



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SERVIZIO SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

Procedura aperta per l'affidamento dell'Appalto di "Fornitura di foto aeree e ortofoto, DEM e DSM e di data base topografici dei centri urbani e aree abitate della Sardegna, alla scala 1:2000"

DISCIPLINARE TECNICO

Approvato con determinazione n. 776 /SITR del 24 maggio 2010



Indice

Art 1. Premessa.....	3
Art 2. Oggetto dell'appalto.....	4
Art 3. Sede e luogo di lavoro.....	4
Art 4. Modalità tecniche d'esecuzione.....	5
Art 5. Piano di lavoro e cronoprogramma delle attività.....	5
Art 6. Ripresa aerofotogrammetrica e rilievi LiDAR.....	6
Art 7. Camera aerofotogrammetria e sensore LiDAR.....	6
Art 8. Epoca del volo.....	7
Art 9. Piano di volo.....	7
Art 10. Caratteristiche delle immagini digitali.....	8
Art 11. Utilizzo del sistema GPS durante le riprese: stazioni a terra.....	9
Art 12. Inquadramento plano-altimetrico.....	9
Art 13. Punti di appoggio e di legame.....	10
Art 14. Misura e calcolo della triangolazione aerea (TA).....	10
Art 15. Utilizzo della tecnologia Laser Scanning.....	10
Art 16. Individuazione delle linee di separazione.....	13
Art 17. Restituzione fotogrammetrica numerica.....	14
Art 18. Ricognizione.....	15
Art 19. Editing e popolamento del DB Topografico.....	16
Art 20. Sistema di rappresentazione cartografica.....	17
Art 21. Taglio della ortofoto digitale.....	17
Art 22. Modelli Digitali (DEM e DSM).....	17
Art 23. Ortofoto.....	18
Art 24. Tolleranze.....	18
Art 25. Specifiche tecniche di collaudo.....	19
Art 26. Materiale messo a disposizione dalla RAS.....	19
Art 27. Materiali da consegnare.....	20
Allegati tecnici.....	21



Art 1.Premessa

L'Amministrazione Regionale (di seguito RAS) da tempo persegue l'obiettivo di dotarsi di supporti di base di carattere territoriale, finalizzati ad una incisiva azione di pianificazione, governo del territorio e monitoraggio delle sue trasformazioni.

In particolare, con l'approvazione del Piano Paesaggistico Regionale per la fascia costiera, è scaturita ancor più la necessità per la RAS di acquisire ulteriori e dettagliati supporti di base indispensabili per il raggiungimento degli obiettivi del Piano stesso, con particolare riguardo alle aree urbane e soprattutto per il suo completamento.

In tal senso la RAS ha realizzato diversi appalti per la produzione di foto aeree e ortofoto del territorio regionale, acquisite mediante riprese aeree digitali multispettrali ad altissima risoluzione relativamente ai centri urbani della fascia costiera della Sardegna, e di Modelli Digitali del Terreno (DEM) e Modelli Digitali della Superficie (DSM) con l'uso di tecnologia LiDAR. Inoltre, come prodotto innovativo la RAS ha realizzato il Data Base 10k (DB 10k) e il Data Base Multiprecisione (DBMP), che integra il DB 10k con i Data Base topografici comunali alla scala 1:1.000 e 1:2000, di alcuni centri urbani e località abitate dell'isola.

Il DBMP, realizzato sulla base delle specifiche nazionali IntesaGIS sui Data Base topografici, viene gestito all'interno di una infrastruttura Oracle 10g e ArcGIS ESRI, integrato con ArcSDE.

Infine lo sviluppo delle attività del Sistema Informativo Territoriale Regionale (di seguito SITR), sempre più orientate a offrire servizi al cittadino (web service con SIT2Com, Sigmater, ecc) e a ottenere l'integrazione e l'interoperabilità dei dati appartenenti a differenti Data Base, della RAS e non, impone necessariamente, quale base informativa di riferimento, il suddetto DBMP e le ortofoto di dettaglio dei centri urbani di tutta la Sardegna.

Pertanto al fine di completare la copertura dei Data Base dei centri urbani e delle località abitate della regione alla scala più appropriata, la RAS ha deciso di realizzare il presente appalto.



Art 2. Oggetto dell'appalto

1. Il presente Disciplinare tecnico (di seguito DT) specifica le caratteristiche e le modalità della fornitura, descritta nell'articolo 2 del Capitolato Speciale d'Oneri e qui di seguito richiamata:
 - a) fornitura di foto aeree e ortofoto digitali a colori e infrarosso, alla scala 1:2.000, dei centri urbani ed aree abitate della parte interna della Sardegna, comprensiva anche del metadato, del relativo piano di volo e della rete plano-altimetrica;
 - b) fornitura del DSM e del DEM tramite rilievi LiDAR relativamente alle aree suddette e del relativo metadato;
 - c) fornitura di Data Base topografici sui medesimi centri urbani ed aree abitate alla scala 1:2.000, da realizzarsi con metodologia aerofotogrammetrica, comprensiva anche delle relative procedure software di popolamento dei DB e dei relativi metadati;
 - d) fornitura dei singoli Data Base topografici dei centri urbani ed aree abitate della parte interna della Sardegna integrati nel DB multiprecisione fornito dalla RAS, il DBMP di cui all'art. 1 del presente DT, e del relativo metadato.
2. I centri urbani e le località abitate, di cui alle lettere a) b) e c) sono individuati di massima nella cartografia di cui all'**Allegato 1a** "Individuazione di massima dei centri urbani e delle località abitate" e nell'**Allegato 1b** "Elenco indicativo dei comuni". Le perimetrazioni di cui all'Allegato 1a e l'elenco dei comuni di cui all'**Allegato 1b** sono stati individuati su base "ortofoto2006" e sono puramente indicativi. L'aggiudicatario dovrà realizzare le perimetrazioni definitive sulla base di quanto specificato nell'art. 16 del presente DT.
3. Nell'ambito del presente appalto si dovrà fare riferimento costante ai documenti predisposti dal CNIPA adattati alle esigenze della RAS, di cui agli allegati tecnici 2, 3 e 4, per quanto attiene le caratteristiche e la qualità delle forniture.

