

ALLEGATO “..”
(Allegato ‘..’ al CSA)

REGIONE TOSCANA GIUNTA REGIONALE

DIPARTIMENTO
POLITICHE TERRITORIALI E AMBIENTALI
UNITÀ OPERATIVA COMPLESSA
PROGETTAZIONE E GESTIONE DEGLI ALLESTIMENTI CARTOGRAFICI

PRESCRIZIONI TECNICHE

per la

CARTOGRAFIA FOTOGRAMMETRICA NUMERICA

IN SCALA 1:2.000

LIVELLO 3.6

Firenze, Maggio 2003

(versione base approvata dalla Giunta regionale con deliberazione n. 7008 del 18.07.1994)

CAPITOLO I

CARATTERISTICHE DELLA CARTA

Art. 1

SISTEMA DI INQUADRAMENTO, NUMERAZIONE E CARATTERISTICHE DEI FOGLI

- 1.1 La cartografia deve essere rappresentata nella proiezione conforme di Gauss e riferita al sistema nazionale Gauss-Boaga (ellissoide internazionale orientato a Monte Mario - Roma 41°55'25",51 Lat. Nord e 12°27'08",40 Long. Est di Greenwich).
- 1.2 Il limite della superficie utile di ciascun foglio deve risultare 192 ettari secondo il taglio dei fogli standard della Regione Toscana per la scala 1:2.000 come disponibile presso la UOC Progettazione e gestione degli allestimenti cartografici. L'unità minima di rappresentazione è il quadrato delimitato dai parametri di 200 metri nel taglio precedentemente descritto pari a 4 ettari.
- 1.3 Qualora il foglio interessi anche zone in cui sia già stata eseguita cartografia numerica in scala 1:2.000 secondo prescrizioni tecniche non inferiori al livello 3.5, si deve provvedere all'inserimento di tali cartografie per completare, per quanto possibile, il campo cartografico.

Art. 2

TOLLERANZE DELLA CARTA

- 2.1 *Tolleranze in planimetria* - Dai dati di collaudo della cartografia oggetto del presente appalto deve risultare:
 - a) che lo scarto massimo ammissibile "**tp**" nella posizione planimetrica di punti ben individuabili sulla carta rispetto agli stessi punti del terreno, la cui posizione sia stata determinata con misurazioni di sufficiente precisione, non sia superiore a:
 - $(dE^2 + dN^2)^{1/2}$ **tp** = 0,60 m per il 90% dei punti
 - $(dE^2 + dN^2)^{1/2}$ **tp** = 1,00 m per il 10% dei punti
 indicando con dN e dE gli scarti sulle coordinate tra i valori memorizzati e quelli determinati sul terreno;
 - b) che lo scarto massimo "**td**" fra la distanza "d" desunta dalla carta fra due punti ben individuabili e la corrispondente distanza determinata sul terreno, con misurazioni di sufficiente precisione, non sia superiore a:
 - **td** = 0,60 + d:1000 per d < 600 m
 - **td** = 1,20 m per d > 600 m
- 2.2 *Tolleranze in altimetria* - Dai dati di collaudo deve risultare:
 - a) che lo scarto massimo "**ths**" tra la quota memorizzata in corrispondenza di un punto ben localizzato e individuabile e la quota dello stesso punto determinata sul terreno, con misurazioni di sufficiente precisione, non sia superiore a:
 - **ths** = 0,50 m
 - b) che lo scarto massimo "**thg**" tra la quota memorizzata in corrispondenza di una copertura di edificio e la quota dello stesso punto determinata sul terreno, con misurazioni di sufficiente precisione, non sia superiore a:
 - **thg** = 0,80 m
 - c) che lo scarto massimo "**tcl**" tra la quota di una linea di livello in terreno scoperto e la corrispondente quota determinata sul terreno, con misurazioni di sufficiente precisione, non sia superiore a:
 - **tcl** = 1,00 m

CAPITOLO II

MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PRESA AEREA B/N

Art. 3

CARATTERISTICHE DEL VELIVOLO

- 3.1 I voli devono essere eseguiti mediante velivoli adeguati dei quali sia garantita la libera e completa disponibilità da parte dell'appaltatore per il periodo necessario per le riprese. Devono, inoltre, essere comunicati al DRC (Dirigente responsabile del contratto) i seguenti dati:
- a) estremi della licenza ministeriale;
 - b) casa costruttrice, tipo, estremi d'immatricolazione;
 - c) potenza del motore o dei motori in CV;
 - d) quota massima operativa;
 - e) velocità di crociera alla quota operativa.

Art. 4

CARATTERISTICHE DELLA CAMERA DA PRESA

- 4.1 Le prese devono essere eseguite con camera fotogrammetrica a pellicola, dotata di dispositivo di compensazione del movimento in avanti FMC (*Forward Motion Compensation*), con formato utile dell'immagine di 23x23 cm, distanza principale 150 mm circa.
- 4.2 Al DRC devono essere comunicati i dati inerenti la marca, il tipo e l'anno di costruzione delle camere, delle quali l'impresa deve fornire, in copia, i certificati di taratura di data non anteriore a due anni. Dagli stessi deve risultare:
- a) che la distorsione media dell'obiettivo determinata sulle due diagonali sia inferiore a 0,01 mm;
 - b) che la distanza principale e le coordinate del punto principale, rispetto al riferimento definito dalle marche fiduciarie, siano determinate con uno scarto quadratico medio (s.q.m.) di 0,01 mm;
 - c) che il potere separatore dell'obiettivo non sia inferiore a 50 righe/mm entro il 50% della zona fotografata.
- 4.3 Nel caso in cui il contraente disponga di più camere da presa idonee, sarà facoltà del DRC scegliere quella o quelle da impiegare.

