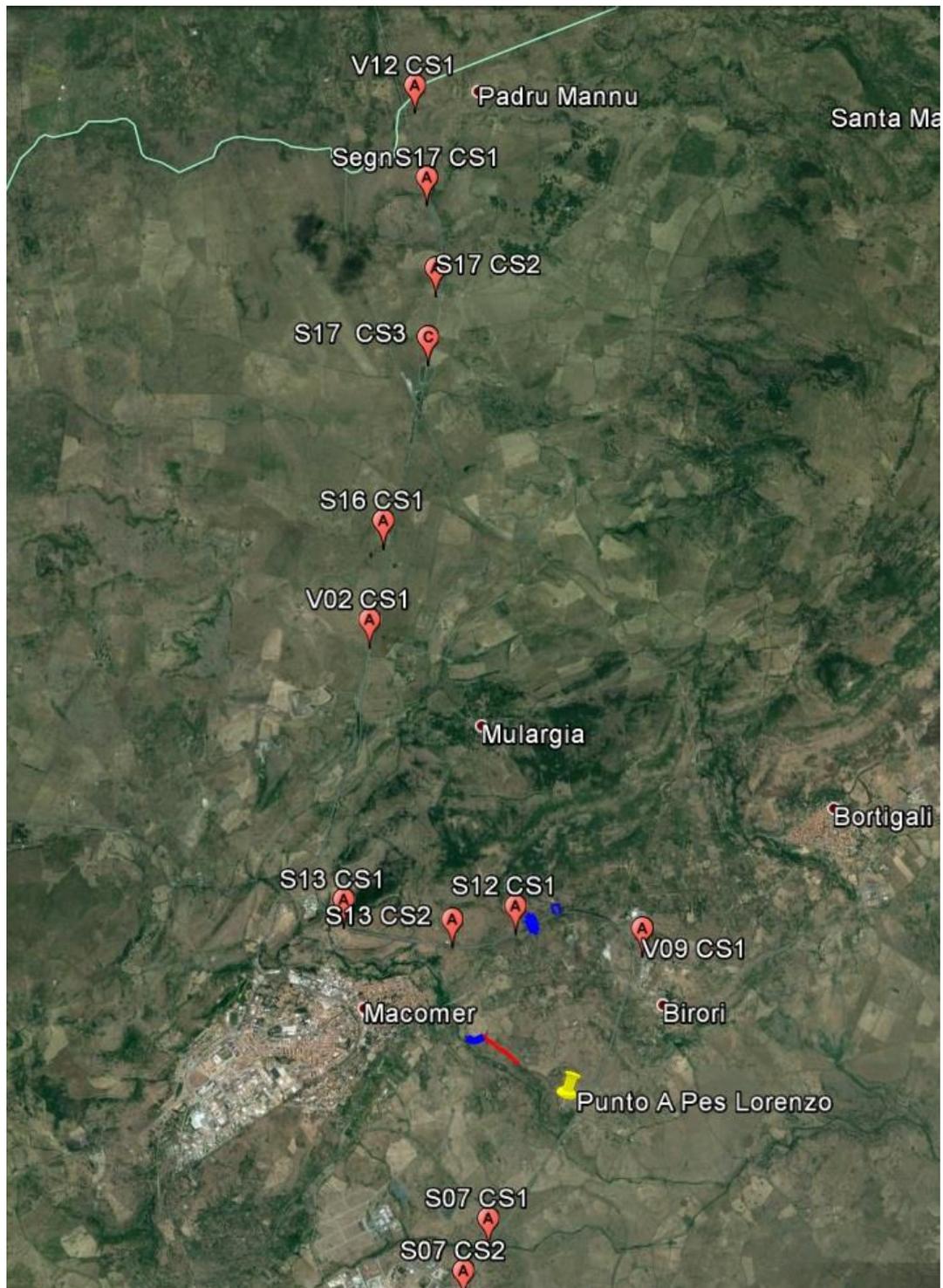
S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: Corografia 1





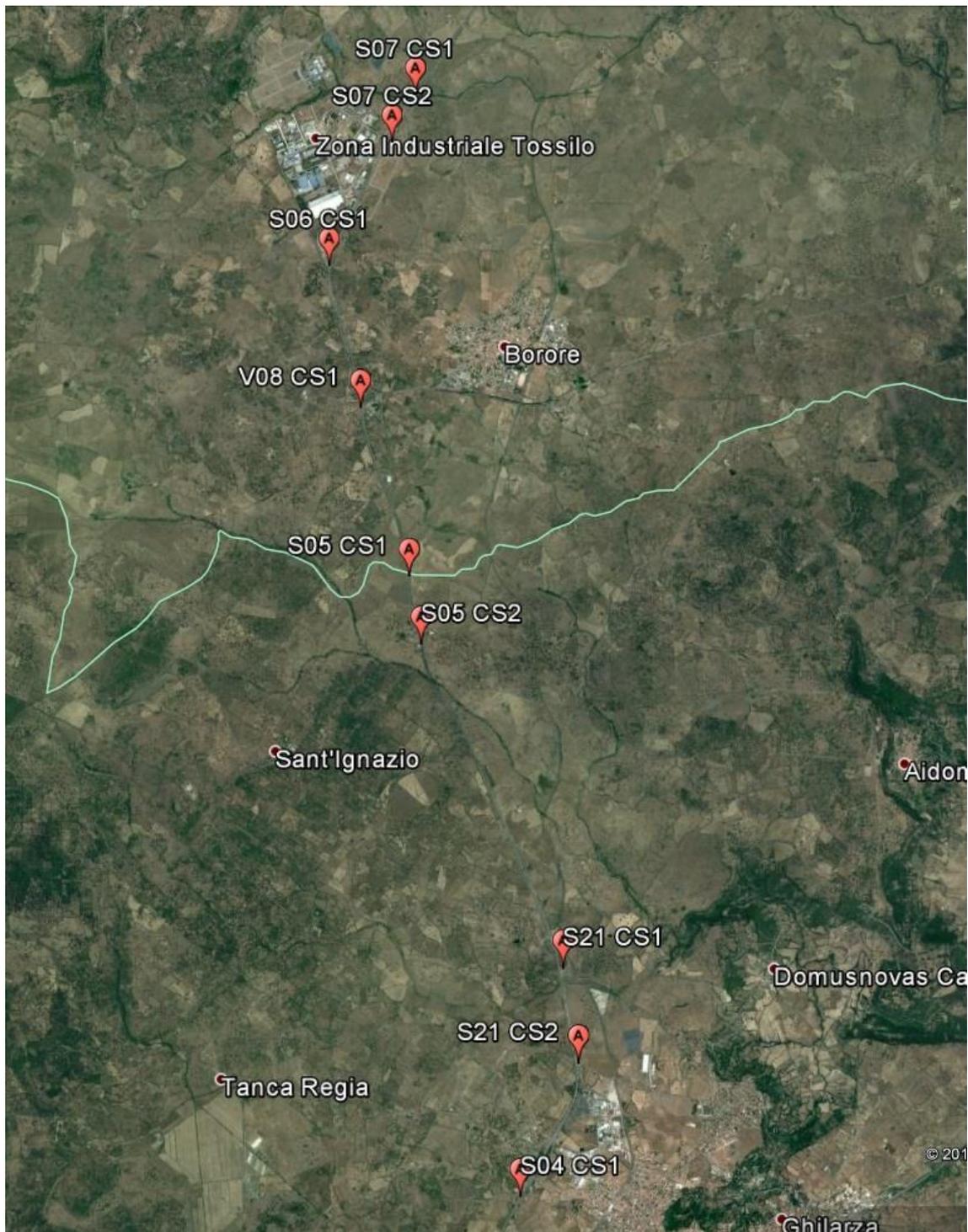
S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: Corografia 2





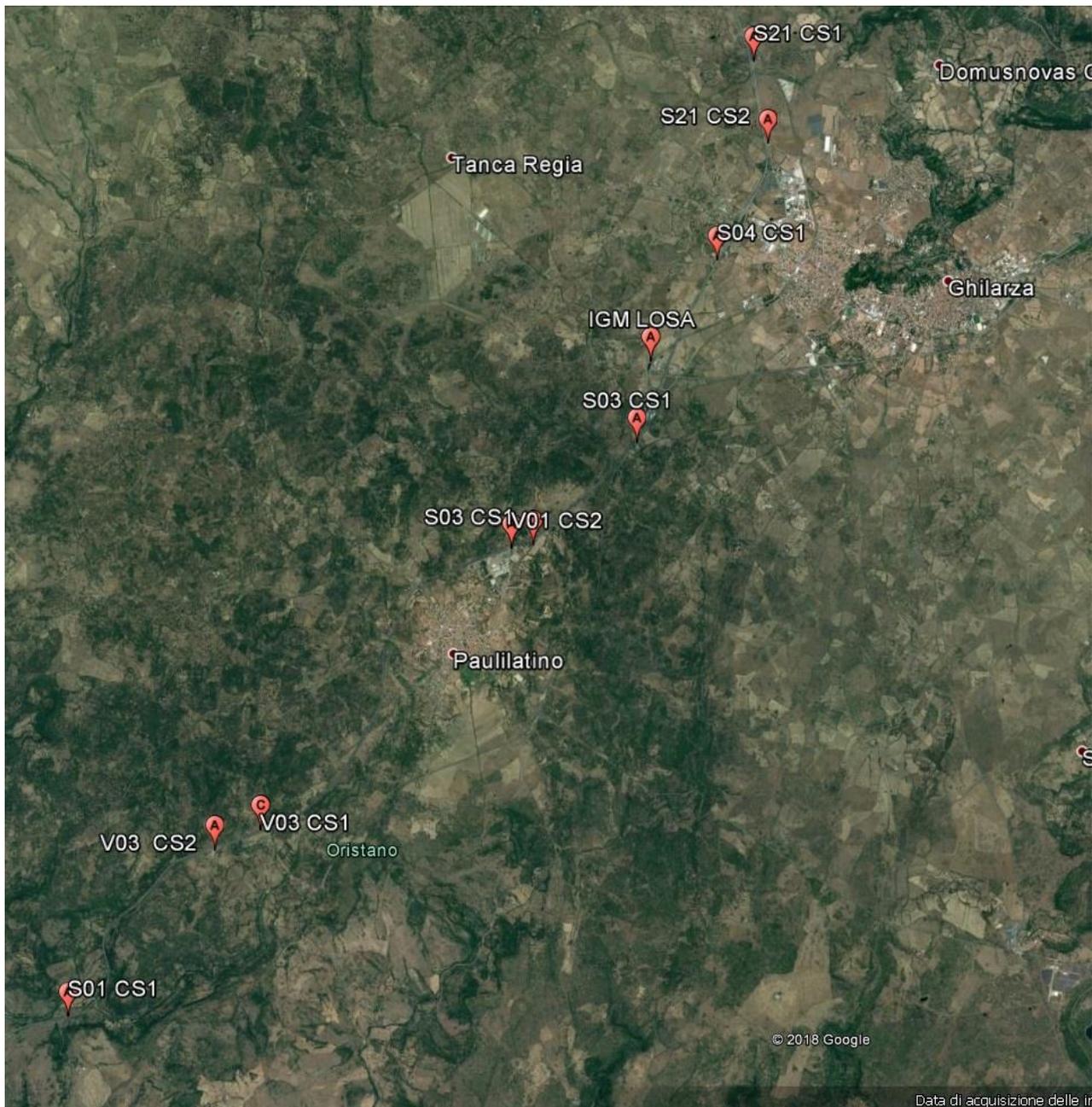
S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: Corografia 3





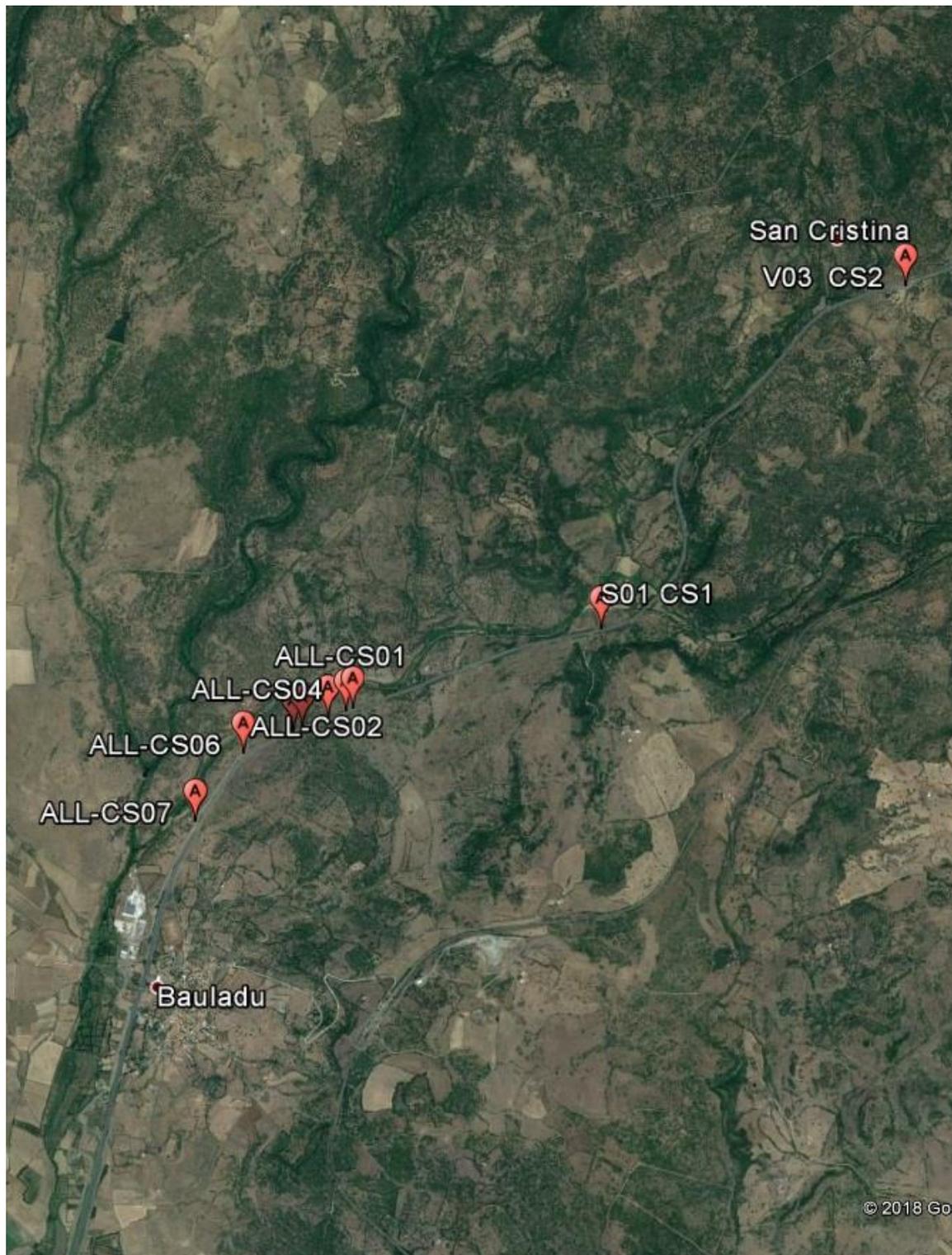
S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: Corografia 4





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: V12 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.354456862

Long 8.785773627

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1481838.712

Nord 4467129.148

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul cordolo di cemento dell'isola spartitraffico svincolo Badd'e S'alighes

Coordinate Rettilinee

Est 1481785.900

Nord 4467146.992

Quota = 648,766

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S13 CS2

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.271964026

Long 8.788714539

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482066.688

Nord 4457971.920

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto sostegno laterale alla s.s. 131 dir. Sassari, fronte zona parcheggi per nuraghe Santa Barbara

Coordinate Rettilinee

Est 1482040.154

Nord 4457986.528

Quota = 590.443

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S17 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.345214119

Long 8.787172758

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1481955.072

Nord 4466102.926

Descrizione:

Chiodo topografico infisso su struttura di cls in elevazione della tramoggia ex impianto frantumazione cava dismessa

Coordinate Rettilinee

Est 1481905.245

Nord 4466120.668

Quota = 658,49

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S17 CS2

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.336124102

Long 8.788165923

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482037.022

Nord 4465093.742

Descrizione:

Chiodo topografico infisso su struttura in cls di ex pedana officina camion, di fianco alla cantoniera ANAS

Coordinate Rettilinee

Est 1481990.116

Nord 4465111.291

Quota = 661.499

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S17 CS3

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.329393707

Long 8.787028290

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1481938.600

Nord 4464346.903

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul cordolo di cemento dell'isola
spartitraffico svincolo Stazione Campeda

Coordinate Rettilinee

Est 1481893.788

Nord 4464363.854

Quota = 659.814

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S16 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.311258969

Long 8.780972633

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1481419.205

Nord 4462335.208

Descrizione:

Chiodo topografico infisso su roccia al centro di un ammasso roccioso vicino alla s.s.131

Coordinate Rettilinee

Est 1481379.924

Nord 4462349.821

Quota = 665,849

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: V02 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.301519389

Long 8.779034913

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1481251.862

Nord 4461254.531

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto di cls laterale alla s.s.131
nelle vicinanze svincolo Mulargia e un pannello della segnaletica

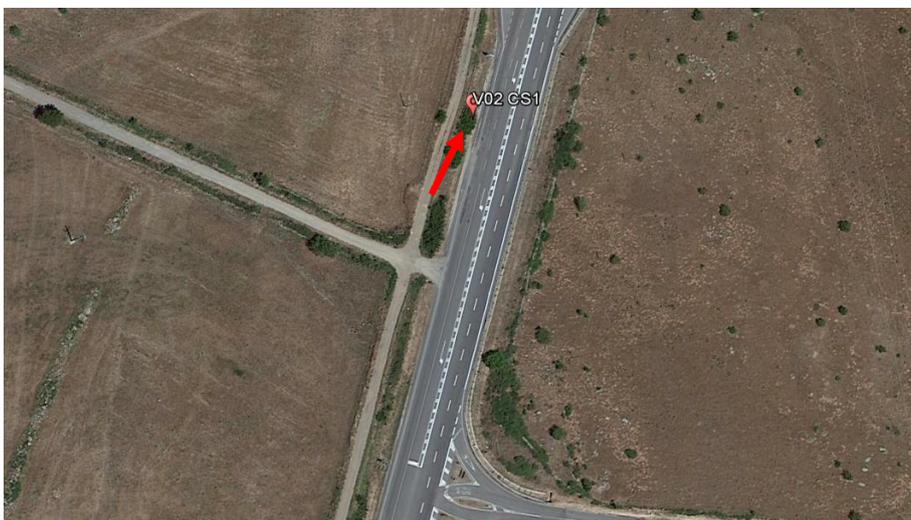
Coordinate Rettilinee

Est 1481215.599

Nord 4461268.207

Quota = 661.885

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S13 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.274144086