Art 3. Sede e luogo di lavoro

1. Le prestazioni oggetto dell'appalto dovranno essere svolte prevalentemente presso la sede della Ditta aggiudicataria fatte salve quelle che presuppongono interazioni con il personale dell'Amministrazione, che verranno effettuate nelle sedi che l'Amministrazione stessa indicherà con apposita comunicazione, e quelle relative alle attività inerenti l'appalto stesso da espletarsi in campo.
2. La Ditta aggiudicataria è inoltre tenuta all'apertura di una sede operativa nell'area vasta di Cagliari, qualora non operante nella stessa area, da utilizzare per lo svolgimento delle verifiche che l'Amministrazione, ed eventualmente la Direzione Lavori (di seguito DL) e la Commissione di Collaudo (di seguito CC), potranno effettuare durante lo svolgimento dell'appalto. A tal fine l'impresa è tenuta ad infrastrutturare la sede con tutte le strumentazioni,



apparat, sistemi di connettività e applicativi che consentano di visionare i dati e i prodotti oggetto di fornitura anche in corso di lavorazione.

Art 4. Modalità tecniche d'esecuzione

1. Le modalità tecniche con le quali dovranno essere realizzati i prodotti di cui al presente DT, sono quelle proprie dell'aerofotogrammetria, integrate da quelle contenute nel documento "Allegato 2 - Specifiche di contenuto", e nel documento "Allegato 3 - Relazioni e vincoli topologici", secondo le seguenti fasi:
 - a. predisposizione del piano di lavoro e del cronoprogramma delle attività con l'indicazione degli Stati di avanzamento dei lavori (SAL), da sottoporre all'approvazione del Direttore dei lavori (DL);
 - b. redazione del piano di volo e del progetto della rete di inquadramento per la realizzazione sia delle foto aeree che delle riprese LiDAR;
 - c. determinazione dei punti d'appoggio; misurazione e calcolo della triangolazione aerea; ripresa aerofotogrammetrica e LiDAR;
 - d. restituzione fotogrammetrica con la realizzazione di geometrie pre-strutturate;
 - e. ricognizione sul campo per l'integrazione metrica ed informativa, acquisizione di informazioni provenienti da Data Base comunali, provinciali o di altri Enti, con attestazione di provenienza del dato da parte dell'Ente proprietario, relativamente alle reti tecnologiche, (idrica, fognaria ed elettrica) e banche dati su toponomastica, civici, toponomastica stradale, edifici pubblici (scuole, municipio, poste, ecc.);
 - f. generazione del DEM e del DSM;
 - g. generazione delle ortofoto digitali;
 - h. editing grafico ed alfanumerico e popolamento dei DB topografici;
 - i. inserimento dei DB topografici realizzati nel DBMP;
 - j. compilazione del metadato, secondo il contenuto delle schede metadato fornite dalla RAS, relativamente a tutti i prodotti oggetto di fornitura.

Tutti i documenti relativi a piani, relazioni, specifiche tecniche di progetto, esiti di lavorazioni intermedie, dati tabellari, dati testuali, minute di restituzione, atti che devono essere approvati dall'Amministrazione e dal DL, ecc dovranno essere forniti sia in formato cartaceo che in formato elettronico, gestibile dagli applicativi più diffusi in relazione al tipo di dato (foglio elettronico, documento di testo, dato vettoriale, ecc)

Art 5. Piano di lavoro e cronoprogramma delle attività

1. L'aggiudicatario dovrà predisporre un "piano di lavoro" dettagliato, contenente la descrizione di tutte le fasi di lavoro assieme alla specificazione della collocazione temporale delle stesse in un "cronoprogramma delle attività", secondo quanto previsto nel presente DT;



2. Il cronoprogramma delle attività dovrà indicare tutte le attività, comprese quelle connesse al rilascio delle forniture, le date dei SAL e tener conto dei tempi necessari per lo svolgimento delle attività di collaudo, secondo quanto previsto dal CSdO.
3. Il piano dovrà essere sottoposto all'approvazione della DL.
4. Il piano dei lavori ed il cronoprogramma delle attività dovranno essere consegnati entro 30 (trenta) giorni a partire dalla stipula del contratto per l'approvazione di cui al precedente comma 3 del presente articolo.

Art 6. Ripresa aerofotogrammetrica e rilievi LiDAR

1. Le riprese aerofotogrammetriche a colori e infrarosso vicino e i rilievi LiDAR dovranno ricoprire correttamente tutto il territorio da rilevare e dovranno avere tutti i requisiti atti a garantire la perfetta esecuzione delle successive fasi di lavoro elencate nel precedente art.5.
2. Per la ripresa aerofotogrammetrica dovranno essere utilizzati velivoli adeguati dei quali sia garantita, in modo assoluto, la libera e completa disponibilità da parte della Ditta aggiudicataria per tutto il periodo necessario alla realizzazione dell'appalto.
3. Nella realizzazione del volo è fatto obbligo di garantire la:
 - a. dotazione di sistema di navigazione GPS;
 - b. cura della taratura e del funzionamento degli strumenti di volo.
4. Del velivolo utilizzato dovranno essere forniti, prima del volo, i seguenti documenti:
 - a. disciplinare di lavoro aereo;
 - b. estremi della licenza ministeriale;
 - c. certificati per l'esecuzione di riprese aeree fotogrammetriche o con sensori LiDAR;
 - d. fabbricante con tipo ed estremi di immatricolazione; potenza; quota massima e minima operative;
 - e. velocità di crociera operativa.
5. Le caratteristiche, le dotazioni e le certificazioni del velivolo dovranno essere contenute in una relazione che dovrà essere sottoposta all'approvazione della DL.

Art 7. Camera aerofotogrammetria e sensore LiDAR

1. Per la ripresa aerea sono ammesse esclusivamente le camere fotogrammetriche digitali a sensori lineari multipli o a frame a ottiche multiple, dotate di sistemi per la compensazione del trascinamento. Le camere digitali dovranno essere integrate con sistemi DGPS/INS e accompagnate dal relativo certificato di calibrazione.
2. Il sensore laser scanner aviotrasportato (LiDAR) dovrà essere in grado di determinare almeno quattro distanze per ogni impulso e di acquisire 4 punti/mq.



3. Le caratteristiche, le dotazioni e le certificazioni delle camere fotogrammetriche digitali e dei sensori dovranno essere contenute in una relazione che dovrà essere sottoposta all'approvazione della DL.