Art. 5

MATERIALE SENSIBILE PER LA PRESA

- 5.1 La pellicola a emulsione fotografica pancromatica, da utilizzare per i negativi, deve avere le migliori caratteristiche di indeformabilità e la qualità di sensibilità e di finezza della grana deve essere ottimale per i rilievi aerofotogrammetrici.
- 5.2 Deve inoltre essere dimostrato che il periodo di validità del film non sia ancora scaduto e che sia stato conservato nelle prescritte condizioni. Lo sviluppo dei negativi dev'essere effettuato tramite strip di controllo densimetrico. Pertanto, a ogni rullo dei film dev'essere allegato il relativo test.
- 5.3 All'inizio delle operazioni di sviluppo il DRC e il collaudatore devono definire, in accordo con l'impresa, i valori della densità minima e massima ammissibili.

Art. 6

PIANI, PROGRAMMA E GRAFICI DI VOLO

- 6.1 I piani di volo - studiati sui quadranti forniti dall'amministrazione in scala 1:25.000, o 1:50.000 nel caso di aree molto vaste - devono essere sottoposti all'esame del DRC e del collaudatore per il preventivo benestare. In particolare, si precisa che dovrà essere programmata e fornita la copertura stereoscopica delle aree omogenee così come delimitate nel progetto della Regione Toscana (vds "Riprese aerofotogrammetriche", allegato al *Capitolato speciale* dell'appalto in oggetto) e di almeno 600 metri oltre l'area da cartografare all'inizio e alla fine di ogni strisciata singola. Tutti i fotogrammi necessari per il rispetto della prescrizione fanno parte della fornitura e sono remunerati nell'ambito delle superfici delle aree omogenee e del numero delle strisciate singole previste.
- 6.2 Il programma di volo predisposto dall'impresa deve essere concordato con il DRC, che si riserva di indicare le priorità di esecuzione o altre particolari condizioni.
- 6.3 I grafici di volo devono essere memorizzati su supporto magnetico e disegnati su cartografia in scala 1:25.000 e 1:100.000. I supporti cartografici sono forniti dall'amministrazione.
- 6.4 La memorizzazione deve comprendere i dati relativi a ciascun fotogramma oggetto della fornitura, con esclusione, quindi, dei dati dei fotogrammi che rientrano nelle code delle strisciate. Si deve inoltre

creare un file di memorizzazione, per ogni strisciata di volo, avente la seguente struttura:

- Record 1 - Nome dell'impresa (A30);
- Record 2 - Data di volo GG/MM/AA (A8);
 - “ “ - Numero della strisciata (A6);
 - “ “ - Marca/modello macchina (A16);
- Record 3 - Lunghezza focale (F6.2);
 - “ “ - Scala media dei fotogrammi (I6);
- Record 4 - Numero del fotogramma (A6);
- Record 5 - Coordinate E, N Gauss-Boaga (2 I7) in metri.

- 6.5 Per ogni fotogramma deve essere presente un record 4 e quattro record 5, descriventi le coordinate dei quattro spigoli del fotogramma. L'ordine con cui sono numerati i quattro spigoli è libero, purché in senso orario. I file devono essere consegnati su supporto magnetico MS-DOS.

Art. 7

SCALA, RICOPRIMENTO E STAMPA DEI NEGATIVI

- 7.1 I fotogrammi devono presentarsi nitidi, privi di nubi, eseguiti nelle ore a cavallo del mezzogiorno, con altezza dei raggi solari mai inferiore a **35°** e senza soluzione di continuità nella copertura stereoscopica del territorio.
- 7.2 Le strisciate, salvo casi particolari, devono essere eseguite seguendo l'asse delle sezioni e risultare: parallele, rettilinee, a quota costante e orientate in direzione Est Ovest.
- 7.3 La scala media dei fotogrammi deve essere di **1:7.500** e comunque mai inferiore a **1:8.500**.
- 7.4 I fotogrammi, inoltre, devono soddisfare i seguenti requisiti, con oscillazioni comprese entro il 5%:
- a) ricoprimento stereoscopico longitudinale: non inferiore al **60%**;
 - b) ricoprimento trasversale tra strisciate adiacenti: non inferiore al **20%**.
- 7.5 Le variazioni degli elementi angolari di orientamento (sbandamento, deriva, inclinazione trasversale e longitudinale) devono essere inferiori a **5°**, mentre le variazioni concernenti le componenti trasversali della base di presa devono essere inferiori a un decimo della quota relativa al volo.
- 7.6 La stampa dei negativi aerofotogrammetrici deve essere eseguita con stampatrice a trasporto continuo e controllo automatico dell'esposizione, in modo da ottenere un'omogenea densità dei contrasti.
- 7.7 Sui negativi dovranno risultare impressi:
- a) il numero d'ordine di ciascun fotogramma e quello della relativa strisciata;
 - b) la data e l'ora della presa;
 - c) la quota di volo;
 - d) la posizione della bolla sferica;
 - e) il nominativo dell'impresa e quello della Regione Toscana.

