

**S.S. 554 "Cagliaritana"**

Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000

Ex S.S.125 Orientale Sarda – Connessione tra la S.S.554 e la nuova S.S.554

**PROGETTO DEFINITIVO**

cod. CA352

**PROGETTAZIONE: ATI VIA - LOTTI - SERING - VDP - BRENG**

**RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)*

**PROGETTISTA:**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*  
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*  
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*  
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

**RESPONSABILE SIA:**

*Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Francesco Corrias*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

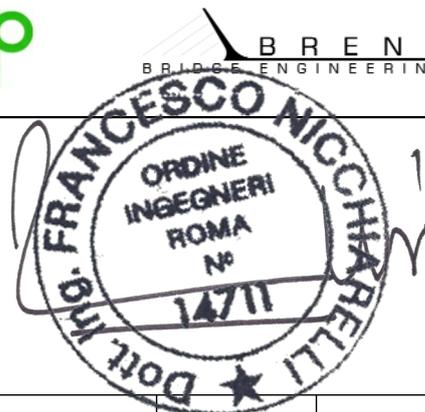
**MANDATARIA:**



**MANDANTI:**



**ELABORATI GENERALI  
RILIEVI PLANO ALTIMETRICI  
Certificato di collaudo**



**CODICE PROGETTO**

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

D P C A 0 3 5 2    D    1 9

**NOME FILE**

CA352\_T00EG00CRTRE02\_A

**CODICE ELAB.**

T 0 0 E G 0 0 C R T R E 0 2

**REVISIONE**

A

**SCALA:**

-

D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	FEB.20	G.VACCA	L.MARCANIO	F.NICCHIARELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

*Ing. Giuseppina Vacca*  
Via G. Gozzi, 6  
09045 Quartu S. Elena (CA)  
Mobile +39 3478208988  
e mail vaccag@unica.it  
VCCGPP65B53F073P

#### **CERTIFICATO DI COLLAUDO PRODOTTI CARTOGRAFICI**

OGGETTO: Intervento S. S. 554 – Adeguamento al tipo B dal km 12 al km 18 (ex SS 125  
Orientale Sarda – connessione tra la SS 554 e la nuova SS 554). CIG DERIVATO:  
7910163900 (CA352)  
Società: VIA Ingegneria S.r.l.  
Collaudo della cartografia in scala 1:2000

\*\*\*\*

L'anno 2020 il giorno 20 gennaio, il collaudatore Ing. Giuseppina Vacca presa visione degli elaborati messi a disposizione della Società Compucart S.r.l e dalla Società VIA Ingegneria S.r.l per il collaudo dei seguenti prodotti cartografici (contratto del 27/09/2019 Prot. 164/19 tra la società Compucart S.r.l. e la società VIA Ingegneria S.r.l):

- A. Rete di n. 15 caposaldi e livellazione di n. 7 chilometri;
- B. Servizi cartografici in scala 1:2000 per 401 ettari;
- C. Ortofoto su 51 fotogrammi

e verificate le risultanze e le analisi effettuate su quanto consegnato e riportate nella relazione di seguito allegata

dichiara che

i prodotti

- A. Rete di n. 15 caposaldi e livellazione di n. 7 chilometri;
- B. Servizi cartografici in scala 1:2000 per 401 ettari;
- C. Ortofoto su 51 fotogrammi

Realizzati dalla società Compucart, sono collaudabili positivamente.

Cagliari, 20 gennaio 2020

Ing. Giuseppina Vacca

## RELAZIONE TECNICA ALLEGATA AL CERTIFICATO DI COLLAUDO

OGGETTO: Intervento S. S. 554 – Adeguamento al tipo B dal km 12 al km 18 (ex SS 125 Orientale Sarda – connessione tra la SS 554 e la nuova SS 554). CIG DERIVATO: 7910163900 (CA352)  
Società: VIA Ingegneria S.r.l.  
Collaudo della cartografia in scala 1:2000

Nella relazione vengono presentati i risultati delle operazioni di collaudo della cartografia in scala 1:2000, relativa all'intervento S.S.554 come da oggetto, eseguite dal Collaudatore Ing. Giuseppina Vacca.

La cartografia è stata realizzata in scala 1:2000 dalla Società Compucart S.r.l., con sede in Via Monte Sabotino in Cagliari, su un volo fotogrammetrico digitale con risoluzione a terra di 8 cm. Le riprese fotogrammetriche sono state effettuate in data 12 settembre 2019 e la cartografia realizzata nell'ottobre 2019.

Dal contratto del 27/09/2019 Prot. 164/19 la società Compucart S.r.l. doveva eseguire le seguenti attività:

- D. Rete di n. 15 caposaldi e livellazione di n. 7 chilometri;
- E. Servizi cartografici in scala 1:2000 per 401 ettari;
- F. Ortofoto su 51 fotogrammi

Sono state verificate e collaudate le seguenti fasi del processo fotogrammetrico che hanno portato a produrre la cartografia in oggetto:

- Progetto di volo e ripresa fotogrammetrica;
- Rilievo della rete di capisaldi e dei punti di appoggio;
- Triangolazione aerea;
- Restituzione fotogrammetrica, Ricognizione ed editing;
- Cartografia finale 2D e 3D;
- Produzione dell'ortofoto.