Art 8. Epoca del volo

1. I voli dovranno essere eseguiti nelle ore a cavallo del mezzogiorno solare e comunque in presenza di raggi solari con altezza non inferiore a 30 gradi.
2. Le riprese aerofotogrammetriche e i rilievi LiDAR preferibilmente dovranno essere contemporanei.

Art 9. Piano di volo

1. Prima di procedere all'esecuzione delle riprese aerofotogrammetriche e LiDAR, la Ditta aggiudicataria dovrà predisporre un piano di volo generale, per entrambe le tipologie di ripresa, sulla base delle indicazioni della DL. Detti piani di volo dovranno essere forniti in copia cartacea alla scala 1:200.000 e 1:25.000, e in formato numerico vettoriale con precisione 1:25.000.
2. Su tutti i piani di volo, per ogni strisciata relativa alle riprese fotogrammetriche, dovranno essere indicati:
 - a. l'asse della strisciata, con i limiti (inizio e fine) della copertura stereoscopica;
 - b. la sua codifica ipotizzata; la quota assoluta di volo prevista; In una tabella allegata dovranno, inoltre, essere indicate per ogni strisciata: la quota minima e la quota massima del terreno sorvolato;
 - c. le corrispondenti scale minima e massima; il GSD (Ground Sample Distance) minimo e massimo corrispondenti.
3. Il progetto del piano di volo dovrà, inoltre, prevedere un adeguato irrigidimento dei blocchi di strisciate di analogo sviluppo longitudinale, con l'inserimento di strisciate trasversali in testa e coda, come previsto nella metodologia di triangolazione aerea.
4. Il piano di volo generale dovrà essere corredato da una relazione, nella quale dovranno essere riportate le scelte operative effettuate, con particolare riferimento alla strumentazione ausiliaria di navigazione, alla sua calibrazione, posizionamento e assetto, all'interfacciamento con la camera da presa, alla disposizione dei ricevitori GNSS (Global Navigation Satellite Systems) a terra, alla procedura di trattamento dei dati ausiliari.
5. Per quanto riguarda le riprese LiDAR, per ciascuna strisciata dovranno essere riportate nella suddetta relazione, la data del volo, l'ora, la quota relativa ed assoluta e l'asse di volo, la velocità relativa, l'angolo e la frequenza di scansione, la frequenza degli impulsi laser, il numero di punti/mq, le accuratezze altimetriche attese e il posizionamento dei GCP (Ground Control Point).



6. Nel piano di volo delle riprese LiDAR, dovranno essere progettati e realizzati, in funzione dell'andamento e dell'assetto plano-altimetrico della superficie di ripresa, "blocchi di rilievo" con una ricopertura sufficiente a garantire la continuità del rilievo e a permettere il controllo della corretta georeferenziazione dei dati acquisiti.

Per "blocco di rilievo" si intende l'insieme di strisciate corrispondenti a un territorio omogeneo sotto il profilo altimetrico e ad altri eventuali criteri di suddivisione delle porzioni di territorio da rilevare per ciascun volo. Le strisciate appartenenti a un medesimo blocco dovranno avere, di massima, la medesima quota o distanza di presa e direzione di volo (salvo le strisciate trasversali al blocco), la medesima calibrazione sugli strumenti e il passaggio sulle medesime aree-test.

7. Sempre ai fini della corretta georeferenziazione e della eliminazione di eventuali errori sistematici tra le strisciate, ogni blocco dovrà essere dotato, in modo autonomo, di strisciate trasversali alla direzione principale di volo, indicativamente in testa e in coda.

8. Il piano di volo dovrà essere progettato in modo tale da garantire la realizzazione di ortofoto complete dei territori interessati dai centri urbani o aree urbanizzate, secondo lo schema indicato all'art. 21.

9. I piani di volo e la relazioni allegata, dovranno essere sottoposti, secondo il cronoprogramma dei lavori, all'approvazione della DL.

10. La Ditta aggiudicataria è tenuta ad adempiere a tutti gli obblighi di legge circa le autorizzazioni da chiedersi alle Autorità civili e militari.

11. Tutta la documentazione sui rapporti intercorsi tra Ditta aggiudicataria e Autorità dovrà essere trasmessa per conoscenza alla DL.

Art 10. Caratteristiche delle immagini digitali

1. Le immagini digitali acquisite dovranno avere un GSD (Ground Sampling Distance) con dimensione al suolo compresa tra 0,12 m. x 0,12 m e 0,16 m. x 0,16 m. Le stesse dovranno presentarsi nitide e assolutamente prive di foschia e nubi.

2. Qualora, per cause di varia natura, da una analisi delle immagini, vengano riscontrate anomalie del volo e/o vuoti nella copertura, dovranno essere integralmente acquisite ex-novo le strisciate che risultino difettose.

3. Il ricoprimento stereoscopico delle immagini nella direzione del volo dovrà essere compreso tra 55% e l'80%.

4. La sovrapposizione laterale tra strisciate contigue dovrà essere compreso tra 20 e 30 per cento.

5. In nessun punto dovranno esistere soluzioni di continuità nella copertura stereoscopica delle zone prestabilite.



Art 11. Utilizzo del sistema GPS durante le riprese: stazioni a terra

1. Prima dell'esecuzione del volo, la Ditta aggiudicataria dovrà provvedere alla selezione delle stazioni GNSS permanenti presenti sul territorio della Sardegna, e/o al posizionamento delle stazioni GNSS fisse, da utilizzare durante le riprese.
2. La rete delle stazioni GNSS a terra, dovrà essere progettata in modo tale da avere i ricevitori posti su vertici IGM95 o su vertici determinati mediante la misura di almeno due linee di base, che li colleghino ai più vicini vertici della rete IGM95 o a stazioni permanenti o a punti della rete della fascia costiera della RAS, a 7 km, inquadrare nel sistema WGS84-ETRF89-IGM95.
3. La posizione e le monografie delle stazioni GNSS a terra utilizzate dovranno essere indicate in un documento, sotto forma di files leggibili da software di larga diffusione, e dovranno essere sottoposte all'approvazione della DL prima dell'esecuzione del volo.
4. I dati delle stazioni GNSS a terra dovranno essere utilizzati per il calcolo della posizione del GPS a bordo del velivolo. Durante l'esecuzione delle misure con la tecnica di misura differenziale, dovranno risultare funzionanti almeno due stazioni GNSS a terra.
5. Le stazioni, dotate di ricevitori GNSS a doppia frequenza, dovranno essere posizionate tra di loro ad una distanza massima di 25 km e ricevere il segnale da almeno 5 satelliti in comune con quelli osservati dal ricevitore GNSS del velivolo.