Art. 8

STAZIONE SATELLITARE AVIOMONTATA

- 8.1 Sul velivolo, di cui all'Art 3.1, dovrà essere installata una stazione satellitare GPS. Tale stazione dovrà essere utilizzata per la determinazione delle coordinate plano-altimetriche del centro di presa della camera fotogrammetrica.
- 8.2 Preliminarmente all'esecuzione delle riprese aeree, dovrà essere determinata la distanza tra il centro di presa della camera fotogrammetrica e il centro di fase dell'antenna satellitare. La precisione di tale misura dovrà essere non inferiore a 5 mm.
- 8.3 Durante le riprese aeree dovranno essere registrati, oltre ai segnali satellitari della stazione montata a bordo del velivolo, con epoca di 1 secondo, anche quelli di almeno altre cinque stazioni doppia frequenza permanenti a terra di coordinate note. La distanza di suddette stazioni dalla posizione del velivolo non deve essere superiore a 50 km per almeno due di esse e le restanti non dovranno essere a una distanza superiore ai 300 km. Potranno essere utilizzate come stazioni permanenti sia stazioni appositamente dedicate (le cui coordinate dovranno essere determinate con una precisione analoga a quelle dei vertici della rete di inquadramento, vds. Cap. III), sia stazioni pubbliche i cui dati siano affidabili e disponibili. Le registrazioni di tali stazioni dovranno iniziare e finire prima e dopo l'inizio delle registrazioni della stazione situata sul velivolo.
- 8.4 Ciascuna missione di volo dovrà iniziare e finire con almeno 5 minuti di registrazione dei dati statici dell'aereo. Preliminarmente all'esecuzione della missione dovrà essere pianificato, tramite opportuno software di simulazione, il periodo di esecuzione in modo da garantire una buona copertura satellitare tale da ottenere, per tutta la durata della missione, un PDOP non superiore a 3.
- 8.5 Successivamente all'esecuzione della ripresa aerea dovranno essere elaborati i dati registrati della stazione satellitare sul velivolo e di quelle permanenti a terra in modo da determinare le coordinate

planimetriche (latitudine e longitudine nel sistema WGS84) e la quota ellissoidica dei centri di presa dei singoli fotogrammi componenti la ripresa aerea. La precisione nella determinazione delle coordinate spaziali dovrà avere un errore quadratico medio non superiore a 15 cm con uno scostamento massimo non superiore a 30 cm.

- 8.6 Con ulteriori elaborazioni dovranno essere determinate le coordinate planimetriche dei centri di presa dei singoli fotogrammi espresse nel sistema geodetico nazionale (ROMA40 con coordinate piane Gauss-Boaga) e la quota ortometrica utilizzando il modello di geoidi ITALGEO99 o successivi forniti da IGM.

Art. 9

COLLAUDO DELLA PRESA AEREA

- 9.1 Il collaudo comprende i seguenti accertamenti:
- a) mezzi tecnici impiegati e dichiarati;
 - b) corrispondenza delle strisciate con i piani di volo;
 - c) ricoprimenti longitudinali e trasversali e condizioni angolari di presa dei fotogrammi;
 - d) sviluppo dei negativi e, in particolare, verifica, tramite test allegati a ciascun rotolo, della omogeneità dei valori densimetrici;
 - e) verifica delle elaborazioni dei dati relativi alle stazioni satellitari ed alla determinazione delle coordinate dei centri di presa dei fotogrammi;
 - f) stampa delle diapositive e dei fotogrammi, dei relativi tipi di supporti adoperati, tenendo presente il loro uso ai fini di restituzione di informazioni topografiche e di fotointerpretazione.
- 9.2 Il collaudatore può ordinare all'impresa altre prove al momento delle operazioni di sviluppo e stampa dei film e delle fotografie, qualora necessarie a un più approfondito esame della presa.
- 9.3 Le zone che, per errori di volo, sviluppo e stampa, per motivi meteorologici (nuvole, foschia, ecc.) o altri (ombre), risultassero coperte da materiale fotografico non utilizzabile ai fini cartografici, devono essere nuovamente rilevate in modo da assicurare il collegamento con le strisciate già eseguite, e senza che questo dia diritto a qualsiasi pretesa o compenso da parte dell'impresa.
- 9.4 Devono inoltre essere verificate, tramite piazzamento di alcuni modelli per ciascun rotolo, le parallassi residue sui sei punti classici e su uno centrale, al fine di controllare che lo spianamento del film sia avvenuto regolarmente nel corso della presa.
- 9.5 Nel caso in cui le parallassi residue misurate alla scala del fotogramma superino i 0,01 mm, si deve procedere a fotografare nuovamente le aree in oggetto in modo da assicurare il collegamento con le strisciate esistenti, e senza che questo dia diritto a ulteriore richiesta da parte dell'impresa.
- 9.6 Il collaudo del lavoro dev'essere eseguito in corso d'opera sui blocchi di strisciate che si renderanno di volta in volta disponibili e dev'essere ultimato entro 90 giorni dalla certificazione del DRC comprovante il completamento della presa.
- 9.7 Il collaudatore redige il verbale di accettazione della presa solo se tutte le prove hanno dato esito positivo, corredandolo di una dettagliata relazione delle prove eseguite e dei risultati ottenuti.