Il lavoro doveva essere svolto dalla società Compucart S.r.l. in conformità ai seguenti documenti:

- ANAS S.p.A.- Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori – Capitolato Speciale D'Appalto – Norme tecniche per l'esecuzione del contratto- Servizi di Ingegneria e Architettura – Revisione Settembre 2017

Per ciascuna fase del processo fotogrammetrico, il lavoro di collaudo è consistito, quindi, in linea generale, nel verificare il rispetto delle specifiche tecniche contenute nelle Norme ANAS attraverso operazioni di controllo e di misure che saranno specificate, per ogni singola fase, all'interno della presente relazione.

La cartografia e tutto il materiale e la documentazione ad essa inerente, sono stati consegnati in parte dalla Società Compucart ed in parte dalla Società VIA Ingegneria.

Tale relazione è allegata al certificato di collaudo emesso in data 20 gennaio 2020.

Nella tabella seguente vengono riportate: le fasi del processo fotogrammetrico sottoposte a collaudo, il materiale consegnato al Collaudatore, le specifiche tecniche previste dalle norme per quella fase di lavoro e le risultanze del collaudo.

### Progetto di volo e riprese

Materiale consegnato	Specifiche tecniche per il collaudo	Risultanze collaudo																																																																																																																								
<p>Il volo fotogrammetrico è stato realizzato con una camera aerea metrica digitale Vexcel – UltraCam Osprey Mark 3 premium in data 12 settembre 2019. Il materiale consegnato al collaudatore è il seguente:</p> <p>File del limite dell'aerea da cartografare: Limiti variant.dwg</p> <p>File del progetto di volo: grafico554.dxf</p> <p>File dei centri di presa CentriPresa_SS554.shp</p> <p>Certificato di calibrazione della camera digitale datato 16 maggio 2018 Certificato camera_Rev02.00_V01.pdf</p> <p>Immagini del volo in formato ecw: Strisciata n. 1 dal fot. 1 al fot. 22 (utilizzati 8-13) Strisciata n. 2 dal fot. 23 al fot. 41 (utilizzati 27-41) Strisciata n. 3 dal fot. 42 al fot. 91 (utilizzati 54-86)</p>	<p>Le norme tecniche ANAS, art. 2.2 Presa aerofotogrammetrica ed approntamento del materiale fotografico:</p> <p>Nel caso di ripresa aerofotogrammetrica con camera di presa digitale si prescrive che:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le riprese dovranno essere eseguite con camera digitale di tipo “Frame”;</li> <li>- nel certificato di taratura della camera metrica digitale, redatto in data non anteriore a due anni, devono essere indicati: la data di calibrazione e i parametri dell’immagine virtuale ad alta risoluzione ed a colori (focale, risoluzione, abbracciamento, punto principale e distorsione).</li> <li>- il sistema di presa deve essere dotato di FMC (Forward Motion Compensation) o TDI (Time delay Intergation), per l’eliminazione del trascinarsi (in particolare alle quote relative di volo più basse) ed è prescritto l’uso di dispositivi per la correzione della deriva durante il volo.</li> <li>- per l’acquisizione dei parametri angolari di orientamento esterno dei fotogrammi devono essere impiegati sistemi inerziali.</li> <li>- la risoluzione radiometrica deve essere almeno pari a 12 bit per canale.</li> </ul> <p>Di seguito si riportano i parametri fondamentali della presa aerofotogrammetrica con tecnologia digitale:</p> <table border="1" data-bbox="715 1668 1141 1803"> <thead> <tr> <th>Livello</th> <th>Prac. Quota (m)</th> <th>Scala</th> <th>Fatt. moltip.</th> <th>Scala Media</th> <th>Variaz. Ann. %</th> <th>Scala min</th> <th>Scala max</th> <th>Obbligo FMC</th> <th>Quota rel. volo media (m)</th> <th>Quota rel. volo max (m)</th> <th>Quota rel. volo min (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>10.00</td> <td>20000</td> <td>1</td> <td>50000</td> <td>±0.00</td> <td>25000</td> <td>45000</td> <td>no</td> <td>7200</td> <td>6250</td> <td>6750</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>5.00</td> <td>25000</td> <td>1</td> <td>25000</td> <td>±0.00</td> <td>27500</td> <td>22500</td> <td>no</td> <td>3750</td> <td>4125</td> <td>3375</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2.00</td> <td>10000</td> <td>2</td> <td>20000</td> <td>±0.00</td> <td>22000</td> <td>18000</td> <td>no</td> <td>3000</td> <td>3300</td> <td>2700</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1.00</td> <td>5000</td> <td>3</td> <td>15000</td> <td>±0.00</td> <td>16500</td> <td>13500</td> <td>no</td> <td>2250</td> <td>2475</td> <td>2025</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.50</td> <td>2500</td> <td>4</td> <td>8000</td> <td>±0.00</td> <td>8800</td> <td>7200</td> <td>si</td> <td>1500</td> <td>1500</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.15</td> <td>800</td> <td>5</td> <td>2000</td> <td>±0.00</td> <td>2200</td> <td>1600</td> <td>si</td> <td>750</td> <td>750</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0.50</td> <td>2000</td> <td>4</td> <td>8000</td> <td>±0.00</td> <td>8800</td> <td>7200</td> <td>si</td> <td>1200</td> <td>1500</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>0.15</td> <td>800</td> <td>5</td> <td>2000</td> <td>±0.00</td> <td>2200</td> <td>1600</td> <td>si</td> <td>750</td> <td>750</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0.10</td> <td>500</td> <td>6</td> <td>3000</td> <td>±0.00</td> <td>3300</td> <td>2700</td> <td>si</td> <td>450</td> <td>495</td> <td>405</td> </tr> </tbody> </table>	Livello	Prac. Quota (m)	Scala	Fatt. moltip.	