Art 12. Inquadramento plano-altimetrico

1. Per le aree oggetto del presente appalto, dovrà essere progettata e realizzata la rete di appoggio plano-altimetrica di raffittimento in base alle specifiche dell'Intesa GIS sulle reti.
2. Nella rete di raffittimento dovranno essere inseriti tutti i punti IGM95 ricadenti nella zona d'intervento ed i punti di nuova istituzione (di dettaglio), omogeneamente distribuiti sul territorio, con densità tale che la distanza fra essi risulti mediamente dell'ordine di 7 km (un punto ogni 50 kmq).
3. I punti della rete di raffittimento dovranno essere materializzati, di norma, in luoghi facilmente accessibili, su manufatti già presenti in loco ed aventi dimensioni, consistenza e destinazione d'uso tali da garantire una adeguata stabilità nel tempo, e contrassegnati, secondo le specifiche Intesa GIS.
4. La tipologia dei manufatti, proposti dalla Ditta aggiudicataria, dovrà essere preventivamente approvata dalla DL.
5. Per ognuno dei vertici, sia di raffittimento sia di dettaglio, dovrà essere redatta una esauriente monografia che contenga il riconoscimento grafico del vertice stesso, la sua individuazione con coordinate geografiche e piane nel datum WGS84-ETRF89-IGM95, la sua quota ellissoidica, nel datum WGS84-ETRF89-IGM95 e la relativa quota ortometrica sul livello medio del mare.



6. Il progetto della rete di appoggio plano-altimetrica dovrà essere resa in files di tipo vettoriale, leggibile da software di larga diffusione, e dovrà essere approvata dalla DL.
7. Nel caso in cui la rete da realizzare sia adiacente o si sovrapponga alla rete della RAS della fascia costiera, si potrà utilizzare la rete preesistente, anche ai fini della compensazione.
8. La compensazione della rete dovrà essere effettuata nel datum WGS-ETRF89-IGM95.

Art 13. Punti di appoggio e di legame

1. Dovrà essere progettata un'ulteriore rete di punti fotografici di appoggio (GCP), necessaria per irrigidire i blocchi di triangolazione aerea (TA) secondo le specifiche Intesa GIS. Ogni punto fotografico di appoggio dovrà essere collegato a due vertici della rete di raffittimento di cui al precedente art. 12 con almeno due basi indipendenti. Di ogni punto fotografico dovrà essere redatta accurata monografia che ne consentirà il ritrovamento sul terreno.
2. Nel modello stereoscopico, in sede di esecuzione della triangolazione aerea, dovranno essere individuati i punti di legame per consentire la connessione tra le varie immagini appartenenti alla stessa strisciata, e tra strisciate adiacenti, al fine della compensazione in blocco della triangolazione aerea.

Art 14. Misura e calcolo della triangolazione aerea (TA)

1. Il calcolo della TA deve essere eseguito con programma rigoroso ai minimi quadrati per stelle proiettive. In generale, considerando i più diffusi software di triangolazione aerea, dal report di elaborazione della TA dovranno risultare i seguenti elementi:
 - a. le coordinate immagine fotografica di ciascun punto misurato; una serie di dati riassuntivi che indichino il numero di collimazioni eseguite per ciascun punto;
 - b. le coordinate compensate dei punti ed i relativi sqm;
 - c. gli scarti residui su tutti i punti d'appoggio riferiti al terreno e riferiti all'immagine;
 - d. gli scarti residui dei punti di legame utilizzati, sull'immagine e gli sqm sui punti di legame; i punti d'appoggio eventualmente scartati in fase di elaborazione.
2. Il risultato della TA sarà considerato positivo se:
 - a. tutti gli scarti residui sui punti d'appoggio saranno inferiori a: 25 cm in planimetria e a 20 cm in quota per DB alla scala 1:2.000;
 - b. gli sqm dei punti di legame nelle tre componenti (x,y,z) dovranno risultare inferiori a 15 cm per DB alla scala 1:2.000.

Art 15. Utilizzo della tecnologia Laser Scanning

La tecnologia del laser scanning consente di acquisire digitalmente oggetti tridimensionali di varie dimensioni sotto forma di nuvole di punti.



1. Come descritto nell'art.9, la strumentazione dovrà essere calibrata durante l'esecuzione di ciascun blocco di rilievo mediante l'utilizzo di aree-test.
2. Su tali aree, che dovranno essere pianeggianti, contenere fabbricati grandi e regolari (ad es.: piazzali ed edifici industriali, parcheggi e centri commerciali, ecc.) tali, cioè, da consentire un'alta accuratezza delle misure, dovranno essere rilevati, mediante GPS, alcuni punti di controllo sul terreno (GCP), le cui coordinate verranno preventivamente comunicate, ai fini dei successivi controlli, alla DL. In fase di acquisizione del dato, tali aree verranno utilizzate per verificare la stabilità della calibrazione degli strumenti e l'esclusione o minimizzazione di eventuali errori sistematici.
3. Tale fase dovrà essere realizzata in modo che il sensore determini almeno quattro distanze per ogni impulso.
4. La fase di post-processamento sarà costituita dalle seguenti attività:
 - a. Allineamento delle scansioni e registrazione.
 - E' necessario fare un numero di scansioni tali da ottenere una copertura totale nell'acquisizione in considerazione della morfologia del terreno, del numero di oggetti da rilevare e della vicinanza degli edifici.
 - Per poter allineare e ricomporre, in una rappresentazione globale, le nuvole di punti parziali ottenute da ciascuna scansione è necessario che le varie scansioni abbiano delle zone comuni di sovrapposizione (almeno un 30% circa) comprendenti punti facilmente riconoscibili dell'oggetto.
 - b. Registrazione delle scansioni.
 - In fase di allineamento (o registrazione) delle nuvole parziali sarà necessario indicare al software quali sono i punti comuni di aggancio su cui allineare correttamente le varie scansioni.
 - c. Pulitura della nuvola di punti e filtraggio.
 - d. Classificazione del dato per l'identificazione, mediante opportuni filtri, degli elementi appartenenti al terreno, per separarli dal modello al fine di ottenere il terreno nudo (DEM), il dato grezzo della vegetazione e dell'edificato.
 - e. Triangolazione e costruzione della mesh.
 - f. Chiusura dei buchi della mesh e correzione delle facce anormali.
 - g. Decimazione, riduzione del modello a vari livelli di dettaglio, e archiviazione dei progressivi processi di riduzione in modo che i dati non vadano persi.
 - h. Esportazione del dato.
5. Relativamente al rilievo LiDAR, per la valutazione della qualità del rilievo, dovrà essere consegnata una relazione tecnica con la descrizione e la documentazione completa delle



operazioni svolte, tutti i dati accessori utilizzati per il raggiungimento del risultato finale atteso e i prodotti finali di consegna.