Art. 10

FORNITURE DELLA PRESA AEREA

- 10.1 Per ciascuna copertura aerofotogrammetrica devono essere consegnati i seguenti elaborati:
- a) piani di volo tracciati su quadranti in scala 1:25.000, o 1:50.000 (per aree molto vaste);
 - b) grafici di volo memorizzati su supporto magnetico;
 - c) grafici di volo sia disegnati su cartografia in scala 1:25.000 e in scala 1:100.000 sia come file AutoCad (DXF o DWG), indicando il contorno di un fotogramma ogni due o tre (a seconda della sovrapposizione rispettata), il corrispondente numero d'ordine e il relativo numero della strisciata. I supporti cartografici vengono forniti dall'amministrazione;
 - d) tre stampe dei fotogrammi su carta politenata lucida o matt, ottenute per contatto dai negativi;
 - e) una copia diapositiva degli stessi fotogrammi di cui al punto d), stampata su supporto indeformabile dello spessore non inferiore a 0,10 mm;
 - f) un tabulato e la memorizzazione su supporto magnetico delle coordinate Gauss-Boaga dei centri di presa di ciascun fotogramma;
 - g) schede in formato Excel o Word contenenti per ciascuna strisciata le seguenti informazioni: numero della strisciata, numero del fotogramma iniziale, numero del fotogramma finale, numero totale dei fotogrammi, data di esecuzione, direzione del volo, ora di esecuzione del volo (nel tempo universale).
- 10.2 L'impresa deve consegnare i singoli blocchi di strisciate appena si renderanno disponibili, in relazione alle priorità indicate dal DRC. Si prescrive, inoltre, che il materiale fotografico sia adeguatamente collazionato e confezionato in appositi contenitori forniti dall'amministrazione.

Art. 11

CONSEGNA DEI NEGATIVI

- 11.1 L'appaltatore ha l'obbligo di consegnare in deposito i negativi della ripresa aerea oggetto del presente appalto a laboratorio fotografico, sito nel comune di Firenze o comuni limitrofi, opportunamente attrezzato. Ogni spesa al riguardo si intende compresa nel corrispettivo dell'appalto.

CAPITOLO III

RETE GEODETICA D'INQUADRAMENTO, RETI DI RAFFITTIMENTO E D'APPOGGIO, PUNTI STABILI DI RIFERIMENTO

Art. 12

INQUADRAMENTO GEOMETRICO

- 12.1 L'inquadramento geometrico deve derivare direttamente dalle reti geodetiche planimetriche e altimetriche nazionali IGM1, non è pertanto ammesso derivarlo da altre reti o in modo indiretto da quelle nazionali salvo esplicita autorizzazione del DRC sentito il collaudatore.
- 12.2 Le reti locali d'inquadramento geometrico, derivate dalle suddette reti nazionali, hanno il duplice scopo di determinare, direttamente o tramite triangolazione aerea, gli elementi per l'orientamento assoluto dei modelli aerofotogrammetrici e di mettere a disposizione degli utenti punti di riferimento ben individuabili sul terreno, aventi coordinate e quote ricavate con le procedure di cui alle presenti *Prescrizioni tecniche*.
- 12.3 A tal fine, devono essere redatte apposite monografie, secondo uno schema fornito dalla Regione Toscana, nelle quali sono raccolti, divisi per tipologia, tutti i punti noti rilevati, sia direttamente sul terreno sia tramite triangolazione aerea.

Art. 13

PROGETTO DELLA RETE PLANIMETRICA LOCALE

- 13.1 Dovranno essere utilizzati tutti i vertici delle reti geodetiche IGM95. L'impresa deve provvedere alla verifica, mediante sopralluogo, dei vertici tuttora esistenti, reperibili e attendibili.
- 13.2 I vertici della rete locale dovranno essere scelti punti in posizione facilmente accessibile, privi di ostacoli che limitino la ricezione dei segnali emessi dai satelliti e distanti da antenne di trasmissione radio-televisive.
- 13.3 Il progetto della rete planimetrica locale deve essere riportato su grafico in scala 1:25.000 o 1:50.000, evidenziando i vertici reperibili e attendibili della rete nazionale. Devono, altresì, essere evidenziati, con segno differente, tutti quei punti, di cui si hanno le monografie, ma che non sono risultati attendibili o reperibili.
- 13.4 Il progetto deve essere presentato al collaudatore per l'approvazione.
- 13.5 Per la realizzazione del suddetto progetto, si deve tenere conto che la densità media dei vertici della rete locale deve risultare di almeno un vertice ogni foglio di cartografia da eseguire.
- 13.6 La rete locale dovrà essere strutturalmente autonoma, intrinsecamente determinata con misure sovrabbondanti. Il posizionamento e l'orientamento della rete locale all'interno della rete nazionale deve avvenire per rototraslazione conforme, con la teoria dei minimi quadrati, utilizzando tutti i vertici esistenti all'interno della zona considerata e almeno quattro ben disposti perimetralmente.
- 13.7 In mancanza del numero necessario di vertici della rete nazionale IGM, si utilizzeranno vertici di altre reti nazionali e regionali; comunque tutti i vertici ancora esistenti, reperibili e attendibili, devono essere rideterminati.