Scala Media	Variaz. Ann. %	Scala min	Scala max	Obbligo FMC	Quota rel. volo media (m)	Quota rel. volo max (m)	Quota rel. volo min (m)	0	10.00	20000	1	50000	±0.00	25000	45000	no	7200	6250	6750	1	5.00	25000	1	25000	±0.00	27500	22500	no	3750	4125	3375	2	2.00	10000	2	20000	±0.00	22000	18000	no	3000	3300	2700	3	1.00	5000	3	15000	±0.00	16500	13500	no	2250	2475	2025	4	0.50	2500	4	8000	±0.00	8800	7200	si	1500	1500	1500	5	0.15	800	5	2000	±0.00	2200	1600	si	750	750	750	6	0.50	2000	4	8000	±0.00	8800	7200	si	1200	1500	1000	7	0.15	800	5	2000	±0.00	2200	1600	si	750	750	750	8	0.10	500	6	3000	±0.00	3300	2700	si	450	495	405	<p>Il collaudatore ha verificato il materiale consegnato ed il rispetto delle norme previste relativamente a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- caratteristiche della camera da presa: Vexcel – UltraCam Osprey Mark 3, calibrata in data 16/05/2018;</li> <li>- piano di volo;</li> <li>- epoca del volo: 12 settembre 2019</li> </ul> <p>Il volo è costituito da 3 strisciate per un totale di 51 immagini che ricoprono, stereoscopicamente, tutta l'area da cartografare senza soluzione di continuità.</p> <p>La dimensione del pixel al suolo: 8 cm (Quota relativa di volo di circa 1300 m, dimensione pixel 5.2 micron). Il GSD rispetta i valori per una scala 1:2000.</p> <p>I ricoprimenti longitudinali e trasversali sono rispettati. Non vi è la presenza di nubi sulle immagini.</p> <p>Per quanto riguarda l’impiego di sistemi inerziali e di ricevitori GNSS per la determinazione delle coordinate dei centri di presa e dei parametri angolari, pur essendo presenti non verranno presi in considerazione in quanto i parametri di orientamento esterno sono stati determinati attraverso la metodologia della triangolazione aerea che si andrà a collaudare nelle fasi successive.</p> <p>C’è da evidenziare che le strisciate dovevano essere parallele e in direzione Ovest-Est. Nel presente volo sono state effettuate 3 strisciate non parallele tra loro e solo una in direzione Est-Ovest.</p>
Livello	Prac. Quota (m)	Scala	Fatt. moltip.	Scala Media	Variaz. Ann. %	Scala min	Scala max	Obbligo FMC	Quota rel. volo media (m)	Quota rel. volo max (m)	Quota rel. volo min (m)																																																																																																															
0	10.00	20000	1	50000	±0.00	25000	45000	no	7200	6250	6750																																																																																																															
1	5.00	25000	1	25000	±0.00	27500	22500	no	3750	4125	3375																																																																																																															
2	2.00	10000	2	20000	±0.00	22000	18000	no	3000	3300	2700																																																																																																															
3	1.00	5000	3	15000	±0.00	16500	13500	no	2250	2475	2025																																																																																																															
4	0.50	2500	4	8000	±0.00	8800	7200	si	1500	1500	1500																																																																																																															
5	0.15	800	5	2000	±0.00	2200	1600	si	750	750	750																																																																																																															
6	0.50	2000	4	8000	±0.00	8800	7200	si	1200	1500	1000																																																																																																															
7	0.15	800	5	2000	±0.00	2200	1600	si	750	750	750																																																																																																															
8	0.10	500	6	3000	±0.00	3300	2700	si	450	495	405																																																																																																															

Livello	Prec. in quota (m)	GSD max (m)	GSD med (m)	GSD min (m)
0	10,00	1,06	0,85	0,75
1	5,00	0,53	0,42	0,37
2	2,00	0,42	0,34	0,30
3	1,00	0,32	0,25	0,22
4	0,30	0,17	0,14	0,12
5	0,15	0,11	0,08	0,07
6	0,30	0,17	0,14	0,12
7	0,15	0,11	0,08	0,07
8	0,10	0,06	0,05	0,04

Sulla base di queste verifiche si dichiara **positivo il collaudo del volo fotogrammetrico e delle riprese aeree.**

Il territorio potrà essere suddiviso in blocchi omogenei costituiti da insiemi di strisciate parallele aventi di norma andamento con direzione ovest-est e viceversa. Strisciate con diversa direzione potranno essere realizzate per il completamento del blocco o dei blocchi di strisciate della copertura medesima.