6. Nella relazione dovranno essere, inoltre, chiaramente riportate tutte le eventuali criticità riscontrate nella fase del volo e nelle successive elaborazioni.

In particolare, la relazione dovrà contenere:

- a. la garanzia scritta sui seguenti punti:
 - che non si sono verificati problemi tecnici durante i voli per l'acquisizione dei dati
 - che le aree rilevate non presentano alcuna discontinuità
 - b. i grafici con l'interasse e l'ingombro delle strisciate ed i dati dei voli;
 - c. il rapporto di volo;
 - d. i risultati dei confronti 3D tra i punti rilevati con LiDAR e le aree-test e opportune analisi statistiche sugli stessi (disponibile anche in formato di foglio di calcolo elettronico);
 - e. tutti i dati e le elaborazioni, anche ai fini del controllo di qualità, compreso il corretto funzionamento dei sistemi di posizionamento satellitare sia a bordo dell'aeromobile sia delle stazioni a terra e i valori di PDOP; in particolare saranno consegnati:
 - il grafico con l'andamento del PDOP
 - la tabella (in formato di foglio di calcolo elettronico) e il grafico del confronto tra le diverse (e almeno tre) soluzioni per la traiettoria, per ogni coordinata
 - il grafico relativo alla modalità di determinazione delle ambiguità, ovvero se sono state fissate intere o reali
 - f. il grafico delle coperture satellitari sulle stazioni GNSS di riferimento e sul ricevitore sull'aeromobile.
 - g. il grafico e il tabulato in formato di foglio di calcolo elettronico con il ricoprimento trasversale tra le varie strisciate;
7. I grafici e le carte allegati saranno consegnati anche in un formato GIS da concordare con la DL.
8. Si precisa che la Commissione di Collaudo (CC) potrà richiedere specifici documenti quali:
- a. la carta delle differenze massime (in valore assoluto) tra le quote dei punti relative a due strisciate nelle zone di ricoprimento e le crossline.
 - b. la tabella contenente le statistiche del confronto tra tutte le strisciate nelle aree di ricoprimento; in particolare dovranno essere riportati: identificativi delle strisciate, minimo, massimo, media, mediana e deviazione standard delle differenze;
 - c. la carta raster del numero di misure per ogni cella della griglia corrispondente al prodotto finale.



9. Al termine delle lavorazioni dovrà essere consegnato sia il dato grezzo LiDAR senza trattamenti di filtraggio o adattamento di alcun tipo, fornito per singola strisciata, conservando la ridondanza delle misure, ripetute ad ogni passaggio, sulle aree-test, sia la nuvola di punti complessiva, quella del terreno, quella della vegetazione, e quella dell'edificato.
10. I dati grezzi saranno forniti in files (corrispondenti alle diverse strisciate) in formato ASCII con estensione ASC o TXT.
11. Le nuvole di punti dovranno essere fornite in formato TXT.
12. Inoltre per ogni impulso dovrà essere fornito il tempo di emissione e per ogni eco le coordinate UTM-WGS84-ETRF89, le quote ellissoidiche (espresse in metri e approssimate alla seconda cifra decimale) e il valore dell'intensità.

Art 16. Individuazione delle linee di separazione

1. La Ditta aggiudicataria dovrà procedere alla perimetrazione della "linea di separazione" per ciascun centro urbano o località abitata, al cui interno gli oggetti territoriali pre-esistenti nel DBMP alla scala 1:10.000 verranno sostituiti dai nuovi dati rilevati alla scala 1:2.000 dalle fotografie aeree oggetto del presente appalto.
2. Per ciascun centro urbano o località abitata, dovrà essere realizzata una prima linea di separazione di "bozza" da sottoporre all'approvazione della DL, all'interno della quale verrà realizzato ciascun DB topografico.
3. Si dovrà procedere alla effettiva costruzione delle linee di separazione utilizzando le geometrie provenienti dalla fase di restituzione di cui al successivo art. 17.
4. Per il tracciamento di ciascuna linea di separazione si dovranno seguire le seguenti indicazioni:
 - a. requisito fondamentale nello studio del tracciato, è che, al passaggio della linea, dovrà rimanere tagliato il minor numero possibile di oggetti alla scala 1:2.000 all'interno delle varie classi;
 - b. il perimetro dell'area dovrà essere tracciato in base allo studio delle classi più importanti, relative alla viabilità e all'edificato. Nel caso di assenza di linee o poligoni ai quali appoggiarsi per la costruzione della linea di separazione, potranno essere presi anche entità geometriche relative alle classi dell'idrografia, dell'orografia e della vegetazione;
 - c. in prossimità di un incrocio stradale, si dovrà effettuare il taglio nel punto di immissione di una strada in un'altra (includendo quindi l'incrocio);
 - d. qualora gli edifici che bordano la strada facciano parte integrante del nucleo abitato, si provvederà ad includere anche loro nell'area di ritaglio;
 - e. nel caso dell'idrografia il ritaglio dovrà essere fatto, se possibile, nei punti di immissione di un corso d'acqua principale in uno secondario o nei punti di



immissione/emissione in uno specchio d'acqua; nel caso in cui si sia in prossimità di una emergenza (sorgente) che genera un nuovo corso d'acqua, questo dovrà essere o tutto incluso o tutto escluso dalla selezione;

- f. tutti i grafi e le curve di livello, alla scala 1:2.000, che si attestano sulle linee di separazione, dovranno essere collegati a quelli alla scala 1:10.000 tramite l'introduzione di tratti fittizi;
- g. per quanto riguarda le geometrie alla scala 1:10.000 che necessariamente subiranno un taglio in seguito alla costruzione della linea di separazione, queste, dovranno essere inglobate nei poligoni adiacenti alla scala 1:10.000, sulla base della foto interpretazione.