Art. 14

CARATTERISTICHE DEI VERTICI DELLA RETE PLANIMETRICA LOCALE

- 14.1 I vertici della rete locale devono coincidere con particolari topografici ben definiti, stabili e facilmente accessibili.
- 14.2 In assenza di tali manufatti, si ricorrerà alla materializzazione con centrini metallici forniti dall'amministrazione, da cementare su roccia o in gettata di calcestruzzo, onde assicurarne la conservazione nel tempo. Dette opere murarie, previo assenso, istruzioni e autorizzazione del DRC, sono a carico dell'impresa.
- 14.3 Quando i punti di raffittimento corrispondono a particolari fotografici che permettono una sicura collimazione stereoscopica, deve essere messa in evidenza la loro posizione negli aerofotogrammi mediante foratura. La foratura dev'essere effettuata su un solo aerofotogramma il cui numero distintivo figurerà nelle monografie.

Art. 15

MISURA E CALCOLO DELLA RETE PLANIMETRICA LOCALE

- 15.1 Le misurazioni devono essere condotte usando schemi operativi e strumenti moderni e devono risultare in numero sovrabbondante rispetto a quello minimo necessario per la determinazione delle coordinate di tutti i vertici, in modo da permettere controlli statisticamente validi. Inoltre, i lati misurati devono

essere tali, per numero e lunghezza, da permettere il perfetto dimensionamento della rete.

- 15.2 Terminate le operazioni di campagna, si provvede a un primo calcolo che può essere eseguito attribuendo alla rete dimensionamento e orientamento arbitrari; quindi l'intera rete deve essere orientata, posizionata e dimensionata adattandola in media, senza deformarla, sui vertici della rete nazionale (rototraslazione affine). È necessario che entrambi i suddetti calcoli siano eseguiti seguendo procedimenti di compensazione rigorosa (metodo dei minimi quadrati).
- 15.3 La variazione di scala della rete locale, derivante dal suo dimensionamento sulla rete nazionale, non deve superare lo 0,02%. Qualora tale limite dovesse essere superato, le metodologie di calcolo da adottare dovranno essere concordate con il DRC, sentito il collaudatore.
- 15.4 Dai calcoli devono risultare gli errori quadratici medi delle coordinate compensate nella rete locale, nonché i residui sui vertici esistenti, dopo la rototraslazione affine.
- 15.5 Per tutte le operazioni successive del rilevamento, devono essere utilizzati i vertici della rete locale con le coordinate ottenute dalle operazioni di calcolo sopra descritte.
- 15.6 Anche i vertici eventualmente comuni con le reti nazionali devono essere usati con le coordinate che a essi competono nella rete locale e devono essere riportati nei registri e sul disegno della rete con tali coordinate, e infine contraddistinti con lo stesso segno grafico dei vertici della rete locale.

Art. 16

RILIEVI CONFINANTI

- 16.1 Qualora il rilievo venga a confinare con un altro rilievo alla stessa scala, o a scala più grande, eseguito secondo criteri analoghi a quanto stabilito nel presente capitolato, la rete planimetrica locale deve comprendere, oltre ai vertici delle reti nazionali o regionale, anche i vertici della rete planimetrica locale del rilievo precedente, situati nella zona confinante e ancora esistenti.
- 16.2 La rototraslazione affine della rete del nuovo rilievo deve essere eseguita tenuto conto dei vertici delle reti nazionali con le rispettive coordinate e dei vertici della rete planimetrica locale del rilievo precedente con le rispettive coordinate locali. Qualora alcuni vertici della rete nazionale siano comuni ai due rilievi contigui, essi devono entrare nel calcolo della rototraslazione affine della nuova rete con le coordinate locali ottenute nel rilievo precedente.

Art. 17

PRECISIONI DEI VERTICI DELLA RETE PLANIMETRICA LOCALE

- 17.1 Lo scarto quadratico medio delle coordinate planimetriche dei vertici dev'essere contenuto in $\pm 0,10$ m per almeno il 90% dei punti e in nessun caso dev'essere superiore a $\pm 0,20$ m.

Art. 18

PROGETTO DELLA RETE ALTIMETRICA LOCALE

- 18.1 L'impresa deve preparare un progetto di rete altimetrica locale da presentare al collaudatore per l'approvazione.
- 18.2 Per la realizzazione del suddetto progetto, si deve tenere conto che la rete altimetrica locale è costituita da tutti i capisaldi delle linee di livellazione geometrica della rete nazionale di alta precisione dell'IGM.
- 18.3 A tal fine, l'impresa deve provvedere alla raccolta dei dati inerenti i capisaldi preesistenti presso l'IGM ed alla verifica, mediante sopralluogo, dei capisaldi tuttora esistenti, reperibili e attendibili.
- 18.4 I punti quota della rete altimetrica locale non coincidenti con i vertici della rete planimetrica devono essere localizzati e segnalati su strutture stabili e accessibili.
- 18.5 Qualora i punti quota siano localizzati su elementi sporgenti dal suolo, si deve provvedere a quotarne sia la sommità sia la base.