Long 8.774792650

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1480883.632

Nord 4458216.813

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muro di cls lato Cagliari della s.s.131
vicinanze accesso azienda e piazzola

Coordinate Rettilinee

Est 1480855.893

Nord 4458228.145

Quota = 563.426

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: V09 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.270533681

Long 8.812686474

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1484104.498

Nord 4457808.579

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto di cls dell'isola spartitraffico
svincolo Birori

Coordinate Rettilinee

Est 1484079.304

Nord 4457828.948

Quota = 499.857

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S07 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.242363689

Long 8.791995009

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482337.913

Nord 4454685.675

Descrizione:

Chiodo topografico infisso su blocco di cls posto di fianco alla piazzola sulla s.s.131 lato Cagliari

Coordinate Rettilinee

Est 1482320.884

Nord 4454699.657

Quota = 403.035

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S07 CS2

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.237370957

Long 8.788763636

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482061.737

Nord 4454132.141

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul battuto di cls all'interno dell'isola spartitraffico svincolo ZIR Tossilo Nord

Coordinate Rettilinee

Est 1482046.171

Nord 4454145.096

Quota = 421.905

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S06 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.224489524

Long 8.780060165

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1481317.835

Nord 4452704.130

Descrizione:

Chiodo topografico infisso su muretto di cls nello svincolo chiuso per la ZIR di Tossilo

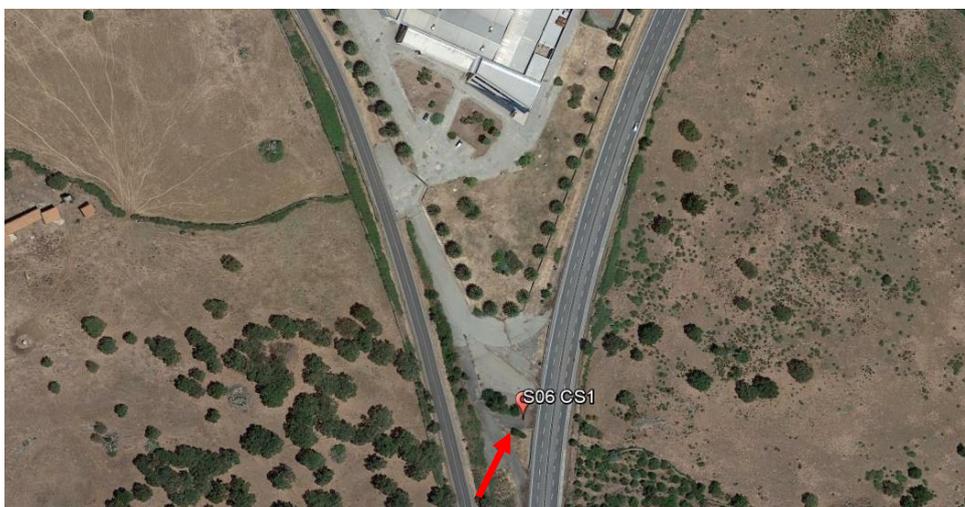
Coordinate Rettilinee

Est 1481306.027

Nord 4452714.348

Quota = 433.559

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: V08 CS1

Foto



Coordinate WGS 84
Lat 40.209519871
Long 8.784010800

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest
Est 1481649.924
Nord 4451041.710

Descrizione:
Chiodo topografico infisso sul muro di cls laterale alla s.s.131 lato Cagliari vicino al cavalcavia per Borore

Quota = 424.342

Coordinate Rettilinee
Est 1481643.006
Nord 4451052.166

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S05 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.191813971

Long 8.790061192

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482160.173

Nord 4449075.167

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto di cls laterale alla s.s.131
lato Cagliari

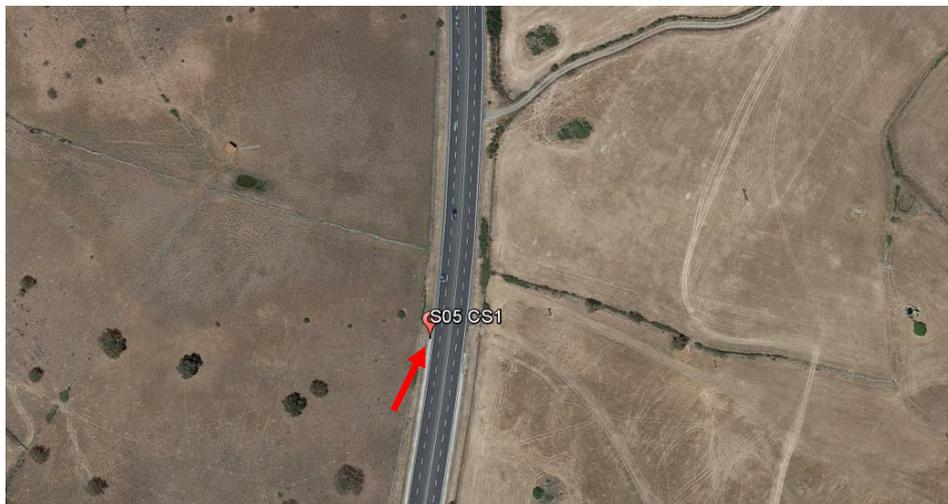
Coordinate Rettilinee

Est 1482159.088

Nord 4449086.239

Quota = 378.543

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S05 CS2

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.184757077

Long 8.791484701

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482279.509

Nord 4448291.587

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto di cls laterale alla s.s. 131,
lato Cagliari, sull'ingresso alla casa cantoniera ANAS

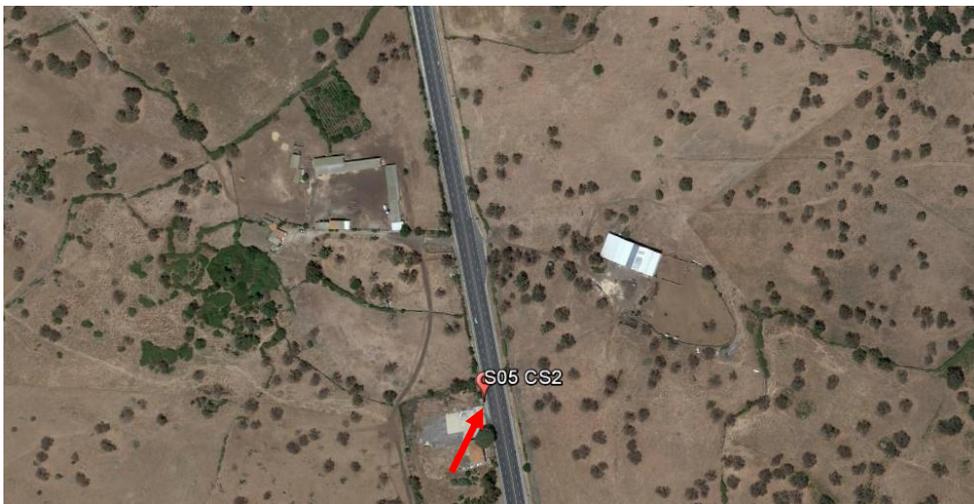
Coordinate Rettilinee

Est 1482280.712

Nord 4448302.664

Quota = 371.026

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S21 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.150789541

Long 8.809736137

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1483825.209

Nord 4444517.818

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul cordolo di cemento dell'isola spartitraffico svincolo per Norbello

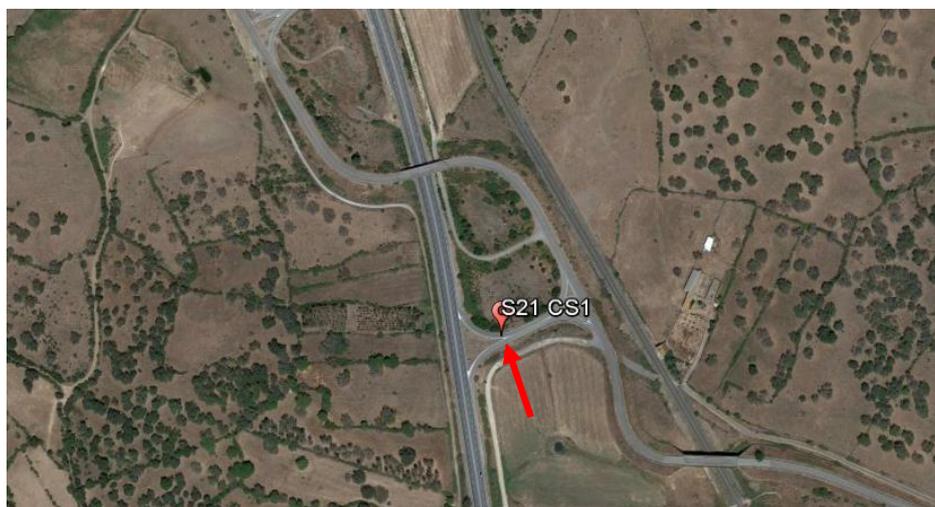
Coordinate Rettilinee

Est 1483837.851

Nord 4444531.699

Quota = 326.096

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S21 CS2

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.140976773

Long 8.811566774

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1483978.824

Nord 4443428.311

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto di cemento dell'isola spartitraffico svincolo strada comunale per Norbello

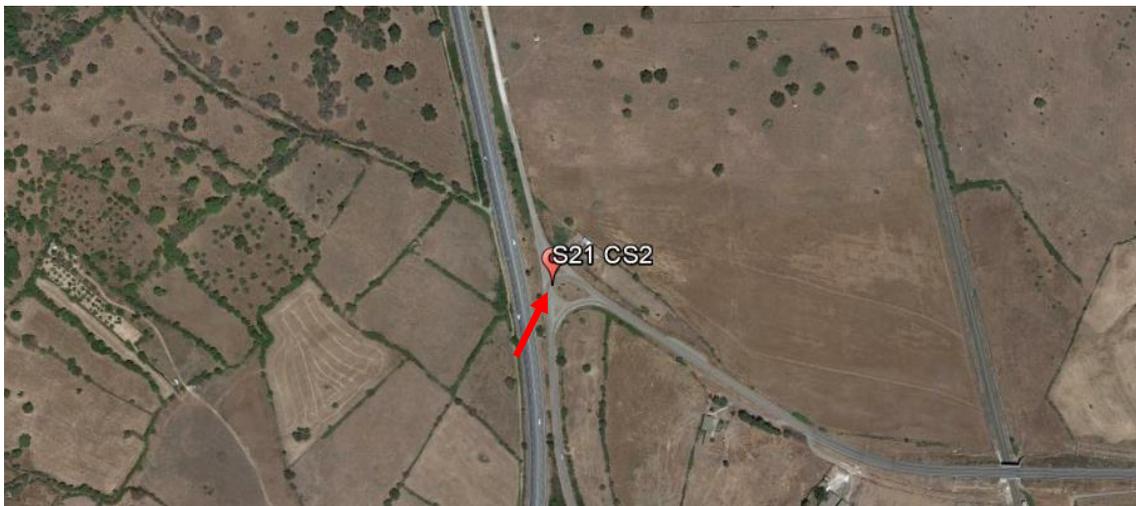
Coordinate Rettilinee

Est 1483994.641

Nord 4443442.164

Quota = 324.882

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S04 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.127418660

Long 8.803440832

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1483283.290

Nord 4441924.926

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto di cemento laterale alla s.s.131, verso Cagliari, dopo lo svincolo per Abbasanta

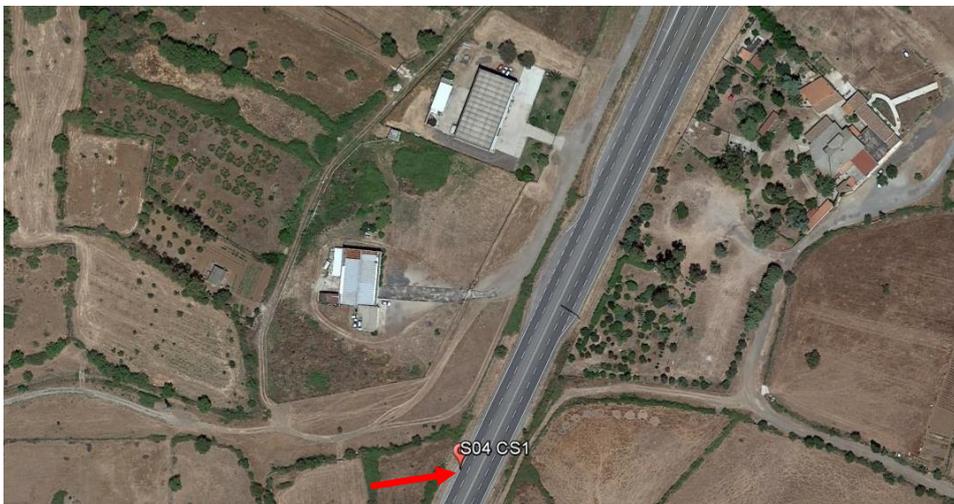
Coordinate Rettilinee

Est 1483303.094

Nord 4441936.139

Quota = 321.035

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: IGM LOSA

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.115809951

Long 8.793044273

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482394.485

Nord 4440638.431

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muro di testa di un tubolare stradale.
Sulla rondella è presente l'intestazione IGM

Coordinate Rettilinee

Est 1482417.572

Nord 4440646.544

Quota = 308.346

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S03 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.106414424

Long 8.790659569

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482188.817

Nord 4439596.051

Descrizione:

Chiodo topografico caposaldo delle ferrovie, lungo il tracciato ferroviario vicinanze ponte km 122+500

Coordinate Rettilinee

Est 1482214.786

Nord 4439603.125

Quota = 283.817

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: V01 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.094770920

Long 8.774735882

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1480828.399

Nord 4438307.006

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto di cls laterale alla s.s. provinciale da Paulilatano verso la s.s.131 lato Sassari

Coordinate Rettilinee

Est 1480857.452

Nord 4438309.632

Quota = 288.015

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: V01 CS2

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.094414474

Long 8.771462039

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1480549.225

Nord 4438268.156

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muro di cls della spalla viadotto
agricolo Paulilatino, km 120+500

Coordinate Rettilinee

Est 1480578.268

Nord 4438269.967

Quota = 302.959

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

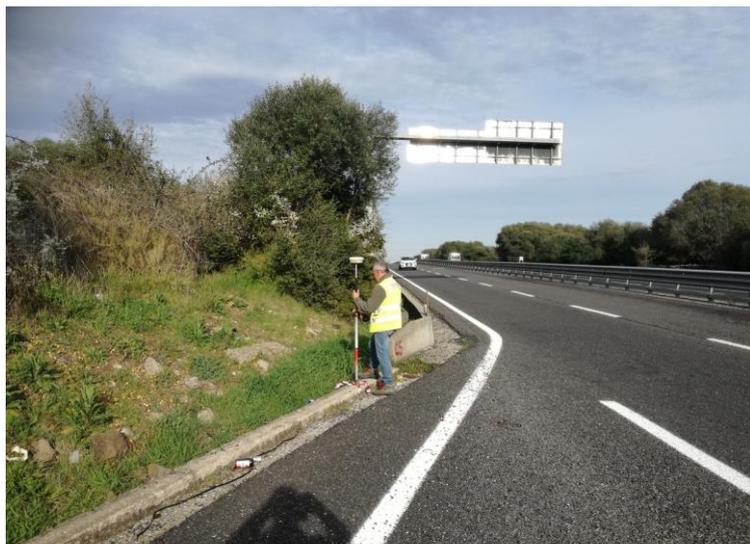
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: V03 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.062523482

Long 8.732946436

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1477255.421

Nord 4434737.638

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto di cemento all'inizio della corsia di decelerazione svincolo Santa Cristina verso Cagliari

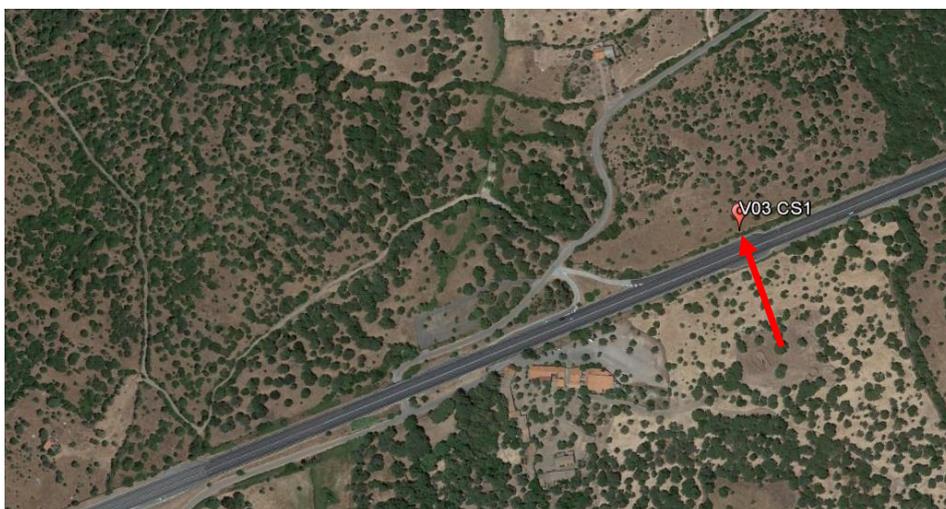
Coordinate Rettilinee

Est 1477293.092

Nord 4434728.517

Quota = 216.239

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: V03 CS2

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.060332965

Long 8.725727607

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1476639.029

Nord 4434496.381

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul muretto di cemento dell'isola spartitraffico svincolo Santa Cristina