Art 17. Restituzione fotogrammetrica numerica

1. La Ditta aggiudicataria dovrà eseguire ex novo la restituzione fotogrammetrica numerica del territorio, finalizzata alla creazione e popolamento dei data base topografici, esclusivamente mediante restitutore digitale.
2. La Ditta aggiudicataria dovrà, prima di effettuare le operazioni di restituzione e di creazione dei DB topografici, predisporre una procedura di restituzione, con relativa relazione esplicativa, adeguata alle finalità del lavoro. Tale relazione dovrà contenere, la descrizione della metodologia di restituzione, le tabelle delle codifiche assegnate ai vari elementi da restituire, la descrizione della procedura (automatica o semiautomatica) per il trasferimento dei dati di restituzione nelle classi che costituiscono i DB topografici, l'indicazione dei software utilizzati. Le codifiche e la struttura dati intermedi prescelte per la fase di restituzione potranno anche non corrispondere a quelle richieste per i file finali di trasferimento relativi a ciascuna classe del DB, ma nella fase di popolamento dei DB dovrà essere garantito lo stesso contenuto informativo.
3. I suddetti documenti e procedure dovranno essere approvati dalla DL e saranno oggetto di collaudo.
4. Circa la qualità e la quantità degli elementi naturali ed artificiali del territorio da restituire, ci si dovrà attenere a quanto dettagliatamente esposto nei documenti "**Allegato 2**", "**Allegato 3**" e "**Allegato 4**".
5. Il restituitista dovrà evidenziare con codici e simbologia differenti, tutti quegli elementi di dubbia identificazione, la cui definizione è demandata alla successiva fase di ricognizione.
6. Si dovrà restituire sempre sia la linea di gronda sia l'ingombro a terra delle unità volumetriche. Qualora la geometria al piede degli edifici e dei manufatti non possa essere ottenuta in fase di restituzione fotogrammetrica si dovrà provvedere con opportune operazioni di rilievo topografico sul terreno.



7. I file di restituzione dovranno essere messi a disposizione della CC per le operazioni di controllo e forniti su supporto cartaceo e digitale.

Art 18. Ricognizione

1. La ricognizione sul terreno comprenderà:
 - a. l'integrazione metrica;
 - b. la ricognizione informativa;
 - c. la raccolta della toponomastica, dei numeri civici e della toponomastica stradale, delle reti tecnologiche e sottoservizi se disponibili, e di quanto necessario alla costruzione dei DB topografici;
2. La ricognizione dovrà essere eseguita con minute di restituzione con riportate le annotazioni precedentemente rilevate in fase di restituzione.
3. L'integrazione metrica dovrà essere eseguita per completare le informazioni ricavate dal modello in fase di restituzione con quelle in esso non riconoscibili (coperte da ombre, vegetazione o altro) e dovrà essere realizzata mediante il rilievo topografico diretto sul terreno.
4. Inoltre, per quanto riguarda lo strato edificato la Ditta aggiudicataria dovrà acquisire gli elementi che consentano di effettuare il posizionamento delle dividenti perimetrali fra i singoli corpi di fabbrica.
5. Non è consentito l'inserimento mediante digitalizzazione del grafico prodotto dalla ricognizione.
6. La ricognizione informativa dovrà:
 - a. correggere gli errori interpretativi commessi in fase di restituzione;
 - b. contrassegnare gli edifici pubblici (es. scuole, municipio, poste ecc.);
 - c. integrare gli elementi morfologici necessari per una corretta compilazione del database.
7. La Ditta aggiudicataria dovrà rilevare, oltre che i numeri civici, tutti i toponimi riguardanti l'orografia, l'idrografia, la viabilità, le località, le opere artificiali del territorio cartografato e tutti quegli oggetti previsti nell'**Allegato 2** e non restituibili da modello.
8. Inoltre, la Ditta aggiudicataria, durante la ricognizione, dovrà verificare sul terreno le informazioni derivanti da altri Data Base, di cui al precedente art.4.
9. Tali informazioni così raccolte, insieme ad altre fornite, all'occorrenza, dall'Amministrazione, saranno poi inserite dalla Ditta aggiudicataria nei DB topografici, secondo le modalità indicate nel suddetto **Allegato 2**.



Art 19.Editing e popolamento del DB Topografico

1. L'editing grafico ed alfanumerico deve consentire all'operatore di eseguire, sul file di restituzione, tutti gli interventi di modifica, integrazione, cancellazione, controllo, ecc., che nella produzione cartografica tradizionale venivano effettuati, allo scopo di:
 - a. tener conto di quelle indicazioni che il restituitista, mediante segni grafici o espliciti messaggi, ha apposto sulla minuta di restituzione;
 - b. integrare la restituzione con le indicazioni provenienti dalla fase di ricognizione sul terreno o da altre fonti (fotointerpretazione e integrazioni metriche) e introdurre la toponomastica e le altre informazioni richieste nel database topografico;
 - c. ricostruire le congruenze prescritte dalle Specifiche di contenuto, integrando le informazioni comunque acquisite in restituzione;
 - d. integrare le geometrie alla scala 1:10.000, che hanno subito un taglio in seguito alla costruzione delle linee di separazione, con le geometrie adiacenti come dettagliato nell'art.16;
 - e. effettuare la ricostruzione delle congruenze geometriche, l'organizzazione dei dati e la strutturazione dei file finali.
2. In fase di strutturazione dei DB topografici, dovranno essere costruite le classi sulla base del Modello Logico del DBMP fornito dall'Amministrazione (**Allegato 4**), e dell'**Allegato 2**.
3. Al termine del popolamento dei DB topografici comunali dovranno essere eseguiti i controlli sui vincoli e sulle relazioni topologiche, e le eventuali correzioni, secondo le indicazioni dell'**Allegato 3**.
4. In seguito al controllo topologico, i DB topografici dovranno essere inseriti nel DBMP della RAS. Tale inserimento consisterà:
 - a. nell'eliminazione, dal DBMP della RAS, dei dati territoriali alla scala 1:10.000 contenuti all'interno delle linee di separazione create secondo le specifiche del precedente art.16;
 - b. nell'inserimento dei nuovi DB topografici nel DBMP ottenuto a seguito delle attività previste al punto a., all'interno delle linee di separazione di cui al precedente art. 16;
 - c. nella costruzione dei tratti fittizi dei grafi e delle curve di livello lungo le linee di separazione così come previsto al punto f , comma 4, dell'art. 16;
 - d. nella ricostruzione dei poligoni alla scala 1:10.000 al confine con le linee di separazione così come precisato al punto g, comma 4, dell'art. 16;
5. Il DBMP così realizzato dovrà essere fornito:
 - a. nel formato shape per ciascuna classe con componente geometrica e nel formato dbf per ciascuna classe tabellare;
 - b. nel formato gdb ESRI (ArcGIS 9.3).