Inoltre, si prescrive che:

- le variazioni, in valore assoluto, degli elementi angolari di orientamento dei fotogrammi adiacenti lungo ciascuna strisciata e dei valori assoluti degli angoli di orientamento non dovranno mai superare 5 gradi centesimali;
- i fotogrammi consecutivi di una stessa strisciata, in zone pianeggianti e collinose, dovranno avere una sovrapposizione longitudinale del 60%, con oscillazioni comprese entro il 5% e valori di deriva trasversale non superiori al 10% del fotogramma;
- la sovrapposizione longitudinale dei fotogrammi, fra fotogrammi consecutivi di una stessa strisciata può essere maggiore, ma in ogni caso non deve superare il 75% con oscillazioni comprese entro il 5%.
- la sovrapposizione trasversale tra strisciate contigue non dovrà essere inferiore al 30%.
- in ogni strisciata lo scostamento massimo del punto principale dell'asse della strisciata dall'asse della strisciata stessa, così come indicato sul piano di volo, non dovrà superare il 10% del lato del fotogramma in zone pianeggianti o collinose, ed il 5% in zone di montagna.
- i voli dovranno essere eseguiti nelle ore a cavallo del mezzogiorno solare, in condizioni di raggi solari con elevazione non inferiore a 30°.
- in nessun punto dovranno comunque presentarsi soluzioni di continuità nella copertura stereoscopica delle zone assoggettate a ripresa.
- I fotogrammi dovranno presentarsi nitidi e privi di foschia, di nubi e/o ombre da esse riportate e, per quanto

	<p>possibile, di copertura nevosa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Le giornate non idonee all'esecuzione delle riprese dovranno essere giustificate con documentazione adeguata (METAR del più vicino aeroporto)</li> <li>· qualora siano riscontrate delle anomalie o delle lacune nella copertura aerofotogrammetrica stereoscopica del territorio da cartografare, le strisciate difettose dovranno essere replicate ex-novo. Gli eventuali rifacimenti dovranno essere comunque realizzati entro 20 giorni dalla data di esecuzione del volo principale.</li> <li>· dovranno essere rese note la data e le ore di inizio e fine della ripresa di ogni strisciata; ed in particolare, per ogni fotogramma dovranno risultare registrate la data, l'ora e l'altimetria della presa fotografica</li> </ul> <p><b>Controlli</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· la verifica della continuità nella copertura stereoscopica del territorio, della corrispondenza fra strisciate eseguite, piano di volo e quadro d'unione delle strisciate.</li> <li>· il controllo della completezza e correttezza della documentazione richiesta e dei supporti informatici con i file di consegna;</li> <li>· il controllo, per il 5% dei fotogrammi, che i valori di GSD rientrino nei limiti stabiliti;</li> <li>· il controllo, per tutti i fotogrammi, dei ricoprimenti longitudinali e trasversali e della deriva;</li> <li>· il controllo che i contenuti delle immagini dei fotogrammi siano privi di nubi, ombre o altri difetti che compromettano la leggibilità del territorio;</li> <li>· controlli a campione, mediante apertura delle stereocoppie con stazione aerofotogrammetrica digitale di modelli scelti dalla committente, in numero pari ad almeno il 3% del totale, delle parallassi residue del modello, che non dovranno superare in nessun punto i 2 pixel. Il controllo verrà considerato favorevole quando non più del 3% degli elementi relativi alle caratteristiche geometriche delle riprese non rispettano i requisiti previsti.</li> </ul> <p>Qualora i presupposti previsti dal</p>	
--	---	--

	<p>comma precedente non fossero rispettati per un'area superiore al 3% di quella oggetto del servizio, l'Appaltatore dovrà ripetere le riprese relative alle strisciate interessate il primo giorno favorevole dopo la data di comunicazione da parte del Direzione per l'Esecuzione del Contratto.</p>	
--	---	--

### Controllo, inquadramento e raffittimento della rete geodetica per la determinazione dei punti di appoggio e dei capisaldi