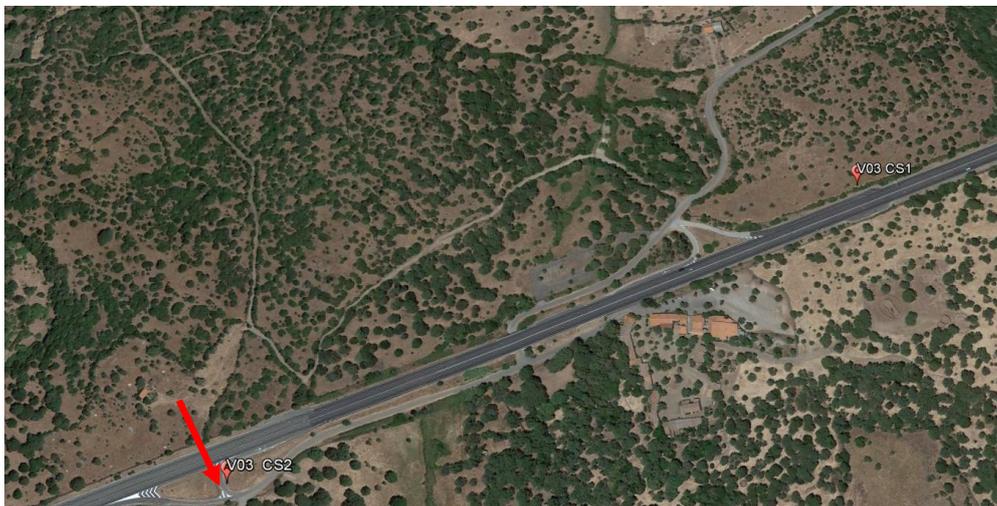
Coordinate Rettilinee

Est 1476677.120

Nord 4434485.398

Quota = 202.031

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S12 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.273080433

Long 8.796689835

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1482745.048

Nord 4458094.257

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul cordolo di cemento dell'isola spartitraffico svincolo Badd'e S'alighes

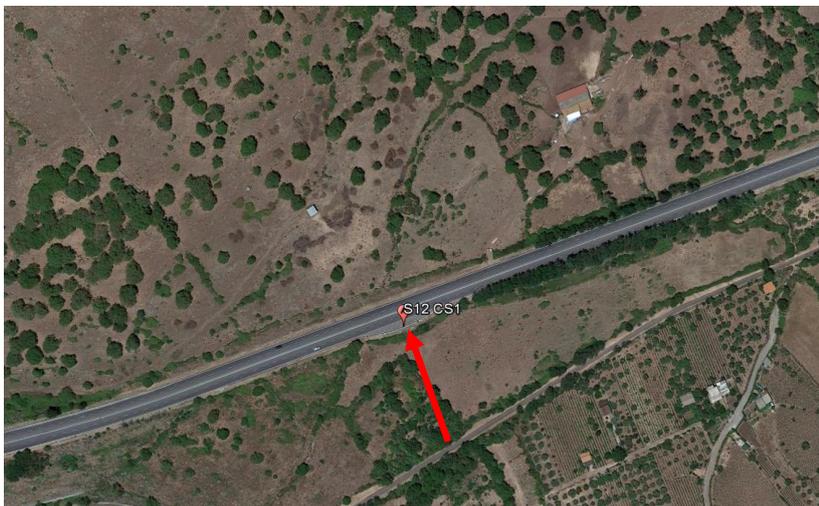
Coordinate Rettilinee

Est 1482718.455

Nord 4458110.857

Quota = 565.860

Indicazioni planimetriche





S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio
dal km 108+300 al km 158+000

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

MONOGRAFIE CAPISALDI TOPOGRAFICI

Nome: S01 CS1

Foto



Coordinate WGS 84

Lat 40.041323747

Long 8.702809175

Coordinate Gauss-Boaga – fuso Ovest

Est 1474677.378

Nord 4432392.778

Descrizione:

Chiodo topografico infisso sul battuto di cemento dello scarico a valle cunetta alla francese verso Cagliari

Coordinate Rettilinee

Est 1474720.608

Nord 4432375.296

Quota = 86.611

Indicazioni planimetriche



6- RELAZIONE DI COLLAUDO

Relazione su rilievi topografici

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it



Geodesia
tecnologie srl

Via Forlanini 17 09126 Cagliari

Servizio Tecnico di Collaudo dei Rilievi Topografici inclusi nel primo Contratto Attuativo CDG-197843 del 05/04/2019", degli "Interventi di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali dal km 108+300 al km 109+825 della S.S. 131 Carlo Felice – Secondo Stralcio dal Km 108+300 al Km 158+000"

Committente

Anas SpA

Coordinamento Territoriale Sardegna

RELAZIONE DI COLLAUDO

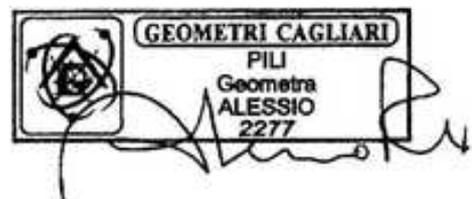
GEODESIA TECNOLOGIE srl

L'Amministratore Unico
Geom. Carlo Vadilonga


Geodesia tecnologie srl
l'Amministratore unico

Il Tecnico Abilitato
Geom. Alessio Pili

(Collegio dei Geometri e Geometri Laureati Prov. di Cagliari n.2277)


GEOMETRI CAGLIARI
PILI
Geometra
ALESSIO
2277

RELAZIONE DI COLLAUDO

Servizio Tecnico di Collaudo dei Rilievi Topografici inclusi nel primo Contratto Attuativo CDG-197843 del 05/04/2019", degli "Interventi di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali dal km 108+300 al km 109+825 della S.S. 131 Carlo Felice - Secondo Stralcio dal Km 108+300 al Km 158+000".

Committente: **ANAS** spa

Premessa:

Con lettera di affidamento n° CAAD030-19_79SCA2019 l'ANAS spa ha affidato alla società Geodesia Tecnologie srl l'incarico per l'esecuzione del "Servizio Tecnico di Collaudo dei Rilievi Topografici inclusi nel primo Contratto Attuativo CDG-197843 del 05/04/2019", degli "Interventi di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali dal km 108+300 al km 109+825 della S.S. 131 Carlo Felice".

La prestazione prevederà tutte le attività necessarie per eseguire le operazioni di collaudo dei rilievi topografici eseguiti dall'Impresa ATI Tirrena Scavi Spa - Serlu Costruzioni Srl Cesi Srl nell'ambito del I Contratto Attuativo CDG-197843_I del 05/04/2019 dell'Accordo quadro quadriennale per l'esecuzione di interventi di messa in sicurezza e adeguamento sulla S.S. 131 "Carlo Felice" dal Km 108+300 al Km 209+500 - Secondo Stralcio dal Km 108+300 al Km 158+000.

Più nello specifico, in riferimento ai seguenti allegati costituenti parte integrante del presente incarico:

- Relazione Tecnica, Relazione utilizzo SAPR e Monografie Capisaldi inviati dall'Appaltatore con nota CDG-315795 del 31/05/2019;
- Norme Tecniche ANAS sui rilievi topografici rev. 03-07-2017;

- Elenco dei rilievi eseguiti (finalizzati alla redazione della cartografia plano-altimetrica) con indicazione delle superfici rilevate ed esiti degli stessi rilievi in coordinate Gauss-Boaga ed in coordinate Piane Rettilinee (ottenuto per post elaborazione mediante una rototraslazione):

La prestazione prevederà l'esecuzione delle attività di collaudo previste al CAP 13 delle citate Norme Tecniche comprensive di tutti gli oneri per dare il servizio finito a perfetta regola d'arte.

Dovrà essere redatta apposita relazione tecnica (Par. 13.2 N.T.) contenente i risultati delle verifiche effettuate, tramite misure dirette da eseguirsi in loco, ed analisi di processamento dei dati consegnati dalle ditte affidatarie dei servizi, nonché le determinazioni finali in merito all'ammissibilità dei prodotti cartografici, alla necessità di revisione parziale degli stessi od alla inammissibilità per gravi incongruenze riscontrate. Per i contenuti minimi occorrerà riferirsi alle tabelle presenti al punto 13.2 delle Norme Tecniche.

Si specifica altresì che, essendo le modalità di esecuzione dei rilievi finalizzati alla redazione della cartografia plano-altimetrica differenti rispetto alla modalità prevista al Cap 12 delle N.T. "Rilievi Lidar e Aerofotogrammetrici da SAPR", occorrerà integrare dette Norme Tecniche con le indicazioni fornite nella relazione giustificativa dal professionista incaricato dei rilievi, tenendo ben presente che, a prescindere dalla metodologia, dovrà essere verificato il rispetto delle tolleranze previste dal Cap. 5 delle succitate Norme Tecniche. In relazione ai rilievi delle opere d'arte, il professionista dovrà verificare il rispetto delle tolleranze piano-altimetriche previste per i rilievi celerimetrici in scala 1:500 (Cap. 5 N.T.)

La relazione dovrà infine contenere le considerazioni relative alle eventuali manchevolezze riscontrate con indicazione se le stesse siano o meno sanabili e necessitino di eventuali integrazioni da parte dell'esecutore. Tale relazione dovrà essere consegnata ad ANAS sia in copia cartacea firmata e timbrata che in formato PDF/A con firma elettronica da parte del tecnico incaricato.

L'Impresa incaricata dei collaudi si impegna ad eseguire le anzidette attività in ottemperanza alla normativa vigente, alle prescrizioni del presente Contratto e relativi allegati.

Descrizione dei lavori:

L'Appaltatore avrebbe dovuto eseguire un rilievo celerimetrico in scala 1:500 delle aree oggetto di intervento comprese fra il Km 108+300 e il Km 150+000 della SS. 131.

Come riferito dalla Stazione Appaltante, l'ATI esecutrice, in considerazione delle seguenti problematiche

1. l'assenza di provvedimenti che autorizzassero l'accesso alle aree da rilevare (in gran parte recintate e con la presenza di bestiame);
2. la scarsa sicurezza degli operatori durante l'esecuzione di rilievi celerimetrici sia lungo un'arteria ad alta densità di traffico che all'interno di aree occupate da bestiame;
3. i maggiori oneri e l'allungamento dei tempi che la risoluzione delle problematiche evidenziate avrebbero causato.

ha proposto ad ANAS di realizzare, al posto del rilievo celerimetrico in scala 1:500, l'esecuzione di un rilievo fotogrammetrico da SAPR.

Nella relazione tecnica, allegata al presente incarico, sono state indicate sia le modalità di esecuzione che le precisioni attese e gli elaborati di consegna come di seguito riportati.

Realizzazione di una rete di capisaldi

- "Rilievo Capisaldi di raffittimento, inquadrati nel Datum di progetto; materializzati tramite borchie metalliche, secondo le indicazioni del disciplinare ANAS; rilevati tramite sistema topografico GPS supportato dalla rete geodetica di stazioni fisse SarNet, certificata dall'Università di Cagliari, utilizzata da oltre un decennio con risultati di precisione assoluta."

Posizionamento e rilievo dei GPC

- "Stesa e rilievo dei target mobili al suolo, inquadrati nel Datum di progetto, con la precisione tipica del GPS RTK collegato alla rete SARNET, pari +/- 1,5 cm."

Esecuzione del volo

- "Altezza volo sempre compresa fra i 30 e i 60 mt dal suolo di decollo. Overlap > 80% longitudinale > 60 trasversale, rispetto al percorso programmato di ripresa. Velocità massima di ripresa 5/6 mt sec ad evitare "scivolamenti della ripresa in rapporto a velocità e tempo di apertura dell'obiettivo."

Tipologia del SAPR

- “Il SAPR utilizzato sarà un quadricottero di marca DJI dotato di una camera con definizione 20Mpx e comandato attraverso la App PIX4D capture, capace di programmare la maglia delle riprese in rapporto a velocità, overlay, altezza dal suolo e definizione richiesta del GSD (Ground Sampling Distance-campionatura minima della nuvola di punti ottenuta), effettuare voli circolari attorno a un punto scelto, interni a un poligono, doppi, o quadrangolari.”

Elaborazione del dato per la generazione della nuvola di punti

- “Effettuato il volo avverrà il trasferimento sul software PIX4D (azienda spin-off dell’Università di Losanna), software di riferimento mondiale per il rilievo fotogrammetrico digitale, di tutte le foto riprese e del file XYZ dei target GPC rilevati. Per ogni volo effettuato, mediamente fra 2 massimo 5/10 ha di superficie, sarà effettuata l’elaborazione della prima fase dei punti di riferimento; della seconda fase di raffittimento della nuvola con GSD inferiore ai 2 cm; della terza fase di estrazione dell’ortofoto mosaico, georeferenziata in formato world, per ogni areale di rilievo, con precisione di un px/2cm.”

Elaborazione del dato per la generazione del DTM

- “Sulla nuvola di punti l’operatore (in genere lo stesso che ha effettuato il volo, che conosce quindi lo stato dei luoghi) digita, uno per uno, i vincoli obbligati alla generazione del DTM, esattamente come se stesse effettuando il rilievo sul posto. Ogni vertice della polilinea di vincolo è assimilabile a un punto battuto. La differenza fra l’uno e l’altro metodo sta fondamentalmente nella possibilità di accesso digitale a tutti gli spazi visibili da un a prospettiva nadirale a quota di circa 50 mt, praticamente a tutto ciò che non è coperto da tetti, viadotti, ponti o fitta vegetazione o fuori esce dal cono visivo della camera da presa. Il software LAND consente all’operatore inoltre, la possibilità di modificare la quota di punti su manufatti o cespugli, qualora si ritenesse farlo necessario per la corretta costruzione del DTM per oculate scelte interpretative. Realizzata la “semina dei punti”, vertici degli allineamenti obbligati, sarà generato il DTM per 3D Face geodetiche e, da questo, le curve di livello. Nella fattispecie di questo lavoro si è scelto di generare le curve di livello con equidistanza 25 cm, per una scala, quindi definibile, 1/250.”

Consegna elaborati

- “Al progettista e alla Committente saranno consegnati gli archivi delle foto di ripresa; dei capisaldi Target GPC; dei capisaldi materializzati secondo il disciplinare ANAS; tutte le nuvole di punti ottenute; tutte le immagini mosaico georeferenziate nel formato world, leggibile dai più comuni CAD; il file DWG dei vincoli, con i triangoli 3D Face e, infine, le curve di livello.”

Materiale ricevuto per le attività di collaudo.

Contestualmente all’incarico è stato consegnato da ANAS il seguente materiale da esaminare:

Directory: H:\consegna rilievi

Mode	LastWriteTime	Length	Name
d-----	02/10/2019 12:44		AA1 - 1 - RILIEVI 131 Lotto 2 - Coord. Gauss Boaga
d-----	23/05/2019 11:53		AA1 - 2 - RILIEVI 131 Lotto 2 - Coord. Piane Rettilinee
da----	23/05/2019 13:09		AA1 - RILIEVI OPERE D'ARTE
d-----	11/06/2019 08:59		AA2 - 2019-06-06_S05-S23 ed S06-S24
d-----	11/06/2019 09:00		AA3 - 2019-06-07_S21-V07_V08_S12_S13-V10_V02-S15_S17-S26
d-----	11/06/2019 09:01		AA4 - 2019-06-10_V11-S17
d-----	13/06/2019 09:17		AA5 - 8b - S20-S22 Accessi CN e CS rev giugno 2019 parz
d-----	14/06/2019 10:21		AA6 - 18 - S10-S25 Accesso CS km 140+490 rev giugno 2019
d-----	24/07/2019 09:45		AA7 - 25b - 13 e 9 con integrazioni
d-----	22/10/2019 16:55		AA8 - Nota 22 10 2019
d-----	12/11/2019 09:28		AA9 - Rilievi nota 91-SD-sd 25 10 19
-a----	31/05/2019 08:19	6653434	Monografie Capisaldi.pdf.p7m
-a----	28/06/2019 12:26	1552007	Norme Tecniche per Indagini Topografiche x affidamenti_rev 20170703.pdf
-a----	31/05/2019 08:19	462768	Relazione tecnica.p7m
-a----	31/05/2019 08:19	2840858	Relazione utilizzo SAPR.p7m
-a----	03/09/2019 09:14	312032	Superfici rilievi eseguiti AA2 AA3 AA4 AA5 AA6(FEDEL)LP.dwg
-a----	17/01/2020 15:42	816	elenco.txt

All’interno delle varie cartelle per ogni zona di intervento sono presenti

Ortofoto in formato TIF in coordinate Gauss-Boaga

File Cad 3D in formato DWG in coordinate Gauss-Boaga

Ortofoto in formato TIF in coordinate Piane rettilinee Datum ANAS

File Cad 3D in formato DWG in coordinate Piane rettilinee Datum ANAS

Elenco punti in formato TXT

In data 6 febbraio 2020 abbiamo inoltrato richiesta per la seguente documentazione integrativa:

- Libretti delle misure
- Rapporto sui vettori RTK relativamente alle misure GPS
- Elaborati di calcolo relativamente alla rete di capisaldi
- Elaborati e report di qualità e verifica relativamente ai rilievi eseguiti col drone
- Elaborato col calcolo dei parametri utilizzati per la trasformazione delle coordinate da GaussBoaga a Rettilinee.

In data 3 marzo 2020 abbiamo ricevuto la documentazione richiesta con esclusione di:

- Libretti delle misure
- Elaborati di calcolo relativamente alla rete di capisaldi

In data 31 marzo 2020 abbiamo inoltrato richiesta per la seguente documentazione prevista fra le consegne ma risultata mancante:

- Archivi delle foto di presa
- Nuvole di punti

Nonché sollecitata la consegna degli Elaborati di calcolo relativi alla rete di capisaldi

In data 6 aprile abbiamo ricevuto dalla Tirrena Scavi il materiale richiesto con eccezione degli Elaborati di calcolo relativi alla rete di capisaldi in quanto il file rilievi.zip contiene i dati relativi ai rilievi GPS NRTK eseguiti per il posizionamento dei Target e per l'integrazione dei piani quotati.

In data 10 aprile abbiamo ricevuto direttamente dal Geom. Gregorini gli elaborati relativi al rilievo dei capisaldi in modalità RTK.

Attività di collaudo

Preso atto che i rilievi sono stati eseguiti con modalità non previste dalle “Norme Tecniche ANAS sui rilievi topografici rev. 03-07-2017” (da ora in avanti NT ANAS) ma bensì con le modalità contenute nella “Relazione Tecnica, Relazione utilizzo SAPR e Monografie Capisaldi inviati dall'Appaltatore con nota CDG-315795 del 31/05/2019” (da ora in avanti Relazione SAPR).