Art 20. Sistema di rappresentazione cartografica

1. I database topografici comunali, la rete plano-altimetrica, le ortofoto i DEM e DSM dovranno essere realizzati nel sistema di riferimento WGS ETRF89 IGM95 UTM32N.
2. Inoltre i prodotti della fornitura, dovranno essere riproiettati nel sistema di riferimento Roma40 Gauss Boaga Ovest, con la versione più aggiornata del software IGM.
3. Per quanto riguarda l'altimetria, le quote dovranno essere riferite sia alla superficie del geoida, sia a quella ellissoidica.

Art 21. Taglio della ortofoto digitale

1. L'ortofoto in scala 1:2.000 è intesa come sotto-sistema della Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 della Regione Sardegna (nel seguito indicata con CTR10k).
2. L'orientamento, le dimensioni, il taglio e il quadro di unione delle immagini sono quelle derivanti dalla divisione in 25 parti di una sezione della CTR10k.
3. Pertanto ogni immagine sarà contraddistinta da una numerazione costituita da un codice alfa/numerico di 9 caratteri, del tipo xxxyyy(01/25), dove:
xxx è il numero del foglio IGM 1:50.000,
yyy è il numero della sezione CTR10k,
01/25 è la numerazione che individua, nell'ambito della sezione, l'immagine in scala 1:2000 secondo lo schema che segue:

SEZIONE 1:10.000 SUDDIVISA IN 25 MAPPE 1:2.000

01	02	03	04	05
06	07	08	09	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Art 22. Modelli Digitali (DEM e DSM)

1. Ai fini della realizzazione delle ortofoto dovrà essere realizzato il DEM, per la specifica ortorettifica delle immagini. Esso dovrà avere una struttura matriciale, in formato ASCII, con un passo di ricampionamento di 5 metri, e breaklines, sia per i corpi isolati (es. viadotti, ponti, edificato), sia per oggetti che provocano irregolarità del terreno maggiori di 0.5 metri entro una maglia del grigliato.
2. Inoltre, dovrà essere realizzato anche un DEM e un DSM con passo pari a 1 metro.



3. La determinazione del DEM e DSM dovrà essere effettuata a partire dai dati LiDAR opportunamente trattati e filtrati con software standard internazionali da sottoporre all'approvazione della DL.

Art 23. Ortofoto

1. Le ortofoto digitali, in RGB e in falso colore a 24 bit, dovranno essere il prodotto finale del raddrizzamento delle immagini digitali ricavate dalla ripresa aerea, georeferenziate e ortorettificate in base al DEM con passo di ricampionamento di 5 metri.
2. L'ortofoto dovrà avere un pixel con dimensione al suolo pari a 20 cm x 20 cm, corrispondente alla risoluzione di 400 dpi in una stampa alla scala 1:2.000 e congruente con l'acuità visiva dell'occhio umano.
3. Ciascuna ortofoto dovrà avere una estensione, oltre il limite del taglio, non inferiore a 10 m, creando una zona di sovrapposizione tra ortofoto contigue.
4. L'ortofoto digitale dovrà essere il risultato della mosaicatura delle immagini utili, con bilanciamento radiometrico semiautomatico delle porzioni interessate, così da garantire la totale congruenza radiometrica interna.

Art 24. Tolleranze

1. Precisioni metriche del database topografico
 - a. Per quanto riguarda il contenuto planimetrico del DB topografico, il valore quadratico medio di riferimento è il seguente:
 - per la scala 1: 2.000, $\sigma = 0.80$ m
 - b. Per quanto riguarda il contenuto altimetrico del DB topografico, il valore quadratico medio di riferimento è il seguente:
 - per la scala 1:2.000, $\sigma = 0.50$ m
2. Tolleranze planimetriche Ortofoto digitali
 - a. Le coordinate planimetriche memorizzate (E'P, N'P) di un punto P della ortofoto e le coordinate (EP, NP) dello stesso punto ricavate, con operazioni topografiche dirette sufficientemente precise che lo colleghino ai vertici della rete di inquadramento o raffittimento più vicini, dovranno soddisfare la relazione:
$$[(E'P - EP)^2 + (N'P - NP)^2]^{1/2} \leq 0,80 \text{ m.}$$
 - b. La distanza orizzontale d' fra due punti, calcolata in base alle loro coordinate memorizzate, e la distanza orizzontale d fra gli stessi due punti, misurata direttamente sul terreno con operazioni sufficientemente precise, dovranno soddisfare le seguenti relazioni:

$$|d' - d| \leq (0,50 + d'/2000) \text{ m} \quad \text{quando } d' \leq 600 \text{ m;}$$



$$|d' - d| \leq 0,80 \text{ m} \quad \text{quando } d' > 600 \text{ m.}$$

3. La tolleranza altimetrica per il DEM e il DSM dovrà essere pari a 25 cm per le quote ellissoidiche e pari a 40 cm per quelle ortometriche (in questa è compresa sia la tolleranza sul dato LiDAR che quella sul geoide).