Fase di lavoro e materiale consegnato	Specifiche tecniche per il collaudo	Risultanze collaudo
<p>Relazione tecnica sulla rete e i rilievi. Contiene i tabulati di calcolo File: Relazione.doc</p> <p>Monografie dei punti della rete di raffittimento: MONOGRAFIE VERTICI POLIGONALE.pdf</p> <p>Monografie dei 31 punti fotografici: SS554MONOGRAFIE.pdf</p> <p>Libretto delle misure e di calcolo della livellazione interessata dai punti da R27 a R41</p> <p>LivellazioneSS554.xls</p> <p>File dati GPS _GPS Fisso _GPS1 _GPS2</p>	<p>Articolo 2.3 delle Norme Tecniche per l'esecuzione di indagini topografiche all'interno delle Norme tecniche per l'esecuzione del contratto - Servizi di Ingegneria e Architettura</p> <p>I vertici di raffittimento dovranno essere in numero sufficiente da permettere, di individuare un punto ogni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1,0 chilometri quadrati di superficie per la scala 1:1000,</li> <li>- 1,5 chilometri quadrati di superficie per la scala 1:2000,</li> </ul> <p>La tolleranza planimetrica sui vertici della rete di raffittimento è fissata in <math>\pm</math> cm 5; quella altimetrica in <math>\frac{1}{4}</math> della tolleranza stabilita per i punti quotati isolati della carta (n.d.r. ovvero <math>\pm</math> cm 4). Gli s.q.m. nella posizione plano-altimetrica dei punti fotografici di appoggio dovranno comunque risultare non superiori ai seguenti valori per la scala 1:1000, planimetria 0,15 m e altimetria 0,10 m; per la scala 1:2000, planimetria 0,25 m e altimetria 0,20 m.</p> <p>Delle monografie descrittive faranno parte i seguenti dati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- codice o nome del punto;</li> <li>- elemento cartografico di appartenenza;</li> <li>- coordinate planimetriche (E ed N) e quota ortometrica (Q) del particolare fotografico</li> <li>- foto a colori dell'elemento cartografico;</li> <li>- schizzo planimetrico;</li> <li>- data di esecuzione della monografia.</li> </ul>	<p>La realizzazione della rete ha interessato sia la cartografia per la SS 554 sia per quella per la SS 130, entrambe in carico alla società Compucart S.r.l.</p> <p>È stata istituita una rete di 41 punti di raffittimento nominati da R1 a R41. Sulla base della relazione consegnata dalla ditta, i tabulati di calcolo e le monografie dei punti risulta che la rete dei punti è stata rilevata con tecnica satellitare GNSS nel sistema di riferimento ETRF2000. In particolare, la rete è stata misurata attraverso rilievi statici GNSS, calcolata e compensata partendo dai punti IGM95 n. 234704 e n. 233701 della rete istituita dall'Istituto Geografico Militare. Da questi punti IGM95 insieme alla stazione permanente ITALPOS di Cagliari, sono state misurate e compensate le coordinate dei punti di raffittimento R attraverso dei rilievi statici. Dall'analisi della documentazione il collaudatore ha verificato che:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gli strumenti utilizzati sono di tipologia e precisione adeguata;</li> <li>- le misure eseguite sono in conformità con le specifiche tecniche;</li> <li>- le precisioni ottenute sono in conformità con le specifiche tecniche.</li> </ul> <p>I 31 punti fotografici sono stati rilevati con rilievo GNSS in modalità Statico-Rapido partendo dai punti IGM95 n. 234704 e n. 233701 della rete istituita dall'Istituto Geografico Militare.</p> <p>Tutte le coordinate planimetriche dei punti sono state, quindi, trasformate in coordinate rettilinee partendo dal punto di coordinate UTM – ETRF2000 R22 con coordinate 9° 04' 39.83360" 39° 15' 19.30836" quota 59.3783 m</p>

	<p>Per la fase di determinazione della rete di raffittimento e di appoggio è consentito l'impiego della tecnologia GPS a doppia frequenza, esclusivamente per il calcolo della rete planimetrica.</p> <p>Per l'altimetria dovranno effettuarsi delle Livellazione geometrica (art.2.10) Criterio di verifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nel caso di linea di livellazione aperta, il dislivello medio non dovrà superare <math>\pm 5x (D)^{1/2}</math> mm.</li> <li>- nel caso di linea di livellazione chiusa, l'errore di chiusura non dovrà superare <math>\pm 2,5x (D)^{1/2}</math> mm</li> </ul> <p>dove D è lo sviluppo della intera linea di livellazione espressa in km.</p> <p>La cartografia deve essere realizzata in coordinate rettilinee art. 2.12.</p> <p>Nella relazione di calcolo della trasformazione da ETRF2000 a coordinate rettilinee devono essere riportati i seguenti valori (art.2.8):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• latitudine e longitudine del punto baricentrico che darà origine al meridiano centrale;</li> <li>• Valori di falsa Est e falsa Ovest</li> <li>• Ampiezza in gradi della zona di calcolo</li> <li>• Valore del coefficiente di contrazione "c"</li> <li>• Quota media adottata</li> <li>• Scarti del calcolo di rototraslazione rigida tra le coordinate rettilinee locali e le coordinate UTM dei vertici di inquadramento</li> </ul>	<p>Coefficiente di contrazione 1.0004089067 Quota media adottata 20 m</p> <p>Per quanto riguarda la livellazione dalla documentazione presentata le prescrizioni sono rispettate.</p> <p>Per collaudare la rete e i punti d'appoggio il collaudatore, ha rilevato i punti di raffittimento R13 e R30 attraverso un rilievo GNSS RTK. La rete di stazioni permanenti è la rete GPS SARNET (<a href="http://www.geodesia.biz/sarnet/">http://www.geodesia.biz/sarnet/</a>).</p> <p>Le differenze tra le coordinate dei punti della rete e i punti rilevati dal collaudatore sono ampiamente all'interno delle tolleranze. Sono stati altresì rilevati in modalità RTK (rete SP SARNET) i punti fotografici PF 17 e PF 11. Anche in questo caso le tolleranze sono entro le tolleranze previste.</p> <p><b>Si dichiara, quindi, positivo il collaudo della rete di capisaldi e dei punti d'appoggio.</b></p>
--	---	---