Elenco rilievi

Riferimento progetto ANAS	Descrizione	Superficie iniziale	Superficie aggiuntiva
S01	S01 - Accesso CN al km 111+160	4,4806	
	Allargam. banchine Bauladu dal km 108,3 al 109,8	16,3336	
non definito	Area di deposito Tramatzia km 103+200	12,8386	
V03	V03 - Uscita Archeologica S. Cristina km 114+500	6,109	
S02	S02 - Accesso CN al km 115+205	3,0812	
	Allargam. banchine Santa Cristina dal Km 115 al 118	25,0772	
V04	V04 - Adeguamento Svincolo di Paulilatino SUD km 119+000	9,1219	
V01-S20-S03-S22	V01 - Svincolo di Paulilatino al km 120+000 S03 - Pavimentazione strada comunale al km 120+000 S20 - Accessi CN e CS dal km 120+500 al km 123+000 S22 - Piazzola di sosta al km 121+450	54,9912	1,3033
S04 - V05	S04 - Accesso CS dal km 123+500 al km 125+260 V05 - Adeguamento svincolo per Nuoro km 123+000	16,2429	
V06	V06 - Chiusura innesto a raso Abbasanta km 126+350	1,7384	
S21-V07	S21 - Accessi CN e CS dal km 127+000 al km 128+000 V07 - Svincolo di Norbello km 128+000	24,8908	7,0591
S05-S23	S5 - Accessi CN e CS dal km 131+500 al km 133+500 S23 - Piazzola di sosta km 132+800	16,711	0,0991
V08	V08 - Svincolo di Borore Km 135	2,5269	
S06-S24	S06 - Accessi CN dal km 135+690 al km 137+040 S24 - Piazzola di sosta km 136+050	11,0132	
S07	S07 - Accesso CN dal km 138 al km 139	10,4387	
S08	S08 - Accesso CS km 138+950	3,6678	
S09	S09 - Accesso CS km 139+930	3,7239	
S10-S25	S10 - Accesso CS km 140+490 S25 - Piazzola di sosta km 140+630	5,8497	5,9887
S11	S11 - Accesso CS km 141+235	3,4524	
V09	V09 - Svincolo di Macomer-Birori km 142+500	6,7383	
S12	S12 - Accessi CN dal Km 143+215 al Km 143+900	7,8893	1,7545
S13-V10	S13 - Accessi CN e CS dal Km 144+760 al Km 145+950 V10 - Area Archeologica S. Barbara	17,1589	0,9361
S14	S14 - Accesso CS Km146+780 Nuraghe Ruggiu	1,8063	
V02-S15	V02 - Svincolo Mulargia km 149+000 S15 - Accesso CN km 147+850	87,9809	
S16	S16 - Accessi CN dal km 149+413 al km 151+210	12,6803	
S17-S26-V11-V12	S17 - Accessi CN e CS dal km 151+850 al km 154+950 S26 - Piazzola di sosta km 153+120 V11 - Svincolo di Campeda km 152+000 V12 - Svincolo di Badde Salighes km 155+000	66,3491	12,0527
S18	S18 - Accesso CS 155+350	3,5366	
S19-V13	S19 - Accessi CN dal km 155+854 al km 157+370 V13 - Accesso CS Galleria FS km 156+250	13,9429	
	Totali (Coordinate Gauss Boaga)	450,3716	29,1935

Elenco rilievi Opere d'arte

Riferimento progetto ANAS	Descrizione ed ubicazione sulla S.S. 131	Superficie da contabilizzare in mq
V01	Viadotto km 120+300	397,04
S03	Ponte km 122+100 e km 122+500	618,37
S21	Manufatti idraulici km 127+650	325,32
V08	Cavalcavia Borore km 134+670	340
	Scotolare km 138+600	304,71
S13	Scotolare Santa Barbara km 144+500	85,27
	Totali	2070,71

Verificato che non risultano collaudi intermedi o parziali si è proceduto all'analisi del materiale consegnato.

Inquadramento geodetico preliminare

Per l'inquadramento geodetico preliminare le NT ANAS prevedono che

“L'Appaltatore dovrà istituire, sul territorio oggetto della progettazione, almeno 4 (quattro) vertici tridimensionali da materializzare su strutture stabili per ogni area oggetto di rilievo.

I vertici della rete di inquadramento dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Borchie con testa emisferica e riferimento per il centramento ottico in acciaio inox;
- Rondella in acciaio inox, con diametro minimo di 60 mm indicante il numero di codice del vertice tramite punzonatura;

L'inquadramento dei vertici dovrà avvenire tramite utilizzo contemporaneo di almeno 2 ricevitori geodetici GPS a doppia frequenza, da utilizzarsi esclusivamente in modalità statica e con riferimento ad almeno 2 (due) vertici della rete geodetica IGM95. ecc ”

Ci sono state consegnate 26 monografie contenenti il nome del caposaldo, una foto del punto, una descrizione, una foto aerea con la posizione planimetrica del punto le coordinate WGS84 geografiche – Gauss Boaga Fuso Ovest piano – Rettilinee piano e la quota geoidica (s.l.m.).

Nella relazione di consegna viene dichiarato che “Lungo le aree di progetto sono stati disposti 26 capisaldi, materializzati con borchie topografiche metalliche, aventi una cupoletta in cui è alloggiata la puntazza del GPS o dell’asta porta prisma, infisse generalmente su muretti di cls, rocce o altro manufatto stabile, verniciati in testa ed evidenziati con segnali di vernice nelle immediate vicinanze.

La precisione di posizionamento dei punti è quella del GPS collegato alla rete SARNET in Fast Statico, con ricevitore tenuto stabile da bipode piantato al terreno, stazionando per 15 minuti sul punto, pari a +/- 1 cm sia per i piani orizzontali che verticale.”

Dalla email di consegna del 10 aprile 2020 risulta che i capisaldi sono stati rilevati con un rilievo GPS in modalità RTK e non in Fast-Statico come risultava dalla relazione di consegna. Gli elaborati di calcolo consegnati confermano che il rilievo è stato effettivamente eseguito in NRTK.

Durante la ricognizione sono stati individuati alcuni capisaldi di cui uno risultava rimosso, un secondo evidenziava un tentativo di rimozione con conseguente spostamento e in generale i capisaldi visionati sono stati posizionati in corrispondenza di giunti o fessure sulle cordone e pertanto non idonei a garantire la stabilità nel tempo.

	
<p>V01-CS1 il caposaldo è sfilato dalla sede</p>	<p>V03-CS2 il caposaldo è incastrato in una fessura</p>
	
<p>S17-CS3 il caposaldo è nel giunto fra due cordonate</p>	<p>S03-CS2 il caposaldo è incastrato in una fessura</p>

Anche il numero di capisaldi risulta nettamente inferiore ai 4 capisaldi per ogni area di rilievo richiesti al punto 5.1 delle NT – ANAS.

Rilievo Celerimetrico sostituito da rilievo tramite SAPR come da relazione dell'Appaltatore

Il rilievo celerimetrico, così come descritto nelle NT ANAS, è stato sostituito da un rilievo fotogrammetrico tramite SAPR eseguito secondo le linee descritte nella relazione SAPR.

Il mandato ANAS richiedeva di operare secondo le modalità previste dal CAP 13 delle NT ANAS e pertanto di fare riferimento a quanto previsto nel CAP 5 (Prescrizioni tecniche per il rilievo celerimetrico).

Strumentazione utilizzata

Dalla relazione finale dell'appaltatore risulta che siano stati utilizzati i seguenti strumenti:

- Drone ANTO II 23-45-67 (come da registrazione ENAC).
- Drone ANTO 12-34-56 (come da registrazione ENAC).
- Sistema GPS RTK Trimble 5800
- Sistema GPS RTK Trimble 4700
- Stazione totale Trimble 5700

Nei report di elaborazione dei dati dei droni risultano utilizzati:

- DJI FC330, DJI Phantom 4 con fotocamera 12.40 mpx (utilizzato in 17 casi)
- DJI FC6310, DJI Phantom 4 Pro con fotocamera 19.96 mpx (utilizzato in 58 casi)

Nei report dei vettori GPS risulta utilizzato:

- Ricevitore GPS Trimble 5800

Per quanto riguarda la stazione totale non sono stati consegnati libretti di campagna o elaborati assimilabili pertanto non risultano agli atti rilievi effettuati con stazione totale.

RICEVITORE GPS TRIMBLE 5800

SPECIFICHE DELLE PRESTAZIONI

Misurazioni

- Chip GPS di rilevamento personalizzato Maxwell avanzato
- Correlatore multiplo ad alta precisione per misurazioni di pseudodistanza L1 e L2
- Dati di misurazione di pseudodistanza non stabilizzati, non filtrati per rumore basso margine di errore multi-percorso, bassa correlazione dominio temporale ed elevata risposta dinamica
- Misurazioni di fase portante L1 e L2 a rumore molto basso con precisione di $\pm 1\text{ mm}$ in una lunghezza di banda di 1 Hz
- Rapporti segnale-rumore L1 e L2 riferiti in dBHz
- Sperimentata tecnologia di tracciamento a bassa elevazione Trimble
- 24 canali, codice L1 C/A Code, portante a pieno ciclo L1/L2 supporto WAAS/EGNOS

Codice posizionamento GPS differenziale¹

Orizzontale: $\pm 0,25\text{ m} + 1\text{ ppm RMS}$
 Verticale: $\pm 0,50\text{ m} + 1\text{ ppm RMS}$

Predizione di posizionamento differenziale WAAS²: Normalmente $\pm 5\text{ m}$ 3DRMS

Rilevamento GPS Static e FastStatic³

Orizzontale: $\pm 5\text{ mm} + 0,5\text{ ppm RMS}$
 Verticale: $\pm 5\text{ mm} + 1\text{ ppm RMS}$

Cinematico in tempo reale (RTK)⁴

Orizzontale: $\pm 20\text{ mm} + 1\text{ ppm RMS}$
 Verticale: $\pm 20\text{ mm} + 1\text{ ppm RMS}$

Tempo di inializzazione: Base singola/multi minimo 10 s +0,5 volte la lunghezza di linea di base in km, fino a 30 km

Affidabilità di inializzazione⁵: Normalmente >99,9%

HARDWARE

Dimensioni (WxH): 19 cm di larghezza x 10 cm di profondità inclusi i connettori

Peso: 1,31 Kg con batteria interna, radio interna, antenna UHF standard, 3,67 Kg l'intero rover

Temperatura⁶: Di esercizio: da -40 °C a +65 °C
 Di registrazione: da -40 °C a +75 °C

Umidità: 100%, condensante
 Impermeabile: IPX7 per l'immersione alla profondità di 1 metro

Urti e vibrazioni: Testato e conforme alle seguenti norme ambientali:

Urti: Concepito per resistere ad una caduta dalla palma da un massimo di 2 metri massimo (6,5 piedi) non in stato di funzionamento. Testato per urti (in stato di funzionamento) a 40 G, 10 mSec, a dente di sega

Vibrazioni: MIL-STD-883C, FIG.514.5C-1

Elettriche

- Ingresso di alimentazione esterna 11-28 V DC protezione dalla sovratensione sulla porta 1 (Lemo a 7 pin)
- Batteria ricaricabile, rimovibile 7,4 V, 2,0 Ah agli ioni di litio in alloggiamento batteria interno.
- Autonomia con la batteria interna: a 450 MHz o 900 MHz riceve solamente per 5,5 ore, varia in base alla temperatura
- Certificazione: certificazione Classe B Parte 15,22.24 FCC, FCC canadese, approvazione marchio CE ed approvazione C-tick (norma elettrotecnica)

Comunicazione e archiviazione dati

- Seriale a 3 fili (Lemo a 7 pin) su porta 1. Piena seriale RS-232 su porta 2 (D-sub a 9 pin)
- Opzione modem radio UHF a 450 MHz interno completamente ermetico, pienamente integrato
- Opzione modem radio UHF a 900 MHz interno completamente ermetico, pienamente integrato
- Porta di comunicazione a 2,4 GHz completamente ermetica, pienamente integrata (Bluetooth⁷)
- Supporto GSM, telefono cellulare e modem CDPD per operazioni RTK e VRS
- Archiviazione dati su 2 Mb di memoria interna: 55 ore di osservazioni grezze, basate sulla registrazione dati da 6 satelliti ad intervalli di 15 secondi
- Archiviazione dati su controller con 128 Mb di memoria: Oltre 3400 ore di osservazioni grezze, basate sulla registrazione dati da 6 satelliti ad intervalli di 15 secondi
- Posizionamento 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz e 10 Hz
- CMRR, CMR+, RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, Ingresso e Uscita
- 14 uscite NMEA, uscite GSOF e RT17
- Supporta BINEX e portante stabilizzata

1 Precisione ed affidabilità possono essere soggette ad anomalie come percorsi multipli, estrazioni, geometrie dei satelliti in condizioni atmosferiche. Seguire sempre le procedure di rilevamento consigliate.
 2 Operare dalle previsioni del sistema WAAS/EGNOS.
 3 Può essere influenzata dalle condizioni atmosferiche, dai multipath del segnale e dalla geometria dei satelliti. L'affidabilità di inializzazione viene continuamente monitorata al fine di assicurare la massima qualità.
 4 In funzione funziona normalmente a -40 °C. Il modulo Bluetooth e le batterie interne sono regolate a +20 °C.
 5 In funzione modello Bluetooth sono specificate per il rilevamento passivo. Per maggiori informazioni consultare il proprio rappresentante Trimble.
 7 Specifiche soggette a modifica senza preavviso.



4700 Specifications

Unless otherwise noted, specifications are for configurations with internal radio modem.

STANDARD FEATURES

- RTCM Version 2 Input
- NMEA-0183 output
- Internal memory
- RTK/OTF

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Physical
 Size: 11.9 cm (4.7") W x 6.6 cm (2.6") H x 20.8 cm (8.2") D
 Receiver weight: 1.2 kg (2.7 lbs) including internal radio
 6.8 kg (15 lbs) as full RTK rover

Electrical

Receiver power: 4.5 Watts receiver only
 6 Watts as full RTK rover
 18.5 to 24 VDC

Battery life (typical): >8 hours as full RTK rover including internal radio and TSC1, with 2 camouder batteries
 FCC & CE mark approved

Certification:
 Environmental

Operating temp: -40°C to +65°C (-40°F to +149°F)
 Storage temp: -40°C to +75°C (-40°F to +167°F)
 Humidity: 100% fully sealed, weatherproof
 Shock: 1 m (3ft) accidental drop onto concrete

PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Static Survey Performance

Mode: Quick-start, Static survey, FastStatic survey
 Accuracy: ±5mm + 0.5ppm

Horizontal: ±5mm + 1ppm
 Vertical: ±1cm second + 5shades length in kilometers

Kinematic Survey Performance (Postprocessed)
 Standard TSC1 - Data collector with Trimble Survey Controller software at rover.
 Mode: Continuous, Stop & go

Accuracy: ±1cm + 1ppm
 Horizontal: ±1cm + 1ppm
 Vertical: ±1cm + 1ppm

Occupancy: 1 measurement
 Continues: 2 epochs (min) with 5 satellites

Fastest datalogging rate: 5Hz
 Real-time Survey Performance

Mode: Real-time Kinematic (RTK), Real-time Differential (DGPS)

Real-time GPS accuracy: ±2m + 1ppm RMS
 RTK accuracy: Mode Latency Accuracy

Horizontal: 1Hz fine 0.1 second ±1cm + 1ppm
 5Hz fine 0.1 second ±3cm + 2ppm
 1Hz fine 0.4 second ±2cm + 1ppm

Vertical: 5Hz fine 0.1 second ±5cm + 2ppm
 Range: Range varies depending on radio used, local terrain and operating conditions. Multiple radio repeaters may be used to extend range, depending on type used.

Initialization

Mode: Automatic while stationary
 Automatic while moving on the fly (OTF)

Time: $\leq 1\text{ minute (typical)}$
 $\leq 10\text{ seconds (typical for known points or RTK initialization)}$
 >99.9%

Reliability: Performance varies as a function of the number of satellites visible, occupation time, observation conditions, observation baseline length and environmental effects, and is based on favorable antenna placement. Survey five satellites (minimum) may be automatically used with the non-surveyed antenna using the non-surveyed rate, surveying problems utilizing L1 and L2 signal at all sites. Precise ephemeris and meteorological data may be required. Performance specifications are RMS and jitter values are once baseline length

General Performance

Start-up: $\leq 30\text{ seconds}$ from power on to start survey with recent ephemeris

Measurements: L1 C/A code, L1/L2 full cycle carrier
 Fully operational during P-code encryption

Number of channels: Total Station: 18 CORS: 24
 In internal memory in TSC1 data collector: or on TSC1 optional removable PC card

Datelogging: 120 hours internal memory of L1/L2 data, 6 satellites, 15 second interval
 Unlimited data storage using optional TSC1 and PC data card

Internal Receiver only Radio Modem Performance

(Requires internal radio modem)
 Mode: High gain UHF

Range: Base Radio Modem
 Typical: THINLINK™ 450S 15km
 8-5km 10-12km

Notes: with terrain and operating conditions. Repeater may be used to extend range depending on type of radio used.

Frequency range: 410-420 MHz, 430-440MHz, 440-450MHz, 450-460 MHz or 460-470 MHz (only one per modem)

Channel spacing: Up to 20 (factory preset)
 Channel spacing: 12.5 kHz or 25kHz (only one per system)

Wireless data rates: 4800 and 9600bps
 Modulation: GMSK

Bandwidth frequency, receiver power, channel spacing and antenna gain are regulated by country-of-use. These are subject to a per country basis. The broadcast frequencies, channel spacing and country-of-use for the radio modem must be specified in terms of radio. Contact your Trimble representative for further information.

OPTIONS AND ACCESSORIES

Survey options: Rover backpack, 2 m Rangeglobe

Datalogging options: TSC1 data collector with Trimble Survey Controller software
 4 or 10 Mb PC cards for TSC1

Receiver firmware options: RTCM SC-104 output, Version 2
 Internal radio modem
 Event marker input
 1 FPS output

Batteries: 6 Ah sealed lead acid, 2.3 Ah camouder battery
 Support: Extended hardware warranty
 Firmware and software update agreements
 Training in-service or at factory

Software: Trimble Geomatics Office - The total GPS and conventional survey data processing solution.

ORDERING INFORMATION

For further information please contact your nearest Trimble Authorized Distributor or Trimble Office. You may also visit our website at: <http://www.trimble.com>.