Art 25. Specifiche tecniche di collaudo

1. Il collaudo dei DB topografici verrà fatto a campione, su una superficie non inferiore al 10% della superficie complessiva degli stessi, relativamente a:
 - a. verifica della corrispondenza tra le entità territoriali presenti sulle foto e quelle contenute in ciascun DB topografico;
 - b. rispetto delle tolleranze di cui all'art.24.
2. Il collaudo dei DB topografici verrà fatto "a tappeto", cioè sul 100% della superficie per cui è stato realizzato il DB topografico, sia per quanto riguarda il contenuto alfanumerico delle relative tabelle, sia per quanto riguarda il rispetto delle relazioni e dei vincoli topologici nonché delle relative geometrie. Tale collaudo riguarderà anche la verifica della perfetta integrazione dei DB topografici nel DB multiprecisione fornito dall'Amministrazione. Per tale controllo la CC potrà avvalersi di eventuali software messi a disposizione dalla Amministrazione.
3. Per quanto attiene la realizzazione e fornitura di foto aeree, ortofoto, dati LiDAR, DEM, DSM il collaudo verrà effettuato "su aree a campione", di estensione complessiva non inferiore al 10%, della superficie totale di ortofoto. Tali aree dovranno essere distribuite su tutto il territorio regionale e individuate dalla CC in base alle caratteristiche del territorio oggetto dell'appalto. Su tali aree la CC indicherà un adeguato numero di punti, sui quali verrà effettuato il collaudo.
4. I collaudi avranno risultato favorevole quando non più del 5% degli elementi esaminati risulti assente, errato o fuori tolleranza.

Art 26. Materiale messo a disposizione dalla RAS

1. Saranno messi a disposizione della Ditta aggiudicataria:
 - a. Modello logico multiprecisione (DBMP) in formato vsd (il modello xml è fornito con gli allegati tecnici al Disciplinare Tecnico);
 - b. Quadro di Unione CTRN scala 1:10.000 nel Sistema di riferimento WGS ETRF89 IGM95 UTM32N;
 - c. Quadro di Unione CTRN scala 1:2.000 nel Sistema di riferimento WGS ETRF89 IGM95 UTM32N;
 - d. Classi del DBMP (shp e gdb) nel Sistema di riferimento WGS ETRF89 IGM95 UTM32N;
 - e. Eventuali altri dati disponibili e certificati da inserire nel DBMP in possesso della RAS;



- f. Schema di compilazione metadati secondo le specifiche del SITR.

Art 27. Materiali da consegnare

1. La consegna del progetto o parti di esso dovrà contenere un file TXT che indichi il contenuto della consegna stessa, la data di predisposizione e ogni altro elemento che serva ad inquadrarlo nello sviluppo temporale e sequenziale dei lavori.
2. I materiali oggetto della consegna dovranno essere:
 - a. Piano di volo su supporto cartaceo e vettoriale;
 - b. Progetto della rete plano-altimetrica dei punti d'appoggio su supporto vettoriale e la relativa relazione;
 - c. Dati grezzi di acquisizione con il laser scanner in formato ASCII con estensione ASC o TXT;
 - d. Nuvole di punti (totale, terreno, vegetazione, edificato) in formato TXT;
 - e. Specifici elaborati relativi al rilievo LiDAR indicati all'art. 14
 - f. DEM passo 5 m in formato ASCII raster e ASCII text;
 - g. DEM passo 1 m in formato ASCII raster e ASCII text;
 - h. DSM passo 1 m in formato ASCII raster e ASCII text relativo al solo edificato (BLD);
 - i. DSM passo 1 m in formato ASCII raster e ASCII text relativo alla vegetazione (VEG);
 - j. Immagini digitali RGB in formato tiff non compresso;
 - k. Immagini digitali infrarosso vicino in formato tiff non compresso;
 - l. Immagini digitali RGB in formato ECW con compressione 1;
 - m. Immagini digitali infrarosso vicino in formato ECW con compressione 1;
 - n. Ortofoto digitali RGB in formato tiff;
 - o. Ortofoto digitali infrarosso vicino in formato tiff;
 - p. Ortofoto digitali RGB in formato ECW con compressione 1;
 - q. Ortofoto digitali infrarosso vicino in formato ECW con compressione 1;
 - r. Monografie dei punti necessari per la triangolazione aerea su supporto digitale;
 - s. Monografie dei punti della rete GNSS su supporto digitale;
 - t. File RINEX relativi a tutte le misure GNSS (stazioni di riferimento e GPS sull'aeromobile);
 - u. Schede di stazione relative a tutte le misure GNSS a terra;
 - v. Monografie dei punti di appoggio su supporto digitale;
 - w. Files in formato shape delle classi geometriche dei DB topografici comunali e in formato DBF per le classi tabellari;
 - x. Files in formato GDB di ESRI dei DB topografici comunali;
 - y. Files in formato shp delle classi del DBMP della RAS integrato con i DB topografici comunali;



- z. File in formato GDB di ESRI del DBMP della RAS integrato con i DB topografici comunali;
 - aa. I metadati per ciascuna classe del database, secondo lo standard scelto dal "Sistema informativo territoriale regionale" (SITR), in formato XML; ulteriori indicazioni a riguardo verranno fornite dalla DL;
 - bb. I metadati, relativi a rete plano-altimetrica, foto aeree, ortofoto, dati LiDAR, DEM, DSM, compilati secondo la scheda "metadati" fornita dalla RAS.
3. Come già specificato, i prodotti dovranno essere forniti sia nel sistema di riferimento WGS ETRF89 UTM32N, che riproiettati nel sistema di riferimento Roma40 Gauss Boaga Ovest.
 4. Per le finalità di cui all'art.2 del presente DT, la Ditta aggiudicataria è tenuta a prendere visione delle strumentazione HW e SW in possesso della RAS.
 5. L'aggiudicatario dovrà fornire tutti i prodotti oggetto della fornitura in duplice copia: una su Hard Disk esterni adeguati in numero e in capacità di memoria e una su unità nastro del tipo LTO (LTO 4), anch'essi adeguati in numero e in capacità di memoria. Tutti i supporti forniti rimarranno di proprietà della RAS.

Il Direttore del Servizio

Allegati tecnici

- Allegato n°1a:** Individuazione di massima dei centri urbani e delle località abitate (file in formato pdf)
- Allegato n°1b:** Elenco indicativo dei comuni (file in formato pdf)
- Allegato n°2 :** Specifiche di contenuto (file in formato pdf)
- Allegato n°3:** Relazioni e vincoli topologici (file in formato pdf)
- Allegato n°4:** Modello logico (file in formato pdf compresso in formato zip)