Art. 19

MISURA E CALCOLO DELLA RETE ALTIMETRICA LOCALE

- 19.1 Le misurazioni possono essere compiute con metodo diretto (livellazione geometrica) o indiretto (livellazione trigonometrica) con l'impiego di strumenti di tipo moderno. Le misure devono risultare in numero sovrabbondante rispetto a quello minimo necessario per determinare le quote dei punti di rete, e tali da permettere controlli statisticamente validi.
- 19.2 La rete altimetrica locale dev'essere compensata in modo intrinseco.
- 19.3 La quota origine è quella di un qualsiasi caposaldo di sicura attendibilità.
- 19.4 Qualora la rete altimetrica locale contenga due o più capisaldi di quota nota della rete nazionale di livellazione geometrica di precisione dell'IGM, la compensazione dovrà tenere conto di questi capisaldi e modificare l'origine della rete locale perché si adatti alle loro quote, quali risultano dai cataloghi uff-

ciali.

- 19.5 Tali deformazioni verranno imposte a patto che le discrepanze non superino 0,20 m e a patto che la zona del rilievo non risulti notoriamente coinvolta in fenomeni di subsidenza. In caso contrario, le quote assolute dei punti della rete altimetrica locale compensata intrinsecamente verranno derivate partendo dalla media delle quote dei capisaldi utilizzati.
- 19.6 La rete altimetrica locale deve essere calcolata seguendo procedimenti di compensazione rigorosa approvati dal collaudatore.

Art. 20

PRECISIONI DELLA RETE ALTIMETRICA LOCALE

- 20.1 Lo scarto quadratico medio della quota di ciascun punto della rete altimetrica locale dev'essere contenuto in +/- 0,10 m per almeno il 90% dei casi e in nessun caso deve superare +/- 0,20 m.

Art. 21

PUNTI DI APPOGGIO DEI MODELLI AEROFOTOGRAMMETRICI

- 21.1 L'orientamento assoluto dei modelli afg può essere ottenuto:
- utilizzando punti di appoggio le cui coordinate e quota siano state determinate con misure dirette sul terreno (PAF);
 - utilizzando punti di appoggio le cui coordinate e quota siano state determinate con triangolazione aerea (PAT).

Art. 22

PUNTI DI APPOGGIO DETERMINATI DIRETTAMENTE SUL TERRENO

- 22.1 Le coordinate planimetriche e la quota dei punti di appoggio fotografici devono derivare dalle coordinate dei vertici e dai punti quota delle reti planimetrica e altimetrica locali.
- 22.2 I particolari fotografici prescelti devono essere tali da permettere una sicura collimazione stereoscopica plano-altimetrica. Per un sicuro riferimento altimetrico, i piani di collimazione riferiti al piano di paragone devono essere, per quanto possibile, orizzontali e ben collimabili in sede di triangolazione aerea e di restituzione.
- 22.3 La quota dev'essere anche riferita al suolo (se questo non coincide con il piano di collimazione), per essere riportata su una successiva elaborazione cartografica.
- 22.4 I punti di appoggio possono coincidere con i vertici della rete di raffittimento attraverso riferimenti secondari atti all'individuazione stereoscopica.
- 22.5 La posizione dei punti di appoggio deve essere messa in evidenza negli aerofotogrammi. La foratura dev'essere effettuata su un solo fotogramma il cui numero distintivo sarà riportato nelle monografie dei punti di appoggio.
- 22.6 Per la determinazione dei punti fotografici d'appoggio, si devono eseguire misure sovrabbondanti e il calcolo relativo in via preliminare può essere fatto per un punto singolo, ma la compensazione finale dev'essere eseguita globalmente e con metodi rigorosi.

Art. 23

DISTRIBUZIONE E PRECISIONE DEI PAF

- 23.1 Qualora l'orientamento assoluto dei modelli afg venga effettuato per mezzo di punti ricavati da triangolazione aerea, la distribuzione dei PAF ai bordi e all'interno delle strisciate e del blocco è quella indicata all'Art. 27 - Distribuzione dei punti di appoggio.
- 23.2 Qualora invece l'orientamento assoluto avvenga per mezzo di PAF, la distribuzione degli stessi nel modello afg è di norma quella classica. Quattro punti sono dislocati in prossimità dei quattro angoli del modello, possibilmente in zona di sovrapposizione laterale e longitudinale, e un punto è collocato al centro di esso. Quest'ultimo punto può essere sostituito da una quota determinata con osservazioni sovrabbondanti o reciproche "zenitali".
- 23.3 Gli scarti quadratici medi delle coordinate planimetriche e della quota dei punti d'appoggio devono essere contenuti in +/- 0,20 m per il 90% dei punti e in nessun caso deve superare +/- 0,30 m.