### Triangolazione Aerea

Fase di lavoro e materiale consegnato	Specifiche tecniche per il collaudo	Risultanze collaudo
<p>- Tabulato di uscita del restitutore digitale GDS-Geosoft Digitale System sulla triangolazione aerea, contenente i risultati della TA: Anas554.txt</p>	<p>Articolo 2.3 delle Norme Tecniche per l'esecuzione di indagini topografiche all'interno delle Norme tecniche per l'esecuzione del contratto- Servizi di Ingegneria e Architettura</p> <p>In particolare, si è ritenuto positivo il risultato della T.A. se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tutti gli scarti residui sui punti d'appoggio saranno inferiori, in modulo, a 15 cm in planimetria e a 10</li> </ul>	<p>La TA è stata realizzata in coordinate rettilinee (Datum ETRF2000, quote ortometriche).</p> <p>Per la TA sono stati utilizzati i 31 punti fotografici d'appoggio sia in planimetria che in altimetria.</p> <p>Il collaudatore, sulla base della documentazione consegnata e dal sopralluogo effettuato presso la società Compucart, ha potuto verificare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il software utilizzato per la TA è di</li> </ul>

	cm in quota; • gli sqm dei punti di legame nelle tre componenti, in modulo, risulteranno inferiori a 10 cm.	tipologia e precisione adeguata; - la disposizione dei punti fotografici d'appoggio è congruente alle specifiche tecniche; - gli s.q.m. sui punti d'appoggio e sui punti di legame sono in tolleranza.  <b>Si dichiara positivo il collaudo della Triangolazione Aerea.</b>
--	--	---

### Restituzione, Ricognizione, Controllo planimetrico e altimetrico

Fase di lavoro e materiale consegnato	Specifiche tecniche per il collaudo	Risultanze collaudo
<p><b>Restituzione e Ricognizione</b></p> <p>Sono stati consegnati i seguenti file:            - Foglio1.dwg            - Foglio2.dwg            - Foglio3.dwg            - Foglio4.dwg</p> <p>Relativi ai 4 fogli della cartografia</p> <p>-554.dwg            Relativa alla cartografia 3d dell'area interessata</p> <p>-554_2d.dwg            Relativa alla cartografia 2d dell'area interessata</p>	<p>Articolo 2.12 e 2.13 delle Norme Tecniche per l'esecuzione di indagini topografiche all'interno delle Norme tecniche per l'esecuzione del contratto- Servizi di Ingegneria e Architettura</p> <p>Viste le premesse di cui sopra, il collaudo dei file cartografici ha comportato quindi le seguenti operazioni ed i seguenti controlli:</p> <p>a) esame dei documenti comprovanti le caratteristiche degli strumenti di restituzione digitale;</p> <p>c) apertura con stazione digitale o analitica dell'1% delle coppie stereoscopiche e ripetizione per ognuna di esse della restituzione di diverse geometrie per verificare che le differenze tra la restituzione originale e quella di controllo siano inferiori ad una volta e mezzo le accuratezze definite per almeno il 95 % dei punti controllati, e nel triplo delle accuratezze per il restante 5 %;</p> <p>d) congruenza delle curve di livello con i punti quotati;</p> <p>e) contenuto della cartografia.</p> <p>Per la ricognizione</p> <p>a) esame dei documenti relativi alle ricognizioni;</p> <p>b) esame degli eventuali documenti relativi alle misure ed ai calcoli che sono risultati necessari per eseguire l'integrazione metrica sul terreno;</p> <p>Il 95% delle istanze controllate dovrà risultare riportato correttamente sia come classificazione nel caso di</p>	<p>Questa fase di collaudo ha interessato esclusivamente i file finali della cartografia ed i fogli della ricognizione.</p> <p>Tutta la cartografia consegnata è realizzata in coordinate rettilinee assumendo come origine il punto di coordinate R22, nel Datum ETRF2000, con coordinate geografiche 9° 04' 39.83360" 39° 15' 19.30836"</p> <p>Si evidenzia subito che, rispetto alle specifiche tecniche degli elementi che la cartografia deve contenere, il rilievo topografico dei cigli stradali, le quote delle piattaforme stradali e del piano del ferro delle linee ferroviarie, questi sono stati rilevati mediante rilievo fotogrammetrico. Questo dovuto al fatto che il contratto tra la società Compucart e la società Via Ingegneria non ha previsto i rilievi celerimetrici ma solo il rilievo fotogrammetrico.</p> <p>Fatte queste premesse i file della cartografia sono stati sottoposti al controllo del contenuto semantico e metrico.</p> <p>Il primo controllo ha riguardato la ripetizione della restituzione di parti della cartografia all'interno dei diversi modelli stereoscopici. Le ripetizioni sono avvenute presso la società Compucart, alla presenza del collaudatore, il giorno 15 gennaio 2020 alle ore 15.00.</p> <p>Il collaudatore per le ripetizioni delle restituzioni ha individuato le seguenti coppie stereoscopiche:</p>