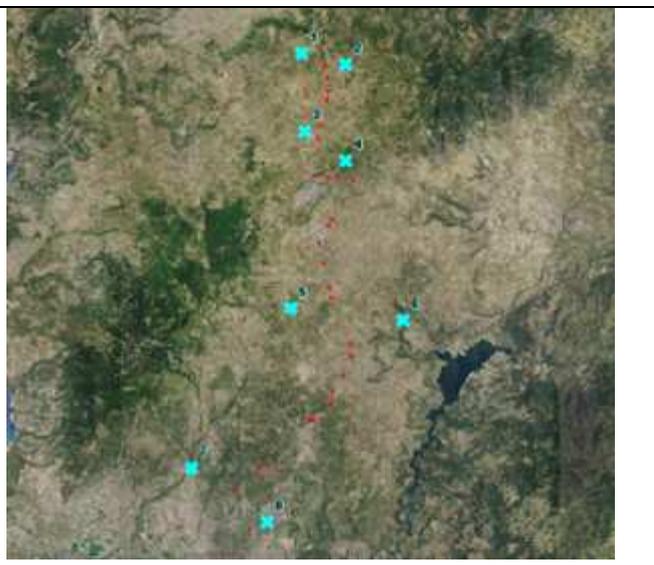
Sistemi di riferimento

I rilievi GPS sono stati eseguiti nel sistema WGS84 UTM 32 ETRF 89 e trasformati in Gauss Boaga attraverso i grigliati IGM e il software LAND, tutto il lavoro è stato prodotto in coordinate Gauss-Boaga e quote geoidiche. Successivamente gli elaborati sono stati trasformati in un sistema di coordinate locale sulla base delle doppie coordinate di una serie di punti che delimitano la zona di rilievo, dalla relazione di consegna risultano fornite da ANAS.

TRANSFORMAZIONE COORDINATE										Pagina Nr. 1	
COORDINATE IMPIANTO										COORDINATE RILIEVO	
No.	Nome	E	N	Quota	Dist.Bar.	Alt.	Nome	E	N	Quota	Peso
1	1479828.188	4488215.670	1	T01	1479884.897	4488202.843	1	1479828.188	4488215.670	1.00	
2	1483388.514	4467336.387	1	T02	1483441.168	4467313.875	1	1483388.514	4467336.387	1.00	
3	1480089.596	4461844.302	1	T03	1480128.001	4461833.596	1	1480089.596	4461844.302	1.00	
4	1483431.695	4459519.043	1	T04	1483462.005	4459499.803	1	1483431.695	4459519.043	1.00	
5	1479010.087	4447486.705	1	T05	1479007.984	4447485.305	1	1479010.087	4447486.705	1.00	
6	1489062.168	4446514.349	1	T06	1489053.311	4446487.486	1	1489062.168	4446514.349	1.00	
7	1471026.359	4434483.369	1	T07	1470990.746	4434510.400	1	1471026.359	4434483.369	1.00	
8	1471160.030	4430068.253	1	T08	1471109.164	4430079.821	1	1471160.030	4430068.253	1.00	

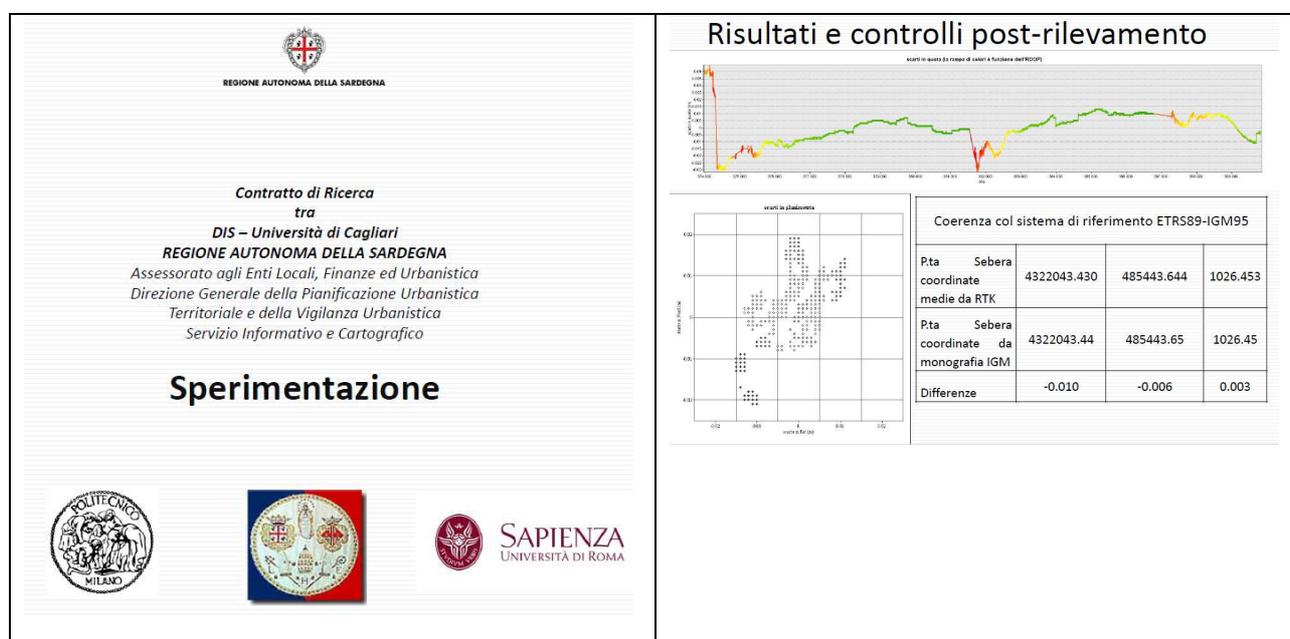
Tipo di trasformazione: Polinomiale
 Coefficienti di rototraslazione:
 Scala X: 1.001215 Traslazione X: 6817.237 Angolo: -0.0483c
 Scala Y: 1.002102 Traslazione Y: -7704.724

COORDINATE IMPIANTO										COORDINATE RILIEVO CALCOLATE				SCOSTAMENTO		
No.	Nome	E	N	Quota	E	N	Quota	DE	DN	DZ						
1	1479828.188	4488215.670	1479828.188	4488215.674	-0.002	-0.006										
2	1483388.514	4467336.387	1483388.596	4467336.379	-0.006	-0.009										
3	1480089.596	4461844.302	1480089.604	4461844.320	0.008	0.018										
4	1483431.695	4459519.043	1483431.701	4459519.052	0.006	0.009										
5	1479010.087	4447486.705	1479010.079	4447486.690	-0.008	-0.015										
6	1489062.168	4446514.349	1489062.168	4446514.349	0.000	-0.001										
7	1471026.359	4434483.369	1471026.359	4434483.369	0.000	0.000										
8	1471160.030	4430068.253	1471160.032	4430068.257	0.002	0.004										



Del sistema utilizzato non esiste una descrizione che ne definisca l'origine e le modalità di creazione pertanto l'Appaltatore ha fornito il report di calcolo dei parametri di trasformazione.

Per quanto riguarda l'utilizzo della rete di stazioni permanenti GPS SARNET esistono diverse pubblicazioni e uno studio commissionato dalla regione Sardegna, all'Università di Cagliari al Politecnico di Milano e all'Università la Sapienza di Roma che evidenzia la coerenza dei risultati ottenuti con la rete IGM95.



Verifica del materiale consegnato

Nella relazione SAPR la ditta Appaltante prevede la seguente procedura operativa:

1. Posizionamento e rilievo dei Target GPC con rilievo GPS NRTK
2. Esecuzione delle riprese aeree con SAPR
3. Elaborazione dei dati acquisiti con generazione della nuvola di punti e delle ortofoto mosaico
4. Acquisizione interattiva dalla nuvola di punti dei punti quotati e delle linee di vincolo obbligate.
5. Generazione della triangolazione 3D e delle curve di livello.

Come indicato nella relazione SAPR sono stati realizzati e consegnati i seguenti elaborati:

1. Monografie dei capisaldi
2. Archivi delle foto di ripresa
3. Tabulati con le coordinate dei Target GPC
4. Nuvole di punti in formato LAS
5. Ortofoto mosaico in formato TIF georeferenziato (sia in coordinate Gauss Boaga che Rettilinee)
6. File cad 3D in formato DWG con vincoli, triangolazione 3DFACE e curve di livello con equidistanza 25 cm.
7. File cad in formato DWG col disegno delle opere d'arte richieste da ANAS

Inoltre su specifica richiesta sono stati consegnati anche:

8. Rapporto sui vettori RTK relativamente alle misure GPS
9. Elaborati di calcolo relativamente alla rete di capisaldi
10. Elaborati e report di qualità e verifica relativamente ai rilievi eseguiti col drone
11. Elaborato col calcolo dei parametri utilizzati per la trasformazione delle coordinate da Gauss Boaga a Rettilinee.

Rilievo dei Capisaldi

Come già evidenziato, nel paragrafo relativo all'inquadramento geodetico preliminare, i capisaldi non sono stati rilevati in modalità GPS o GNSS Statica o Fast-Static con collegamento a punti della rete IGM, come previsto sia dalle NT ANAS che dalla relazione dell'Appaltatore, ma in modalità GPS NRTK con collegamento alla rete di stazioni permanenti GPS SARNET esattamente come per il rilievo dei Target GPC, utilizzati per la georeferenziazione delle riprese fotografiche, e pertanto sono da considerare dello stesso ordine di precisione dei GPC.

L'Appaltatore ha comunque rilevato il Punto Trigonometrico IGM95 206902 "Associato al Nuraghe Losa", dal raffronto con le coordinate IGM si ottengono i seguenti scarti:

	Est	Nord	Q slm
IGM LOSA coordinate rilevate	1482394.485	4440638.431	308.346
IGM LOSA coordinate IGM	1482394.514	4440638.419	308.330
Scarti	-0.029	0.012	0.016

Rilievo dei Target GPC

Come indicato nella “relazione SAPR” la posizione dei Target (delle dimensioni di circa 40 x 60 cm) è stata rilevata con un ricevitore GPS in modalità NRTK con collegamento alla rete di stazioni permanenti GPS SARNET.

Per poter procedere nelle operazioni di collaudo e in assenza di una specifica norma tecnica che definisca i criteri di precisione dei rilievi GNSS in NRTK sono state prese come riferimento le linee guida del NGS (National Geodetic Survey) di seguito riportate.

National Geodetic Survey Positioning America for the Future				
Parametri di qualità durante il rilievo (secondo le linee guida NGS)				
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
precisione orizzontale (2 sigma)	0.01 m – 0.02 m	0.02 m – 0.04 m	0.04 m – 0.06 m	0.1 m – 0.2 m
precisione verticale (2 sigma)	0.02 m – 0.04 m	0.03 m – 0.05 m	0.04 m – 0.08 m	0.1 m – 0.3 m
RTK	rilevamento da almeno 3 SP, distanza ogni stazione minore di 10 km	rilevamento da più di una SP, distanza ogni stazione minore di 15 km		
RTN	internamente al perimetro della rete	internamente al perimetro della rete		
soluzione	ambiguità fissate	ambiguità fissate	ambiguità fissate non necessaria	ambiguità fissate non necessaria
ridondanza	due o più occupazioni separate da un intervallo di circa 4 ore. Eliminare gli outlier e riosservare se necessario	due o più occupazioni separate da un intervallo di circa 4 ore. Eliminare gli outlier e riosservare se necessario		
intervallo di campionam.	da 1 a 3 secondi per un periodo di 3 minuti	da 1 a 5 secondi per un minuto	1 secondo per 15 secondi	1 secondo per 10 secondi

Precisioni ottenibili in RTK o RTN (secondo le linee guida NGS)		
	Precisione orizzontale (2 sigma)	precisione verticale (2 sigma)
Classe 1	0.01 m – 0.02 m	0.02 m – 0.04 m
Classe 2	0.02 m – 0.04 m	0.03 m – 0.05 m
Classe 3	0.04 m – 0.06 m	0.04 m – 0.08 m
Classe 4	0.10 m – 0.20 m	0.10 m – 0.30 m

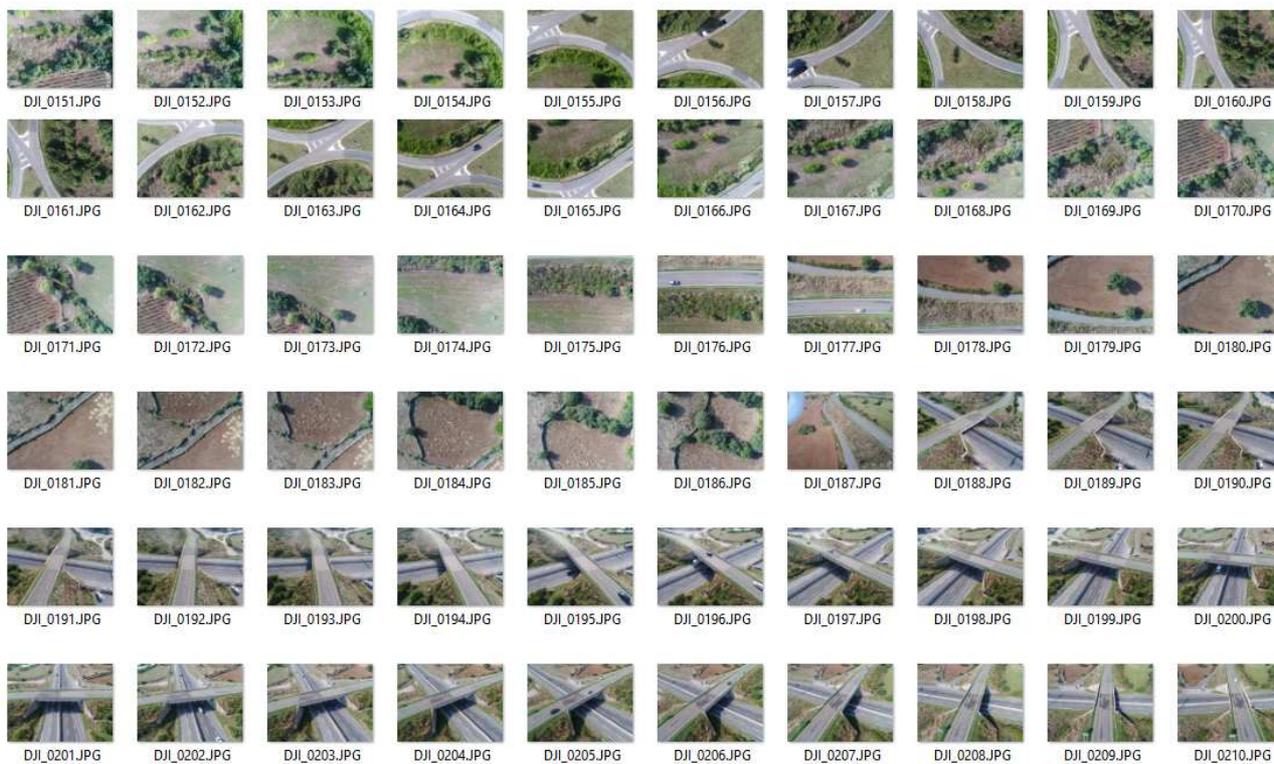
Parametri di qualità durante il rilievo (secondo le linee guida NGS)				
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
PDOP	≤2.0	≤3.0	≤4.0	≤6.0
Numero di satelliti	≥7	≥6	≥5	≥5
RMS	≤0.01 m	≤0.015 m	≤0.03 m	≤0.05 m
Multipath	minimo (non osservabile)	minimo (non osservabile)	minimo	
occupazione	Asta ad altezza fissa (2 m) tenuta ferma da bipede o treppiede. Controllo della rettifica della livella prima del rilievo	Asta ad altezza fissa (2 m) tenuta ferma da bipede o treppiede. Controllo della rettifica della livella prima del rilievo	Asta ad altezza fissa (2 m)	

Dall’analisi dei tabulati relativi al rilievo dei Target con modalità GPS NRTK si è ritenuto possibile assimilare il rilievo eseguito ad un rilievo di classe 3 in quanto, sia pur eseguito con un’asta telescopica e non ad altezza fissa e con un intervallo di campionamento inferiore ai 15 secondi, mediamente i valori del PDOP sono molto più bassi di 4 e i satelliti osservati sono quasi sempre più di 5 e anche i parametri di precisione registrati dal ricevitore sono buoni.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Libretto	Punti rilevati	PDOP>4	SAT<5		Libretto	Punti rilevati	PDOP>4	SAT<5
2	Baddesalighe1	34	1	0		S7'	28	0	0
3	Baddesalighe2	22	0	0		S8'	18	0	0
4	Bonorva1	27	4	0		S9'	17	0	0
5	Bonorva2	14	0	0		S10'	25	2	0
6	cavaTramatza	29	1	0		S10b	29	3	0
7	integra123+5'	38	1	0		S11'	14	0	0
8	integrazioneS12	20	0	0		S11b	17	0	0
9	integrS10	38	1	0		S12'	18	0	0
10	Km108'	47	0	0		S13'	47	3	0
11	Km114'	16	0	0		S14'	8	1	0
12	Km121'	70	3	0		S16est	45	3	1
13	Km123'	37	1	0		S17'	103	2	1
14	km126'	5	1	0		santaCristina	34	2	0
15	km132'	40	1	0		SCristina2	33	1	0
16	Mulgargia2	17	0	0		STRBau	12	0	0
17	Mulgargia3	43	1	0		SvincPauli	33	0	0
18	Mulgargia4	15	0	0		V2_1	42	0	0
19	Pauli	10	1	0		V2_2	73	0	0
20	S4'	64	1	0		V8'	12	0	0
21	SS'	51	4	0		V9'	14	1	0
22	S6'	33	0	0					
23						Totale punti	1292	39	2
24							3%	0%	

Foto di ripresa da APR

L'archivio consegnato contiene 51682 foto realizzate da APR.



Le immagini sono state scattate con due diverse tipologie di fotocamera una da 12 mpx e una da 20 mpx.

FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Camera</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sensor</td> <td>1" CMOS; Effective pixels: 20 M</td> </tr> <tr> <td>Lens</td> <td>FOV (Field of View) 84°, 8.8 mm (35 mm format equivalent: 24 mm), f/2.8 - f/11, auto focus at 1 m - ∞</td> </tr> <tr> <td>ISO Range</td> <td>Video: 100 - 3200 (Auto); 100 - 6400 (Manual) Photo: 100 - 3200 (Auto); 100 - 12800 (Manual)</td> </tr> <tr> <td>Mechanical Shutter</td> <td>8 - 1/2000 s</td> </tr> <tr> <td>Electronic Shutter</td> <td>8 - 1/8000 s</td> </tr> <tr> <td>Image Size</td> <td>3:2 Aspect Ratio: 5472x3648 4:3 Aspect Ratio: 4864x3648 16:9 Aspect Ratio: 5472x3078</td> </tr> <tr> <td>PIV Image Size</td> <td>4096x2160 (4096x2160 24/25/30/48/50p) 3840x2160 (3840x2160 24/25/30/48/50/60p) 2720x1530 (2720x1530 24/25/30/48/50/60p) 1920x1080 (1920x1080 24/25/30/48/50/60/120p) 1280x720 (1280x720 24/25/30/48/50/60/120p)</td> </tr> <tr> <td>Still Photography Modes</td> <td>Single shot Burst shooting: 3/5/7/10/14 frames Auto Exposure Bracketing (AEB): 3/5 Bracketed frames at 0.7EV Bias Interval: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s H.265 • C4K: 4096x2160 24/25/30p @100Mbps • 4K: 3840x2160 24/25/30p @100Mbps • 2.7K: 2720x1530 24/25/30p @65Mbps 2720x1530 48/50/60p @80Mbps • FHD: 1920x1080 24/25/30p @50Mbps 1920x1080 48/50/60p @65Mbps 1920x1080 120p @100Mbps • HD: 1280x720 24/25/30p @25Mbps 1280x720 48/50/60p @35Mbps 1280x720 120p @60Mbps</td> </tr> </tbody> </table>	Camera		Sensor	1" CMOS; Effective pixels: 20 M	Lens	FOV (Field of View) 84°, 8.8 mm (35 mm format equivalent: 24 mm), f/2.8 - f/11, auto focus at 1 m - ∞	ISO Range	Video: 100 - 3200 (Auto); 100 - 6400 (Manual) Photo: 100 - 3200 (Auto); 100 - 12800 (Manual)	Mechanical Shutter	8 - 1/2000 s	Electronic Shutter	8 - 1/8000 s	Image Size	3:2 Aspect Ratio: 5472x3648 4:3 Aspect Ratio: 4864x3648 16:9 Aspect Ratio: 5472x3078	PIV Image Size	4096x2160 (4096x2160 24/25/30/48/50p) 3840x2160 (3840x2160 24/25/30/48/50/60p) 2720x1530 (2720x1530 24/25/30/48/50/60p) 1920x1080 (1920x1080 24/25/30/48/50/60/120p) 1280x720 (1280x720 24/25/30/48/50/60/120p)	Still Photography Modes	Single shot Burst shooting: 3/5/7/10/14 frames Auto Exposure Bracketing (AEB): 3/5 Bracketed frames at 0.7EV Bias Interval: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s H.265 • C4K: 4096x2160 24/25/30p @100Mbps • 4K: 3840x2160 24/25/30p @100Mbps • 2.7K: 2720x1530 24/25/30p @65Mbps 2720x1530 48/50/60p @80Mbps • FHD: 1920x1080 24/25/30p @50Mbps 1920x1080 48/50/60p @65Mbps 1920x1080 120p @100Mbps • HD: 1280x720 24/25/30p @25Mbps 1280x720 48/50/60p @35Mbps 1280x720 120p @60Mbps	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Telecamera</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sensore</td> <td>1/2.3" Pixel effettivi: 12 M</td> </tr> <tr> <td>Obiettivo</td> <td>FOV (campo visivo) 94° 20 mm (formato equivalente 35 mm) f/2.8 fuoco a ∞</td> </tr> <tr> <td>Intervallo ISO</td> <td>100-3.200 (video) 100-1.600 (foto)</td> </tr> <tr> <td>Velocità dell'otturatore elettronico</td> <td>8 s a 1/8.000 s</td> </tr> <tr> <td>Massima dimensione immagine</td> <td>4.000 x 3.000</td> </tr> <tr> <td>Modalità fotografia</td> <td>Scatto singolo Scatti a raffica: 3/5/7 fotogrammi Intervallo di esposizione automatica - Auto Exposure Bracketing (AEB): 3/5 fotogrammi nell'intervallo con 0,7 EV di deviazione A intervalli di tempo HDR UHD: 4.096x2.160 (4K) 24 / 25p 3.840x2.160 (4K) 24 / 25 / 30p</td> </tr> </tbody> </table>	Telecamera		Sensore	1/2.3" Pixel effettivi: 12 M	Obiettivo	FOV (campo visivo) 94° 20 mm (formato equivalente 35 mm) f/2.8 fuoco a ∞	Intervallo ISO	100-3.200 (video) 100-1.600 (foto)	Velocità dell'otturatore elettronico	8 s a 1/8.000 s	Massima dimensione immagine	4.000 x 3.000	Modalità fotografia	Scatto singolo Scatti a raffica: 3/5/7 fotogrammi Intervallo di esposizione automatica - Auto Exposure Bracketing (AEB): 3/5 fotogrammi nell'intervallo con 0,7 EV di deviazione A intervalli di tempo HDR UHD: 4.096x2.160 (4K) 24 / 25p 3.840x2.160 (4K) 24 / 25 / 30p
Camera																																	
Sensor	1" CMOS; Effective pixels: 20 M																																
Lens	FOV (Field of View) 84°, 8.8 mm (35 mm format equivalent: 24 mm), f/2.8 - f/11, auto focus at 1 m - ∞																																
ISO Range	Video: 100 - 3200 (Auto); 100 - 6400 (Manual) Photo: 100 - 3200 (Auto); 100 - 12800 (Manual)																																
Mechanical Shutter	8 - 1/2000 s																																
Electronic Shutter	8 - 1/8000 s																																
Image Size	3:2 Aspect Ratio: 5472x3648 4:3 Aspect Ratio: 4864x3648 16:9 Aspect Ratio: 5472x3078																																
PIV Image Size	4096x2160 (4096x2160 24/25/30/48/50p) 3840x2160 (3840x2160 24/25/30/48/50/60p) 2720x1530 (2720x1530 24/25/30/48/50/60p) 1920x1080 (1920x1080 24/25/30/48/50/60/120p) 1280x720 (1280x720 24/25/30/48/50/60/120p)																																
Still Photography Modes	Single shot Burst shooting: 3/5/7/10/14 frames Auto Exposure Bracketing (AEB): 3/5 Bracketed frames at 0.7EV Bias Interval: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s H.265 • C4K: 4096x2160 24/25/30p @100Mbps • 4K: 3840x2160 24/25/30p @100Mbps • 2.7K: 2720x1530 24/25/30p @65Mbps 2720x1530 48/50/60p @80Mbps • FHD: 1920x1080 24/25/30p @50Mbps 1920x1080 48/50/60p @65Mbps 1920x1080 120p @100Mbps • HD: 1280x720 24/25/30p @25Mbps 1280x720 48/50/60p @35Mbps 1280x720 120p @60Mbps																																
Telecamera																																	
Sensore	1/2.3" Pixel effettivi: 12 M																																
Obiettivo	FOV (campo visivo) 94° 20 mm (formato equivalente 35 mm) f/2.8 fuoco a ∞																																
Intervallo ISO	100-3.200 (video) 100-1.600 (foto)																																
Velocità dell'otturatore elettronico	8 s a 1/8.000 s																																
Massima dimensione immagine	4.000 x 3.000																																
Modalità fotografia	Scatto singolo Scatti a raffica: 3/5/7 fotogrammi Intervallo di esposizione automatica - Auto Exposure Bracketing (AEB): 3/5 fotogrammi nell'intervallo con 0,7 EV di deviazione A intervalli di tempo HDR UHD: 4.096x2.160 (4K) 24 / 25p 3.840x2.160 (4K) 24 / 25 / 30p																																

Uno dei parametri da esaminare per poter valutare correttamente un rilievo eseguito con riprese fotografiche è il GSD.

Il GSD (Ground Sample Distance) rappresenta la distanza tra i centri dei pixel a terra (ground pixel) adiacenti, corrispondenti ai pixel adiacenti nel sensore e pertanto definisce la dimensione della quantità di terreno rappresentata in un pixel rispetto la quota per cui è stato progettato ed eseguito il volo in funzione delle caratteristiche della fotocamera utilizzata.

Chiaramente il valore del GSD è teorico perché applicabile alle parti di terreno che si trovano alla quota per la quale è stato progettato il volo, per cui il GSD reale sarà più piccolo per le zone in posizione più elevata e più grande per le zone più basse ad esempio un GSD di 1.50 cm può diventare 1.8 cm per le zone più alte di 10m e 1.2 cm per le zone più basse di 10m.

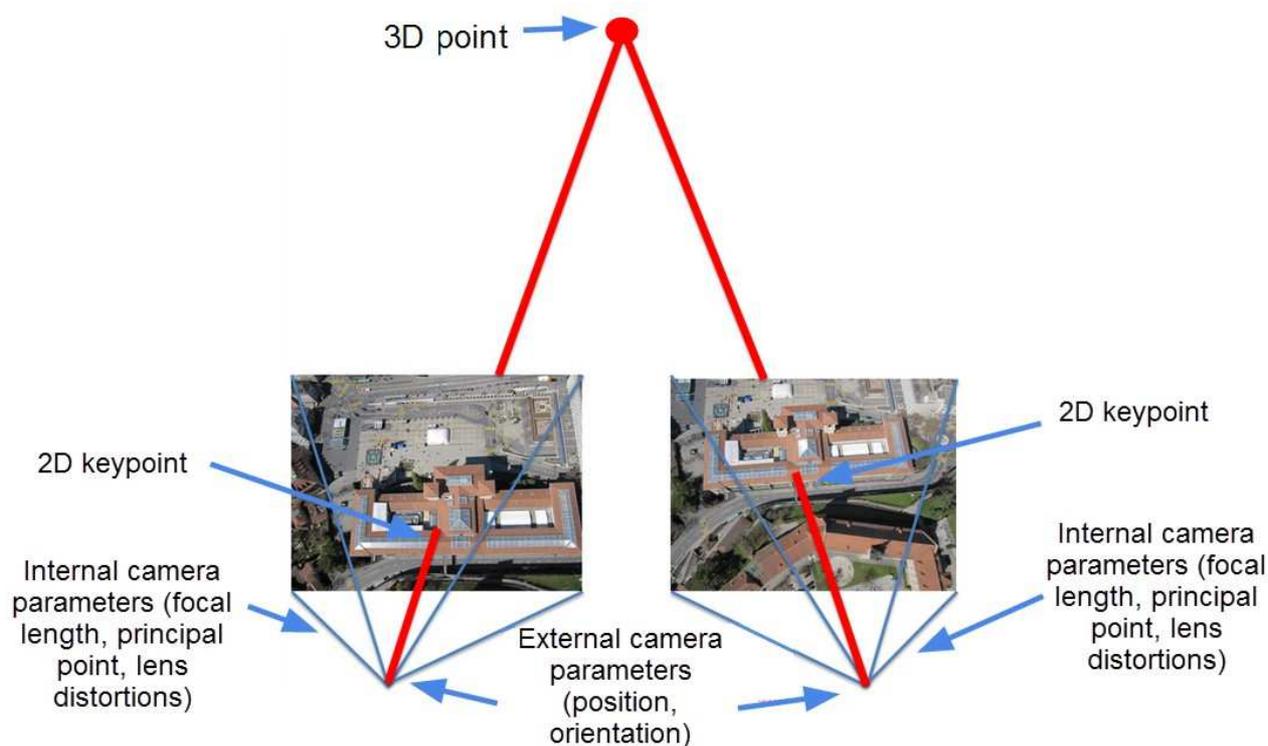
nella seguente tabella, costruita utilizzando i dati contenuti nei report del software di elaborazione, è possibile estrapolare sia il GSD che ulteriori importanti informazioni sull'elaborazione effettuata.