Art. 24

ELABORATI DA CONSEGNARE AL TERMINE DELLE OPERAZIONI INERENTI LA RETE GEODETICA DI INQUADRAMENTO, DI RAFFITTIMENTO E DI DETERMINAZIONE DEI PAF

- 24.1 Al termine di detta fase sono consegnati al DRC i seguenti documenti:
- grafico sia disegnato in scala 1:25.000 o 1:50.000 sia come file AutoCad (DXF o DWG) della rete d'inquadramento esistente;

- b) grafico sia disegnato alla scala 1:25.000 o 1:50.000 sia come file AutoCad (DXF o DWG) della rete di posizionamento e raffittimento risultante dopo la rototraslazione affine;
- c) libretti di osservazione sui vertici e sui punti d'appoggio, scritti a penna all'origine;
- d) riepilogo delle direzioni e delle distanze misurate;
- e) fascicolo dei calcoli provvisori anche di tipo singolo, risoluzione di piccoli triangoli, ecc.;
- f) calcolo globale definitivo della rototraslazione affine sulla rete esistente riportante gli errori quadratici medi e la variazione di scala;
- g) serie di fotogrammi con riportati i punti fotografici di appoggio di qualsiasi ordine;
- h) fascicolo sia su carta che come file Access o Excel contenente le monografie dei punti di posizionamento della rete e di raffittimento;
- i) fascicolo sia su carta che come file Access o Excel contenente le monografie dei punti di appoggio fotografico;
- l) grafico sia disegnato in scala 1:25.000 o 1:50.000 sia come file AutoCad (DXF o DWG) degli stereogrammi riportante i punti di appoggio fotografico e dei punti di inquadramento e raffittimento resi fotografici.

Gli stampati per le monografie indicate ai punti h) e i) sono forniti dall'amministrazione regionale.

Art. 25

COLLAUDO DELLA RETE GEOMETRICA DI RAFFITTIMENTO E DI DETERMINAZIONE DEI PAF

- 25.1 Il collaudo della rete geometrica di raffittimento e di determinazione dei PAF comprende le seguenti verifiche:
 - a) controllo della documentazione presentata e dell'idoneità degli strumenti utilizzati;
 - b) esame degli schemi operativi, onde accertare che corrispondano alle presenti prescrizioni e alle direttive del DRC;
 - c) analisi critica delle determinazioni metriche, al fine di appurare che siano state eseguite con misure sovrabbondanti e in numero sufficiente da rendere statisticamente significative le compensazioni e i controlli interni;
 - d) disamina dei calcoli provvisori e definitivi e verifica degli scarti quadratici medi nei confronti delle tolleranze imposte.
- 25.2 È facoltà del collaudatore eseguire misure dirette sul terreno, al fine di controllare le coordinate dei punti determinati.

Art. 26

PUNTI DI APPOGGIO DETERMINATI CON TRIANGOLAZIONE AEREA

- 26.1 Le operazioni di triangolazione aerea per la determinazione dei punti di appoggio per l'orientamento assoluto dei modelli afg (PAT) devono essere oggetto di una dettagliata proposta da parte dell'impresa appaltatrice al collaudatore.
- 26.2 La suddetta proposta deve essere formulata nel rispetto dei vincoli seguenti e di quelli indicati all'Art. 27:
 - a) le osservazioni strumentali devono essere effettuate con il metodo dei modelli indipendenti o per fotogrammi singoli.
 - b) ogni modello dev'essere collegato sia con il modello che lo precede sia con il modello che lo segue lungo la strisciata con tre punti di legame, e con almeno due punti ai modelli delle strisciate adiacenti o trasversali;
 - c) dovranno essere utilizzate, come punti noti, tutti i punti di presa dei fotogrammi le cui coordinate sono state determinate dalle elaborazioni delle misure della stazione satellitare aviomotata come indicato all'Art. 8;
 - d) lo strumento per la determinazione delle coordinate modello dev'essere di tipo analitico;
 - e) il programma di compensazione dev'essere internazionalmente noto e sperimentato e deve fornire le discrepanze e gli scarti quadratici medi dei punti di legame, sia lungo le strisciate sia con le strisciate adiacenti, e dei punti di controllo; deve inoltre effettuare la compensazione a modelli indipendenti o a fasci di rette proiettanti.

Art. 27

DISTRIBUZIONE DEI PUNTI DI APPOGGIO

- 27.1 I punti per il controllo plano-altimetrico di un blocco di strisciate devono essere così disposti:
 - a) almeno un punto planimetrico nei modelli iniziale e finale di ciascuna strisciata;
 - b) almeno un punto planimetrico ogni cinque modelli nelle strisciate perimetrali del blocco;
 - c) almeno due punti quota nei modelli iniziale e finale di ciascuna strisciata, situandoli nelle zone di sovrapposizione con le strisciate adiacenti;
 - d) almeno un punto quota ogni tre modelli nelle strisciate perimetrali del blocco. I punti di questa di-

sposizione perimetrale devono essere posizionati possibilmente all'esterno della zona da cartografare.