	<p>integrazione qualitativa sia come geometria nel caso di integrazione metrico</p> <p>Le planimetrie in scala 1:2000 dovranno contenere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le curve di livello direttrici con equidistanza di m 10, quelle ordinarie con equidistanza di m 2, le ausiliarie con equidistanza di m 1</li> <li>• le quote dei punti caratteristici del terreno</li> <li>• il rilievo topografico dei cigli di tutte le strade di competenza di ANAS S.p.A. e di tutte le strade interessate dalla progettazione ed indicate nelle planimetrie che verranno preliminarmente consegnate all'Appaltatore. Dovranno essere rilevati i cigli di destra e di sinistra con rappresentazione di un punto ogni 20 m.</li> <li>• almeno cinque punti quotati in media per ettaro, dove la pendenza del terreno non permette la rappresentazione a curve di livello</li> <li>• le quote del piano del ferro delle linee ferroviarie esistenti rilevate mediante livellazione geometrica di precisione ogni 100 m circa, in corrispondenza di ogni punto particolare (passaggi a livello, opere d'arte, ecc.)</li> <li>• le quote delle piattaforme stradali rilevate mediante livellazione geometrica di precisione ogni 50 m circa, e in corrispondenza di ogni punto particolare (passaggi a livello, incroci stradali, opere d'arte, ecc.)</li> <li>• le quote del pelo dell'acqua dei fiumi, torrenti, laghetti, ecc.</li> <li>• una quota sulla sommità di ciascun fabbricato (piano terrazzo di copertura o linea di gronda sui fabbricati coperti con tetti) in modo da poter desumere dalla cartografia le altezze dei fabbricati stessi tutti gli elementi base del rilievo, della poligonale e della livellazione, i capisaldi di livellazione I.G.M.I. ed i punti trigonometrici I.G.M.I. di I, II e III ordine ricadenti nella planimetria, nonché le particolarità topografiche con la relativa nomenclatura</li> <li>• tutti i picchetti ben stabili di eventuali precedenti rilievi e le rispettive quote</li> </ul>	<p>- coppie: 10/12; 30/32; 60/62; 68/70</p> <p>Il confronto tra la restituzione ripetuta e quella originale è nelle tolleranze previste dalle specifiche tecniche.</p> <p>Le verifiche sulla congruenza delle curve di livello con i punti quotati hanno dato esito positivo.</p> <p>Il collaudatore, durante la visita alla Compucart, ha preso visione dei fogli di ricognizione e ha verificato le operazioni di ricognizione. Dai controlli effettuati non si evince nessuna criticità.</p> <p>Il collaudatore, inoltre, ha verificato positivamente il rispetto del numero di ettari di cartografia realizzata nel rispetto del contratto.</p> <p><b>Si dichiara positivo il collaudo della restituzione e della ricognizione.</b></p>
--	--	---

<p><b>- Controlli planimetrici e altimetrici a terra</b></p>	<p><b>Controllo Planimetrico</b> (paragrafo 2.14 Specifiche ANAS)</p> <p><b>Distanze</b>  <math> d'-D  \leq 0.3</math> mm per misure sull'infrastruttura stradale  <math> d'-D  \leq (0.3 + d'/1000)</math> mm per <math>d' &lt; 300</math> mm  <math> d'-D  \leq 0.6</math> mm per <math>d' &gt; 300</math> mm</p> <p><math>d'</math> distanza fra due punti certi nella cartografia</p> <p><math>D</math> distanza fra due punti certi rilevati sul terreno e ridotta alla scala della carta</p> <p><b>Coordinate punti certi</b>  Le coordinate (<math>N'</math>, <math>E'</math>) di un <b>punto</b> P del terreno ricavate dalla carta e le coordinate dello stesso punto rilevate con operazioni topografiche (<math>N, E</math>) dovranno soddisfare la relazione:</p> $\{(N'-N)^2 + (E'-E)^2\}^{1/2} < \pm 0.40$ <p>La differenza fra le coordinate così determinate e quelle memorizzate dovrà risultare inferiore alle accuratezze definite per almeno il 95 % dei punti controllati, e nel doppio delle accuratezze per il restante 5%.</p> <p><b>Controllo Altimetrico</b></p> <p>Per i <b>punti quotati</b> sono stabilite le seguenti tolleranze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il valore assoluto della differenza tra la quota <math>Q'</math> di un punto, letta direttamente sulla carta, e quella <math>Q</math> dello stesso punto dedotta da operazioni topografiche sul terreno deve soddisfare le seguenti relazioni:</li> <li>- <math>Q' - Q &lt; \pm 0.20</math> m</li> </ul> <p>La differenza fra le quote così determinate e quelle memorizzate dovrà risultare inferiore alle accuratezze definite per almeno il 95 % dei punti controllati, e nel doppio delle accuratezze per il restante 5%.</p>	<p>Per la verifica metrica della cartografia sono state eseguite delle misure a terra per la determinazione delle coordinate plano_altimetriche di una serie di punti uniformemente distribuiti su tutta la cartografia.  In totale sono stati rilevati 75 punti.</p> <p>Le coordinate sono state rilevate con un rilievo GNSS in modalità RTK con le correzioni differenziali provenienti dalla rete di SP GPS SARNET.  Dopo aver misurato i punti a terra, il collaudatore ha verificato la relazione</p> $\{(N'-N)^2 + [S(E'-E)]^2\}^{1/2} < \pm 0.40$ <p>tra le coordinate rilevate e quelle ricavate dalla cartografia.  I valori ottenuti sono risultati per il 95% in tolleranza.</p> <p>Per quanto riguarda la verifica sulle distanze queste sono state ottenute dalla combinazione tra i diversi punti misurati a terra. Anche in questo caso i risultati sono in tolleranza.</p> <p>Per il controllo altimetrico della cartografia sono stati rilevati a terra 75 punti. La misura della quota a terra è stata determinata attraverso un rilievo GNSS RTK. La rete di stazioni permanenti è la rete GPS SARNET (<a href="http://www.geodesia.biz/sarnet/">http://www.geodesia.biz/sarnet/</a>).</p> <p>I calcoli sono stati eseguiti sulle quote ortometriche ottenute dalla trasformazione delle quote ellissoidiche attraverso l'uso di Convergo v.2.04 e dei grigliati IGM.</p> <p>Sono state determinate sia la differenza di quota tra i punti sia la differenza fra i dislivelli ottenuti dalla combinazione delle</p>
--	--	---