area	data	Camera Model Name(s)	Resolution (mpx)	Average Ground Sampling Distance (GSD)	Georeferencing	DSM and Orthomosaic Resolution	DTM Resolution
Area deposito Bauladu_report	19/03/2018 18:55	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	1.95 cm / 0.77 in	mean RMS error = 0.037 m	4 x GSD (1.95 [cm/pixel])	5 x GSD (1.95 [cm/pixel])
S18 Sirada Servizio km 155_report	19/03/2018 17:47	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	1.81 cm / 0.71 in	mean RMS error = 0.063 m	4 x GSD (1.81 [cm/pixel])	5 x GSD (1.81 [cm/pixel])
V01 km121 Paullatino Volo 7_report	12/06/2018 23:28	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.42 cm / 0.56 in	mean RMS error = 0.013 m	4 x GSD (1.42 [cm/pixel])	5 x GSD (1.42 [cm/pixel])
V12 Svincolo Badd'e Salighes_report	27/03/2018 23:32	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.08 cm / 0.82 in	mean RMS error = 0.109 m	3 x GSD (2.08 [cm/pixel])	no DTM
V01 PAULLATINO KM 119 VOLO 4-5_report	06/06/2018 20:23	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.16 cm / 0.85 in	mean RMS error = 0.015 m	4 x GSD (2.16 [cm/pixel])	no DTM
S10 INTEGRI GIUGNO 2019_report	07/06/2019 09:49	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.25 cm / 0.89 in	mean RMS error = 0.03 m	4 x GSD (2.25 [cm/pixel])	no DTM
V03 Santa Cristina km 117 1118_report	17/05/2018 19:37	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	1.95 cm / 0.77 in	mean RMS error = 0.041 m	5 x GSD (1.95 [cm/pixel])	5 x GSD (1.95 [cm/pixel])
S21 30052019 Volo 1_report	30/05/2019 19:00	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.43 cm / 0.56 in	mean RMS error = 0.009 m	4 x GSD (1.43 [cm/pixel])	no DTM
Integrazione laghetto_report	01/07/2018 08:37	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.10 cm / 0.43 in	mean RMS error = 0.006 m	4 x GSD (1.1 [cm/pixel])	no DTM
VOLO mag 2019 1_report	22/05/2019 18:28	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.54 cm / 0.60 in	mean RMS error = 0.02 m	4 x GSD (1.54 [cm/pixel])	no DTM
S21 30052019 Volo 2_report	30/05/2019 19:39	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.53 cm / 0.60 in	mean RMS error = 0.006 m	3 x GSD (1.53 [cm/pixel])	no DTM
S10 GIUGNO 2019 v2_report	08/06/2019 18:09	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.52 cm / 0.99 in	mean RMS error = 0.025 m	3 x GSD (2.52 [cm/pixel])	no DTM
22_S14 Accesso CS Km 146+780 Nurage Ruggiu_Report	22/02/2020 10:33	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.29 cm / 0.51 in	mean RMS error = 0.012 m	manca	manca
V01 km 122-123 volo 1-2_report	15/06/2018 23:39	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.27 cm / 0.50 in	mean RMS error = 51.629 m	4 x GSD (1.27 [cm/pixel])	5 x GSD (1.27 [cm/pixel])
ALLARGAMENTO da km 108 a km 110,500_report	08/05/2018 08:36	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.04 cm / 0.80 in	mean RMS error = 0.018 m	3 x GSD (2.04 [cm/pixel])	5 x GSD (2.04 [cm/pixel])
V01 km 123 - 124 STAZIONE SERVIZIO_report	21/06/2018 19:39	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.36 cm / 0.53 in	mean RMS error = 0.021 m	4 x GSD (1.36 [cm/pixel])	5 x GSD (1.36 [cm/pixel])
ALLARGAMENTO KM 116,5 - 118_report	14/04/2018 16:13	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.05 cm / 0.81 in	mean RMS error = 0.019 m	3 x GSD (2.05 [cm/pixel])	5 x GSD (2.05 [cm/pixel])
S13 km143,5_145_report	12/09/2018 17:19	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.50 cm / 0.59 in	mean RMS error = 2.762 m	4 x GSD (1.5 [cm/pixel])	no DTM
ALLARGAMENTO KM 115 - 116,5new_report	14/04/2018 10:44	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	1.99 cm / 0.78 in	mean RMS error = 0.02 m	3 x GSD (1.99 [cm/pixel])	5 x GSD (1.99 [cm/pixel])
V09 BIRORI_report	10/09/2018 22:23	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.30 cm / 0.51 in	mean RMS error = 0.011 m	4 x GSD (1.3 [cm/pixel])	5 x GSD (1.3 [cm/pixel])
S04 km 124-126 voli 3-4_report	22/06/2018 23:07	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.39 cm / 0.55 in	mean RMS error = 0.009 m	5 x GSD (1.39 [cm/pixel])	5 x GSD (1.39 [cm/pixel])
S02 km 115_2_report	12/09/2018 22:20	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.40 cm / 0.55 in	mean RMS error = 0.016 m	4 x GSD (1.4 [cm/pixel])	5 x GSD (1.4 [cm/pixel])
V04 km 119 Paullatino_report	17/05/2018 19:48	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.16 cm / 0.85 in	mean RMS error = 0.073 m	5 x GSD (2.16 [cm/pixel])	5 x GSD (2.16 [cm/pixel])
V08 km 155 Borore_report	23/08/2018 19:19	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.28 cm / 0.51 in	mean RMS error = 0.012 m	4 x GSD (1.28 [cm/pixel])	5 x GSD (1.28 [cm/pixel])
S07 km 136 - 137 volo 2_report	24/08/2018 22:06	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.47 cm / 0.58 in	mean RMS error = 0.01 m	3 x GSD (1.47 [cm/pixel])	no DTM
S03 PAULLATINO PAVIMENTAZIONE_report	31/05/2018 15:00	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.14 cm / 0.84 in	mean RMS error = 0.024 m	4 x GSD (2.14 [cm/pixel])	4 x GSD (2.14 [cm/pixel])
S17 km 152-153 volo 5_report	19/07/2018 14:29	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.37 cm / 0.54 in	mean RMS error = 0.02 m	4 x GSD (1.37 [cm/pixel])	5 x GSD (1.37 [cm/pixel])
V06 km 126,35_report	16/08/2018 20:33	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.37 cm / 0.54 in	mean RMS error = 0.013 m	4 x GSD (1.37 [cm/pixel])	5 x GSD (1.37 [cm/pixel])
S17 km 152 -153 volo2_report	14/07/2018 14:06	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.46 cm / 0.57 in	mean RMS error = 0.015 m	4 x GSD (1.46 [cm/pixel])	no DTM
S10 km 140_5_report	07/09/2018 07:43	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.25 cm / 0.49 in	mean RMS error = 0.011 m	4 x GSD (1.25 [cm/pixel])	5 x GSD (1.25 [cm/pixel])
V02 MULARGIA V 1-2_report	02/07/2018 20:55	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.53 cm / 0.60 in	mean RMS error = 0.01 m	4 x GSD (1.53 [cm/pixel])	no DTM
S01 km 115 Bauladu con volo 2_report	25/05/2018 20:49	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	1.98 cm / 0.78 in	mean RMS error = 2.085 m	3 x GSD (1.98 [cm/pixel])	5 x GSD (1.98 [cm/pixel])
S10 km 140_5 volo3_report	07/09/2018 22:24	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.40 cm / 0.55 in	mean RMS error = 0.012 m	4 x GSD (1.4 [cm/pixel])	5 x GSD (1.4 [cm/pixel])
V01 km 122 123 v 3-4_report	16/06/2018 01:10	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.35 cm / 0.53 in	mean RMS error = 0.013 m	4 x GSD (1.35 [cm/pixel])	4 x GSD (1.35 [cm/pixel])
S21 km 127,3-128,8 volo 2_report	16/08/2018 15:09	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.33 cm / 0.52 in	mean RMS error = 0.01 m	4 x GSD (1.33 [cm/pixel])	no DTM
V02 Svincolo Mulargia v 4b_report	04/07/2018 09:35	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.66 cm / 0.65 in	mean RMS error = 0.008 m	4 x GSD (1.66 [cm/pixel])	no DTM
S17 km 152 -153 volo 4_report	19/07/2018 16:10	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.63 cm / 0.64 in	mean RMS error = 0.014 m	4 x GSD (1.63 [cm/pixel])	no DTM
S9 km 140_report	09/09/2018 00:27	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.22 cm / 0.48 in	mean RMS error = 0.012 m	4 x GSD (1.22 [cm/pixel])	no DTM
S11 km 341,25_report	06/09/2018 14:10	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	0.94 cm / 0.37 in	mean RMS error = 0.006 m	4 x GSD (0.94 [cm/pixel])	no DTM
V02 MULARGIA V 3-4_report	03/07/2018 20:17	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.58 cm / 0.62 in	mean RMS error = 0.013 m	4 x GSD (1.58 [cm/pixel])	no DTM
S04 km 124-126 volo 5_report	24/06/2018 15:20	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.46 cm / 0.58 in	mean RMS error = 0.01 m	4 x GSD (1.46 [cm/pixel])	4 x GSD (1.46 [cm/pixel])
S12 km 143 144_report	11/09/2018 00:04	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.49 cm / 0.59 in	mean RMS error = 0.013 m	4 x GSD (1.49 [cm/pixel])	no DTM
S21 km 126,7-128,3 volo1_report	16/08/2018 12:22	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.38 cm / 0.54 in	mean RMS error = 0.011 m	4 x GSD (1.38 [cm/pixel])	no DTM
S8 km 139,25_report	08/09/2018 18:33	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.27 cm / 0.50 in	mean RMS error = 0.011 m	4 x GSD (1.27 [cm/pixel])	no DTM
S17 km 152 -153 volo 7second_report	21/07/2018 10:25	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.36 cm / 0.53 in	mean RMS error = 0.012 m	4 x GSD (1.36 [cm/pixel])	no DTM
S13 km143,5_145 volo 3_report	13/09/2018 13:23	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.30 cm / 0.51 in	mean RMS error = 0.02 m	4 x GSD (1.3 [cm/pixel])	no DTM
V01 km121 Volo 6_report	12/06/2018 23:14	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.46 cm / 0.57 in	mean RMS error = 0.016 m	4 x GSD (1.46 [cm/pixel])	5 x GSD (1.46 [cm/pixel])
S16 km 150 - 151 voli 2 - 3_report	10/07/2018 22:36	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.49 cm / 0.58 in	mean RMS error = 0.01 m	4 x GSD (1.49 [cm/pixel])	no DTM
S05 km 132,5 134,5 volo 1_report	21/08/2018 10:18	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.54 cm / 0.61 in	mean RMS error = 0.008 m	4 x GSD (1.54 [cm/pixel])	no DTM
S21 km 126,7-128,3 volo 4_report	16/08/2018 12:06	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.22 cm / 0.48 in	mean RMS error = 0.01 m	4 x GSD (1.22 [cm/pixel])	no DTM
S07 km 136 - 137 volo 1_report	24/08/2018 20:59	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.48 cm / 0.58 in	mean RMS error = 0.014 m	4 x GSD (1.48 [cm/pixel])	no DTM
S05 km 132,5 134,5 volo3new_report	21/08/2018 12:56	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.31 cm / 0.52 in	mean RMS error = 0.008 m	4 x GSD (1.31 [cm/pixel])	no DTM
S06 km 136 137 volo 3_report	24/08/2018 10:25	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.28 cm / 0.50 in	mean RMS error = 0.006 m	4 x GSD (1.28 [cm/pixel])	5 x GSD (1.28 [cm/pixel])
S17 km 152 -153 volo 3_report	13/07/2018 21:39	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.33 cm / 0.52 in	mean RMS error = 0.012 m	4 x GSD (1.33 [cm/pixel])	no DTM
S11 km 341,25 volo 3_report	08/09/2018 10:45	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.43 cm / 0.56 in	mean RMS error = 0.045 m	4 x GSD (1.43 [cm/pixel])	no DTM
S05 km 132,5 134,5 volo 2_report	21/08/2018 10:25	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.27 cm / 0.50 in	mean RMS error = 0.015 m	4 x GSD (1.27 [cm/pixel])	5 x GSD (1.27 [cm/pixel])
S06 km 136 137 volo 2_report	24/08/2018 09:38	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.34 cm / 0.53 in	mean RMS error = 0.013 m	4 x GSD (1.34 [cm/pixel])	no DTM
S07 km 136 - 137 volo 3_report	24/08/2018 23:44	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.42 cm / 0.56 in	mean RMS error = 0.011 m	4 x GSD (1.42 [cm/pixel])	no DTM
S06 km 136 137 volo 1_report	23/08/2018 19:42	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.33 cm / 0.52 in	mean RMS error = 0.007 m	4 x GSD (1.33 [cm/pixel])	no DTM
S17 km 152 -153 volo1_report	14/07/2018 20:56	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.32 cm / 0.52 in	mean RMS error = 0.007 m	4 x GSD (1.32 [cm/pixel])	no DTM
S05 km 132,5 134,5 volo 4_report	21/08/2018 17:17	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.56 cm / 0.62 in	mean RMS error = 0.009 m	4 x GSD (1.56 [cm/pixel])	5 x GSD (1.56 [cm/pixel])
V02 Svincolo Mulargia VOLO 5B_report	04/07/2018 16:50	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.56 cm / 0.61 in	mean RMS error = 0.008 m	4 x GSD (1.56 [cm/pixel])	no DTM
S17 km 152 -153 volo 6_report	20/07/2018 20:02	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.47 cm / 0.58 in	mean RMS error = 0.014 m	4 x GSD (1.47 [cm/pixel])	no DTM
V02 Mulargia volo 4 25102018_report	30/10/2018 21:33	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.81 cm / 0.71 in	mean RMS error = 0.015 m	4 x GSD (1.81 [cm/pixel])	5 x GSD (1.81 [cm/pixel])
V02 Svincolo Mulargia v2 25102018_report	31/10/2018 12:51	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.29 cm / 0.51 in	mean RMS error = 0.013 m	4 x GSD (1.29 [cm/pixel])	5 x GSD (1.29 [cm/pixel])
S04 km 124-126 VOLO 1-2_report	27/06/2018 18:50	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.31 cm / 0.52 in	mean RMS error = 29.445 m	4 x GSD (1.31 [cm/pixel])	5 x GSD (1.31 [cm/pixel])
V02 Svincolo Mulargia integra 23102018_report	29/10/2018 18:08	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.00 cm / 0.79 in	mean RMS error = 0.064 m	4 x GSD (2 [cm/pixel])	no DTM
V02 Svincolo Mulargia v3 25102018_report	31/10/2018 15:58	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.57 cm / 0.62 in	mean RMS error = 0.013 m	4 x GSD (1.57 [cm/pixel])	no DTM
V02 Svincolo Mulargia v1 13112018_report	14/11/2018 01:23	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.55 cm / 0.61 in	mean RMS error = 0.021 m	4 x GSD (1.55 [cm/pixel])	no DTM
S19-v13 KM 156-157 integrazione 23102018_report	29/10/2018 12:47	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.02 cm / 0.80 in	mean RMS error = 0.032 m	4 x GSD (2.02 [cm/pixel])	no DTM
S19-v13 INT_report	29/10/2018 12:47	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	2.02 cm / 0.80 in	mean RMS error = 0.032 m	4 x GSD (2.02 [cm/pixel])	no DTM
V02 Svincolo Mulargia int 25102018 v1_report	30/10/2018 12:29	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.30 cm / 0.51 in	mean RMS error = 0.007 m	4 x GSD (1.3 [cm/pixel])	no DTM
V12 Svincolo INTEGRAZIONE 23102018_report	29/10/2018 09:44	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)	12.4	1.93 cm / 0.76 in	mean RMS error = 0.026 m	4 x GSD (1.93 [cm/pixel])	no DTM
V02 Svincolo Mulargia v2 13112018_report	14/11/2018 10:55	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)	19.96	1.70 cm / 0.67 in	mean RMS error = 0.02 m	4 x GSD (1.7 [cm/pixel])	no DTM
S16 km 150 - 151 voli 1_report	11/07/2018 11:24	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)	19.96	1.23 cm / 0.48 in	mean RMS error = 0.019 m	4 x GSD (1.23 [cm/pixel])	no DTM

Nel materiale esaminato il valore medio dei GSD è di 1.57 cm con un minimo di 0.94 cm e un massimo di 2.52 cm.

La nuvola di punti

Per generare la nuvola di punti il software deve poter riconoscere lo stesso punto su due o più immagini in maniera da poterne ricostruire la posizione nello spazio.



Se dal report risulta un GSD = 1.50 cm vuol dire che il software va a lavorare su un pixel di 1.50 cm, chiaramente la densità della nuvola dipende da quanti punti comuni ad almeno 2 fotogrammi il software riesce riconoscere, in questa fase si possono verificare 3 diverse situazioni:

1. Il software riconosce correttamente il punto e genera un punto attendibile
2. Il software non trova corrispondenze e pertanto non genera il punto creando zone con bassa densità di punti nella nuvola
3. Il software riconosce come comuni punti diversi e pertanto genera un punto non attendibile, situazione tipica di superfici molto omogenee o su materiali particolarmente speculari (acqua, vetro, metallo etc..) dove le geometrie non sono ben definite (problema parzialmente gestibile attraverso i filtri presenti nei software).

Pertanto la nuvola difficilmente avrà una densità omogenea e vi saranno elementi definiti meglio (rappresentati da molti punti), elementi poco definiti (rappresentati da pochi punti), elementi non rappresentati e punti completamente sbagliati (Rumore e Outlier).

Sulla base delle considerazioni precedenti e sull'esperienza maturata si può affermare che la precisione con cui si potranno collimare, sulla nuvola, elementi ben definiti sarà compresa fra 2 e 4 volte il GSD, nel caso di un GSD di 1.5 cm parliamo di 3 – 6 cm.

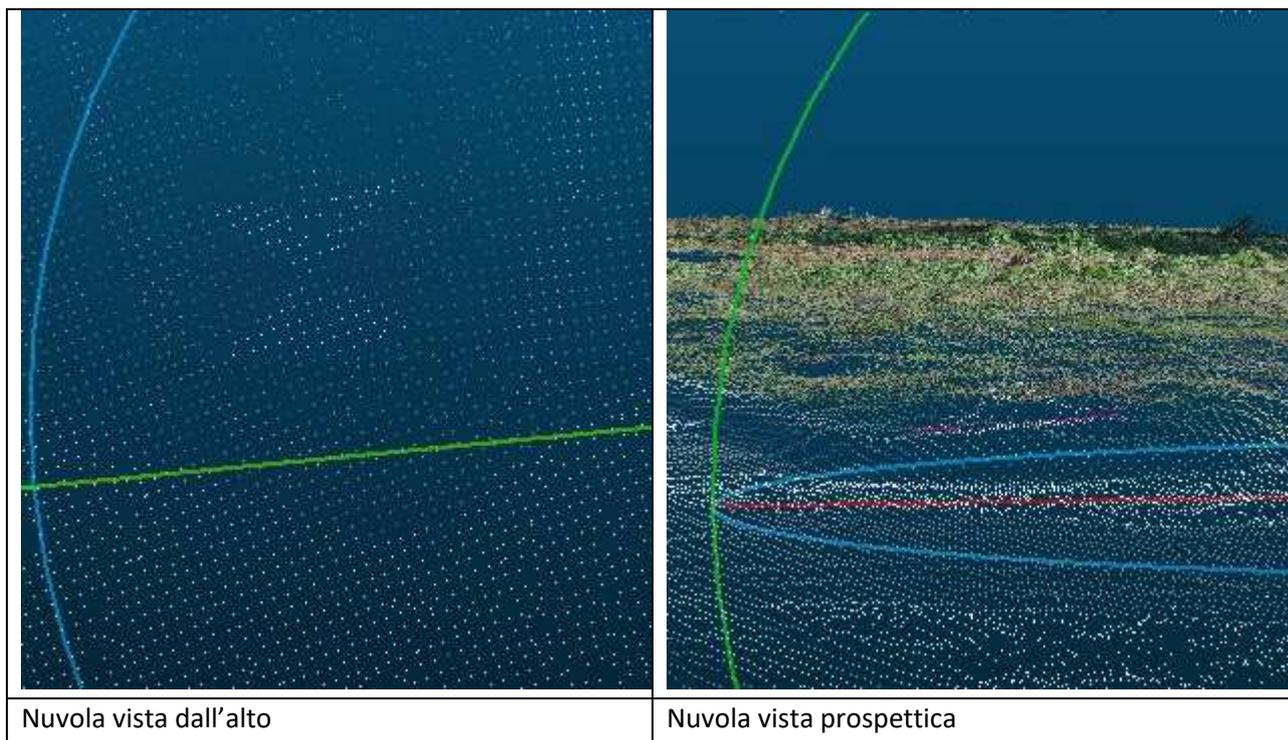
I GPC (Ground Control Point) sono i punti di controllo, solitamente materializzati con dei target, che vengono rilevati topograficamente e sono utilizzati per definire la geometria del rilievo. Vengono utilizzati nella fase iniziale di generazione della nuvola per definirne la geometria e la posizione nel sistema di riferimento scelto. Dalla precisione della loro determinazione dipende la precisione dell'intero rilievo, nel nostro caso ci stiamo riferendo a un rilievo GPS NRTK di classe 3 per cui parliamo di 4 - 6 cm in planimetria e di 4 - 8 cm in quota.

Questo comporta che non potendo essere la precisione dei punti della nuvola migliore di quella del posizionamento dei GPC la precisione dei punti estrapolati dalla nuvola potrà essere al massimo uguale a quella dei GPC.

L'ortofoto

Dalla lettura dei report risulta che le ortofoto sono state realizzate con una dimensione pixel pari a 4 volte il GSD tranne in 5 casi nei quali siamo a 3 volte il GSD e 3 casi in cui siamo a 5 volte il GSD. La precisione delle misure effettuate sulla stessa saranno comprese fra 2 e 4 volte le dimensioni del Pixel, considerando un GSD di 1.5cm il pixel dell'ortofoto sarà di 6 cm consentendo una misura con la precisione di 12 – 24 cm.





File CAD 3D

Rilievi celerimetrici

Come indicato nella “relazione SAPR” partendo dalle nuvole di punti sono stati realizzati i files CAD DWG selezionando i punti quota e le linee di discontinuità vincolanti (che se riferiti ad elementi riconoscibili sono tematizzate per layers) generando una triangolazione 3D e le curve di livello ogni 25 cm.

Detti files sono stati collegati alle ortofoto nella logica indicata nella “relazione SAPR” di costituire la base di lavoro per i progettisti.

Opere d'arte

Per le seguenti opere d'arte sono stati realizzati degli elaborati CAD DWG col disegno delle opere rilevate

- Manufatti idraulici km 127+650

- Ponte al km 122+100
- Ponte al km 122+500
- Scatolare Santa Barbara km 144+500
- Scatolare km 138+600
- Viadotto km 120+500
- Cavalcavia Borore km 134+670

Dalla “relazione SAPR” e dalla relazione di consegna risulta che le opere d’arte sono state rilevate dalle nuvole di punti integrando il rilievo, se ritenuto necessario, con misure eseguite col ricevitore GPS in modalità NRTK e con misure dirette.

Rilievi topografici di verifica

Oltre all’analisi e alla verifica del materiale si è proceduto ad effettuare una serie di controlli diretti per verificare se le precisioni emerse dall’analisi del materiale e della metodologia utilizzata fossero confermate o meno.

In assenza di una rete di capisaldi, verificata e realizzata in modo da garantire l’intervisibilità dei capisaldi stessi che avrebbe consentito di operare con maggior precisione, e considerando che tutto il lavoro di tipo topografico fosse stato fatto in modalità GPS NRTK, e che pertanto le precisioni che si andavano a verificare erano quelle tipiche di quella metodologia, si è proceduto a rilevare una serie di profili a campione in diverse zone utilizzando un sistema GPS NRTK e mettendoci nelle stesse condizioni operative dell’Appaltatore.

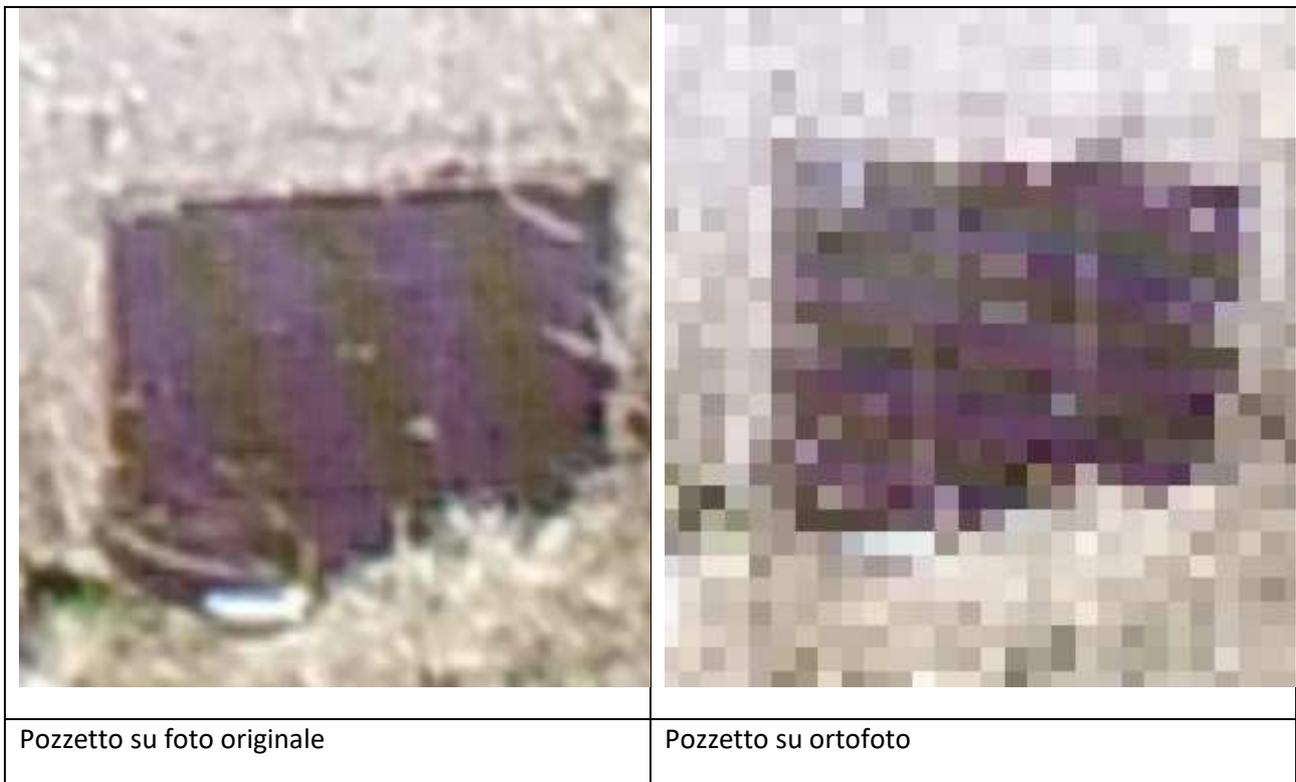
Abbiamo avuto modo di verificare che le motivazioni addotte dall’Appaltante circa la grande difficoltà ad accedere alle aree confinanti con la 131 per via di recinzioni, presenza di bestiame, folta vegetazione e terreni impervi, nonché la difficoltà ad operare in sicurezza per le condizioni di grande traffico, erano fondate.

Dall’analisi dei profili estratti dai rilievi eseguiti e sovrapposti ai profili estratti dai file DWG 3D consegnatici abbiamo riscontrato che se da una parte (nelle zone con poca vegetazione e sulle superfici ben definite) le previsioni circa la precisione attesa venivano confermate, si avevano invece differenze in quota più importanti in presenza di erba alta e macchia dove evidentemente le nuvole

di punti non riescono a rappresentare correttamente il terreno e dove anche l'operatore finisce per individuare dei punti poco affidabili.

Per meglio verificare quanto appurato è stata eseguita una seconda campagna di rilievi questa volta con l'utilizzo di una stazione totale in grado di misurare anche senza prisma attraverso un diodo laser, l'utilizzo della stazione totale garantisce una più elevata precisione, soprattutto in quota, rispetto il GPS in NRTK, in questa seconda fase sono stati rilevati dei profili in senso longitudinale sugli asfalti della 131 ottenendo dei risultati che hanno confermato i precedenti.

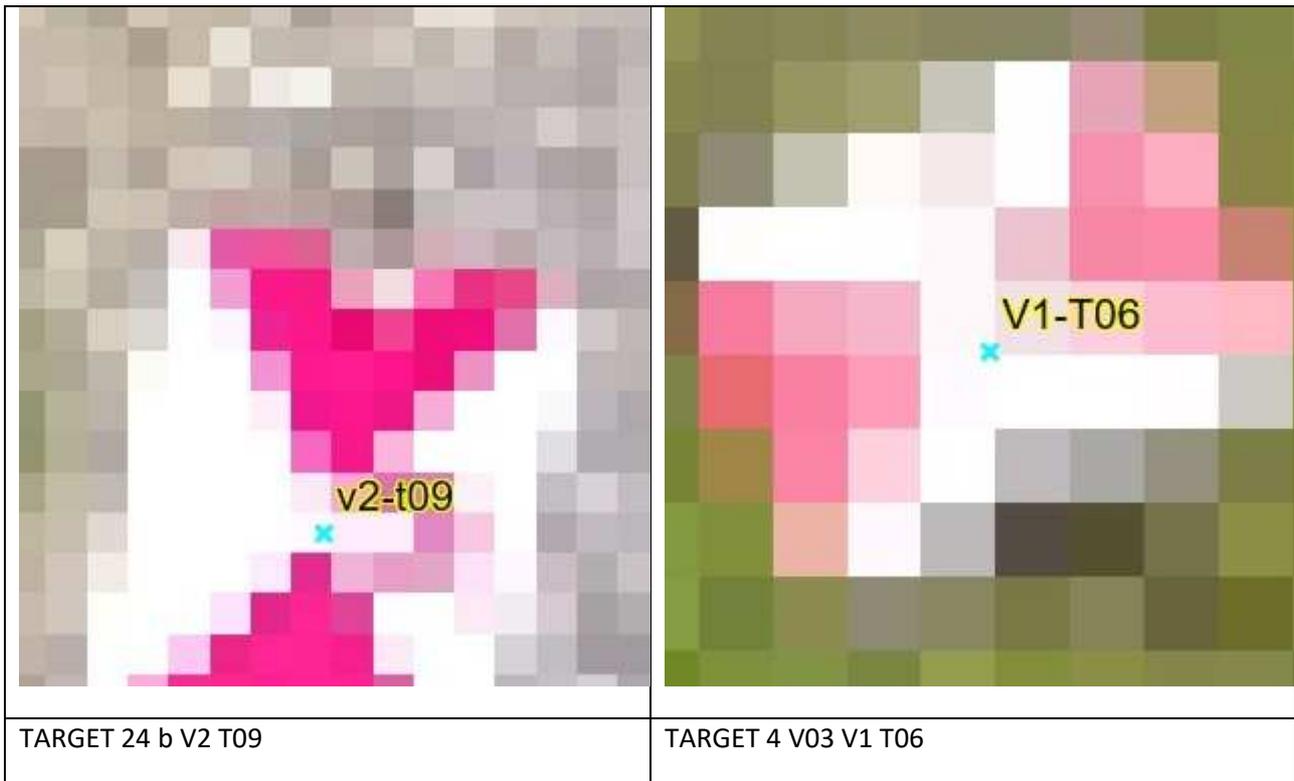
Durante le campagne di rilievo sono stati rilevati alcuni punti per verificare la precisione dell'ortofoto in questo caso abbiamo avuto molte difficoltà ad individuare nelle ortofoto i punti prescelti in quanto la risoluzione utilizzata tende a far sparire gli elementi più piccoli e ad impastare i dettagli di quelli comunque visibili rendendo complicata anche l'individuazione di uno spigolo o del centro di un pozzetto.





Si è pertanto pensato di riproiettare i le coordinate dei GPC sui target (che erano stati collimati sulle foto originali) e ancora visibili sulle ortofoto e verificarne il livello di leggibilità.





In linea di massima la posizione del punto è risultata interpretabile correttamente all'interno di 4 Pixel.

Per quanto riguarda le opere d'arte l'Appaltatore nelle relazioni dichiara di aver eseguito le misurazioni utilizzando le nuvole di punti e integrando con misure dirette in loco, si è proceduto ad effettuare delle misure dirette a campione al fine di verificare quelle riportate negli elaborati.

Le misure relative alle quote assolute (in assenza di capisaldi collaudati) sono state eseguite secondo le modalità utilizzate dall'Appaltatore (misure GPS in modalità NRTK).

Sono state effettuate delle misurazioni a campione su tre opere d'arte.

- Manufatti idraulici km 127+650
- Viadotto km 120+500
- Cavalcavia Borore km 134+670

Elaborati allegati alla relazione di collaudo

	Comparazione Profili rilevati con profili estratti da file DWG 3D
ALLEGATO N° 1	4 - V03 Uscita Archeologica S. Cristina km 114+500
ALLEGATO N° 2	8a - V01-S03 Svincolo Paulilatino 119+700-120+900 rev 15102019
ALLEGATO N° 3	8b - S20-S22 km 120+500 REV 15102019
ALLEGATO N° 4	11 - S21-V07 Svincolo Norbello MAGGIO 2019
ALLEGATO N° 5	13 - V08 Svincolo di Borore Km 135
ALLEGATO N° 6	20a - V09 Svincolo di Macomer-Birori km 142+500
ALLEGATO N° 7	21 - S13-V10 144+760 al Km 145+950
ALLEGATO N° 8	24b - S16 Accessi CN dal km 149+413
ALLEGATO N° 9	25a - S17 V11 giu 2019 Gauss
ALLEGATO N° 10	25b - S17-S26 giu 2019 Gauss
ALLEGATO N° 11	25c - V12 Svincolo Badde Salighes km155
	Misure di controllo su opere d'arte
ALLEGATO N° 12	Manufatti idraulici km 127+650
ALLEGATO N° 13	Viadotto km 120+500
ALLEGATO N° 14	Cavalcavia Borore km 134+670

Considerazioni Finali

In relazione a quanto esposto nei precedenti paragrafi, è evidente che la metodologia utilizzata dall'Appaltatore per l'esecuzione dei rilievi, seppur avallata dalla Stazione Appaltante, risulta difforme da quanto previsto nelle NT ANAS nel capitolo 5 "Prescrizioni tecniche per il rilievo celerimetrico". E' stato necessario pertanto, per lo svolgimento del presente incarico, riferirsi anche alla Relazione SAPR prodotta dall'Appaltatore e alla relazione di consegna sempre prodotta dall'Appaltatore.

Il sistema di riferimento adottato non è stato impostato secondo le procedure previste dalle NT-ANAS ma ricavato dalle doppie coordinate (Gauss-Boaga e locali di progetto) fornite dall'ANAS all'Appaltatore che ha correttamente proceduto al calcolo dei parametri da applicare nella trasformazione.

Per quanto riguarda il rilievo è opportuno innanzitutto separare la parte relativa ai rilievi delle aree di futuro intervento rispetto ai rilievi delle opere d'arte.

a) Rilievi delle superfici di terreno

Da un esame dettagliato di quanto eseguito dall'Appaltatore ed inviato da ANAS alla scrivente Società, sulla base delle verifiche topografiche eseguite a campione in diverse aree interessate dai rilievi, è possibile indicare che ciascuna tavola è costruita per sovrapposizione di tre elementi e precisamente:

1. Rilievi GPS NRTK utilizzati sia per il posizionamento dei capisaldi che dei Target GPC assimilabili alla classe 3 del NGS (National Geodetic Survey) precisione planimetrica fra 4 e 6 cm, precisione altimetrica fra 4 e 8 cm;
2. Elementi piano altimetrici ricavati dalle nuvole di punti che, se ben definiti nella nuvola, possiamo considerare della stessa precisione dei GPC rilevati col ricevitore GPS NRTK assimilabili alla classe 3 del NGS (National Geodetic Survey) precisione planimetrica fra 4 e 6 cm, precisione altimetrica fra 4 e 8 cm, ma che subiscono facilmente un degrado di precisione in presenza bassa densità della nuvola (che limita la precisione in fase di collimazione) o di rumore della nuvola (che introduce errori non sempre riscontrabili).
3. Elementi planimetrici misurabili sulle ortofoto che se ben definiti ed individuabili potranno essere misurati con la precisione di 12 – 24 cm. (per i punti alla quota per la quale è stato calcolato il GSD del progetto di volo mentre per i punti più bassi la precisione tenderà a peggiorare). Inoltre con la presenza di ombre o di colori simili che tendono a fondere gli oggetti col contorno la precisione si degrada facilmente.

Le NT ANAS al Cap. 5 “Prescrizioni tecniche per il rilievo celerimetrico” prevedono, relativamente alla scala 1:500, una tolleranza planimetrica di $\pm 10\text{cm}$ ed altimetrica di $\pm 3\text{cm}$. Tali tolleranze (soprattutto per la parte altimetrica), secondo le esperienze maturate, risultano difficilmente ottenibili con tale metodologia di rilievo; le stesse risultano comunque abbastanza restrittive (soprattutto per la parte altimetrica) anche volendole ottenere con rilievi celerimetrici tradizionali, appoggiati su una rete di capisaldi di adeguata precisione, in considerazione dell’estesa di circa 500ha sviluppati a ridosso di poco meno di 50 km di S.S. 131 spesso in presenza di folta vegetazione, ostacoli e forti pendenze.

Per quanto indicato, il materiale prodotto dall’Appaltatore non rispetta le tolleranze altimetriche, di cui al Cap.5 delle NT ANAS, previste per i rilievi celerimetrici in scala 1:500. Lo stesso materiale non risulta sia stato appoggiato, come richiesto dalle stesse Norme Tecniche ANAS per i rilievi celerimetrici, su una rete di capisaldi di adeguata precisione; la rete di capisaldi realizzati, oltre che in numero nettamente inferiore rispetto a quanto previsto dalle NT ANAS al paragrafo 5.3, è risultata avere una monumentazione non sufficientemente stabile e il rilievo degli stessi è stato realizzato con modalità diversa sia da quanto previsto dalle NT ANAS che dalla relazione di consegna.

La rappresentazione del territorio non è rispondente al dettato della NT-ANAS per i rilievi celerimetrici (dove si prevede una rappresentazione vettoriale di tipo cartografico con relativa vestizione) ma è stata sostituita da un modello vettoriale 3D abbinato a una ortofoto, come peraltro esplicitato nella relazione SAPR condivisa fra l’Appaltatore e ANAS dove l’Appaltatore indica come ulteriori elaborati da consegnare a supporto delle attività di progettazione sia le immagini che le nuvole di punti ricavate dalle riprese fotografiche col Drone.

Tuttavia il rilievo rientra nelle tolleranze previste dal CSIS (Centro Interregionale di Coordinamento e documentazione per le informazioni territoriali) nella specifica tecnica per i modelli altimetrici (Ortoimmagini 10k e modelli altimetrici – Linee guida):

Livello	Tipo	Passo (m)	$T_{Q(a)}$ (m)	$T_{Q(b)}$ (DEM) (m)	$T_{Q(c)}$ (DSM) (m)	ES_{max} (m)	T_{FN} (m)
0	DEM, DSM	40-100	30	30	30	5	20
1	DEM, DSM	20	10	20	10	2.5	10
2	DEM, DSM	20	4	½ al.m.al.	5	1	4
3	DEM, DSM	10	2	½ al.m.al.	3	0.50	2
4	DEM, DSM	5	0.60	1.20	0.80	0.15	0.60
5	DEM, DSM	2	0.40	0.80	0.54	0.10	0.40
6	DDEM, DDSM	1	0.60	1.20	0.80	0.15	0.60
7	DDEM, DDSM	0.50	0.30	0.60	0.40	0.08	0.30
8	DDEM, DDSM	0.10-0.20	0.20	0.30	0.26	0.05	0.20

(al.m.al. = altezza media alberatura)

Tabella 6 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dei vari livelli di modelli altimetrici

e, più in particolare, per i modelli altimetrici di livello 8 utilizzabili per ortofoto alla scala 1:500.

Specifiche per il livello 8

Tipologia DDEM o DDSM

Precisione in quota: in campo aperto $P_{Q(a)} = 0.10$ m
copert. arborea >70%, arbusti >50 % (nel caso di DEM) $P_{Q(b)} = 0.15$ m
edifici (nel caso di DSM) $P_{Q(c)} = 0.13$ m

Tolleranza in quota: in campo aperto $T_{Q(a)} = 0.20$ m
Copert. arborea > 70% e arbusti >50 % (nel caso di DEM) $T_{Q(b)} = 0.30$ m,
edifici (nel caso di DSM) $T_{Q(c)} = 0.26$ m

Nel caso in questione il modello è realizzato per triangoli 3D e contiene come breakline le polilinee 3d e le linee 3d rappresentanti le discontinuità naturali e artificiali rilevate dalle nuvole di punti con alcune integrazioni puntuali rilevate in modalità GPS NRTK.

Pertanto può essere utilizzato, nei limiti delle precisioni indicate, in abbinamento alle ortofoto corrispondenti per l'interpretazione degli elementi naturali e artificiali presenti.

Dall'esito delle verifiche effettuate a campione attraverso il rilievo diretto di profili, i modelli risultano coerenti con le tolleranze previste per i modelli altimetrici di livello 8 utilizzabili per ortofoto alla scala 1:500.

Considerando che il materiale esaminato presenta comunque delle aree di indeterminazione dovute principalmente alla forte presenza di vegetazione. Si prescrive il controllo sulla quota assoluta dopo la realizzazione della rete di capisaldi e il controllo delle quote nelle aree di maggior indeterminazione (in quanto coperte da fitta vegetazione) una volta eseguito il taglio della vegetazione stessa.

b) Rilievi delle opere d'arte

Come già chiarito tali rilievi sono stati effettuati integrando il rilievo ricavabile dalle nuvole dei punti del SAPR con misure con ricevitore GPS in modalità NRTK e con misure dirette.

Dall'esito delle verifiche effettuate a campione, i rilievi risultano dimensionalmente coerenti con le tolleranze previste dalle NT ANAS per la scala 1:500. Si prescrive la verifica dell'altezza delle travi del V01 e il controllo sulla quota assoluta dopo la realizzazione della rete di capisaldi.

Esito del Collaudo

In conclusione, tutto quanto premesso e precedentemente indicato, è possibile certificare i seguenti esiti del collaudo:

- 1) la metodologia di rilievo utilizzata non risulta essere quella propria del rilievo celerimetrico sul campo ma quella con l'utilizzo del drone come da relazione preventivamente condivisa tra appaltatore e ANAS;
- 2) i rilievi delle aree, per complessivi 500Ha circa, costituiti dal modello altimetrico e dall'ortofoto collegata sono collaudabili, non specificatamente come rilievo celerimetrico nella medesima scala di cui alla lettera di incarico secondo le NT Anas, ma sulla base delle tolleranze previste per i modelli altimetrici di livello 8, come dalla specifica tecnica del CSIS precedentemente citata per i modelli altimetrici a pari scala, mentre rispettano le tolleranze planimetriche previste dalla NT Anas per i rilievi celerimetrici in scala 1:500;
- 3) i rilievi topografici delle opere d'arte risultano collaudabili come rilievi celerimetrici in scala 1:500.

Cagliari li 11/04/2020

Geodesia Tecnologie srl

L'Amministratore unico

Geom. Carlo Vadilonga

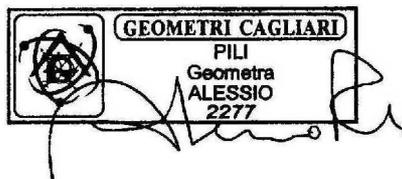


Geodesia tecnologie srl
l'Amministratore unico

Il Tecnico Abilitato

Geom. Alessio Pili

(Collegio dei Geometri e Geometri Laureati Prov. di Cagliari n.2277)



GEOMETRI CAGLIARI
PILI
Geometra
ALESSIO
2277