		<p>quote di diversi punti. Le differenze ottenute sono per il 95% all'interno delle accuratezze richieste.</p> <p><b>Sulla base di questi risultati il collaudo del controllo plano-altimetrico è positivo.</b></p>
--	--	---

## Ortofoto

Fase di lavoro e materiale consegnato	Specifiche tecniche per il collaudo	Risultanze collaudo
<p>Ortofoto554.ecw</p>	<p>Articolo 3.9.5 delle Norme Tecniche per l'esecuzione di indagini topografiche all'interno delle Norme tecniche per l'esecuzione del contratto- Servizi di Ingegneria e Architettura</p> <p>Sul prodotto finale si devono eseguire sostanzialmente le verifiche di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• completezza</li> <li>• contenuto</li> <li>• accuratezza</li> </ul> <p>Indicando con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>n</math> il numero di punti di controllo;</li> <li>- <math>E_{CP}, N_{CP}</math> le coordinate planimetriche dei punti di controllo;</li> <li>- <math>\sigma_{CP,E} \sigma_{CP,N}</math> gli scarti quadratici medi delle coordinate planimetriche dei punti di controllo;</li> </ul> <p>si determina il valore del <i>circular error</i> al 95 % di probabilità dei punti di controllo <math>CE95_{CP}</math>:</p> $CE95_{CP} = 1.7308 \sqrt{\sigma_{CP,E}^2 + \sigma_{CP,N}^2}$ <p>Indicando con <math>E_{OP}, N_{OP}</math> le coordinate dei punti dell'ortofoto corrispondenti ai punti di controllo, si determina il valore del <i>circular error</i> al 95 % di probabilità dell'ortofoto <math>CE95_{OP}</math>:</p> $CE95_{OP} = 1.7308 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_{OP,i} - E_{CP,i})^2 + (N_{OP,i} - N_{CP,i})^2}{n}}$ <p>Si determina pertanto il valore dell'errore complessivo <math>CE95_{EN}</math> che deve risultare minore della tolleranza in planimetria fissata <math>T_{EN}</math>.</p> $CE95_{EN} = \sqrt{CE95_{OP}^2 + CE95_{CP}^2} \leq T_{EN}$	<p>Per la verifica metrica delle ortofoto sono state eseguite delle misure a terra per la determinazione delle coordinate planimetriche di una serie di punti ricadenti sulle ortofoto.</p> <p>Le coordinate dei punti sono state misurate tramite rilievo GNSS in modalità RTK con le correzioni differenziali provenienti dalla rete di SARNET.</p> <p>Dopo aver misurato i punti a terra si è proceduto ad eseguire le collimazioni degli stessi punti sulle ortofoto.</p> <p>Per quanto riguarda la verifica sulle distanze queste sono state ottenute dalla combinazione tra i diversi punti misurati a terra. Tutti gli errori sono contenuti nella percentuale del 5%.</p>

Tipo di ortofoto	Elementi geometrici	Precisione grafica	1:5000		1:2000		1:1000		1:500	
			$\sigma_{Zp}$ [m]	$T_{Ex}$ [m]						
Specialia (Tipo B)	Punti al suolo	0.3 mm	1.50	2.60	0.60	1.05	0.30	0.55	0.15	0.25
	Punti elevati rispetto alla superficie del terreno	0.9 mm	4.50	7.80	1.80	3.20	0.90	1.60	0.45	0.80
Ordinaria (Tipo A1)	Punti al suolo	0.2 mm	1.00	1.75	0.40	0.70	0.20	0.35	0.10	0.17
	Punti elevati rispetto alla superficie del terreno	0.6 mm	3.00	5.20	1.20	2.10	0.60	1.05	0.30	0.55
Di precisione (Tipo A2)	Tutti i punti rappresentati	0.2 mm	1.00	1.75	0.40	0.70	0.20	0.35	0.10	0.17

Tabella 1 - Tolleranze planimetriche per le varie tipologie di ortofoto

Le specifiche per l'accuratezza delle ortofoto sono state estrapolate dalle specifiche CISIS per le ortofoto ed i modelli digitali del terreno.

Cagliari 20/01/2020

IL COLLAUDATORE  
Ing. Giuseppina Vacca