- 27.2 Il blocco, inoltre, dev'essere attraversato, in direzione normale a quella delle strisciate e con un intervallo di circa quattro modelli, da linee di punti quota localizzati possibilmente nelle zone di sovrapposizione fra strisciate e comunque in numero di due per ogni strisciata. Sempre all'interno del blocco occorre posizionare dei punti di controllo planimetrici. La disposizione e il numero di questi ultimi e delle linee di punti quota dipendono dalla configurazione del blocco e devono essere concordati con il colaudatore.
- 27.3 I punti di controllo plano-altimetrico di una strisciata devono essere così disposti:
- a) almeno due punti planimetrici nei modelli iniziale e finale della strisciata;
 - b) almeno un punto planimetrico ogni cinque modelli;
 - c) almeno due punti quota nei modelli iniziale e finale della strisciata;
 - d) almeno un punto quota ogni modello, situandolo alternativamente nella parte alta e bassa della strisciata.

Art. 28

CARATTERISTICHE DEI PAT

- 28.1 Qualora non si faccia uso di puntinatore, i PAT devono avere caratteristiche fotografiche tali da consentire un'ottima collimazione stereoscopica e permettere di norma una sicura identificazione del punto sul terreno. Per quanto attiene alla posizione altimetrica, si rimanda a quanto indicato all'Art. 22 riguardo i PAF.
- 28.2 Qualora si faccia uso del puntinatore, oltre ai punti di passaggio individuati a mezzo di puntinatura delle diapositive si deve determinare, in alternativa ai PSR (punti stabili di riferimento) di cui al successivo Art. 30, almeno due punti fotografici per ciascun modello di cui venga eseguita più di una lettura strumentale.

Art. 29

PRECISIONI DEI PAT

- 29.1 Lo scarto massimo ammissibile tra la posizione planimetrica di un punto determinato con la triangolazione aerea e la posizione dello stesso punto determinato con operazioni sul terreno di sufficiente precisione (tolleranza planimetrica) non dev'essere superiore a 0,30 m per il 90% dei punti verificati e in nessun caso dev'essere superiore a 0,50 m.
- 29.2 Lo scarto massimo ammissibile tra la quota di un punto determinato con la triangolazione aerea e la quota dello stesso punto determinata con operazioni sul terreno di sufficiente precisione (tolleranza altimetrica) non dev'essere superiore a 0,25 m per il 90% dei punti controllati e in nessun caso deve essere superiore a 0,40 m.
- 29.3 Le suddette tolleranze si applicano anche riguardo le differenze riscontrate tra le coordinate e la quota dei punti di controllo del blocco e le relative coordinate e quota degli stessi punti derivate in seguito alla compensazione della triangolazione aerea, nonché riguardo le differenze tra le coordinate e la quota dei punti di legame tra modelli adiacenti.
- 29.4 Lo scarto quadratico medio delle differenze sui punti di controllo del blocco fornito in seguito alla compensazione dev'essere inferiore a:
- +/- 0,25 m in planimetria;
 - +/- 0,15 m in altimetria.

Art. 30

DETERMINAZIONE DEI PUNTI STABILI DI RIFERIMENTO (PSR) MEDIANTE TRIANGOLAZIONE AEREA

- 30.1 In aggiunta a quelli determinati direttamente sul terreno, in fase di triangolazione aerea, occorre provvedere a introdurre nell'area della restituzione cartografica altri PSR. Essi sono scelti fra i particolari del terreno che presentino caratteristiche di perfetta ripresa fotografica, facile riconoscimento e sicura stabilità, come: spigoli di edifici, incroci e angoli di muri, basamenti di tralicci elettrici o di altre strutture, pali in cemento e altri particolari del terreno ben definiti.
- 30.2 La loro posizione è indicata su una copia delle aerofotografie mediante foratura del particolare prescelto.
- 30.3 Durante le operazioni di triangolazione aerea vengono misurate le coordinate strumentali dei PSR prescelti. Quindi i valori compensati delle coordinate, ottenuti dalla TA stessa (punti calcolati), sono riportati nelle monografie sopra menzionate. Le coordinate Gauss-Boaga, così determinate, sono trasformate anche nel sistema catastale Cassini-Soldner, utilizzando un metodo di trasformazione sufficientemente rigoroso e tale da assicurare la corrispondenza fra le coordinate di uno stesso punto espresse nei due sistemi entro un cerchio del diametro di 0,20 m. Nella monografia devono essere ri-

portate anche le coordinate catastali.

- 30.4 I PSR devono essere in numero e avere dislocazione tale da formare un reticolato a maglia pressoché quadrata di circa 600 m di lato ubicato dentro la zona da cartografare e, a tal fine, devono ricadere all'interno della fascia di sovrapposizione longitudinale e trasversale dei modelli. I PSR costituiscono o si aggiungono ai punti di legame tra modelli e tra strisciate di cui all'articolo precedente.

Art. 31

MEMORIZZAZIONE DEI DATI

- 31.1 I dati di ingresso dei calcoli, cioè le osservazioni strumentali e le coordinate dei punti noti, e i dati di uscita del calcolo finale di compensazione della triangolazione aerea, cioè le coordinate terreno di tutti i punti, devono essere memorizzate su supporto magnetico in formato ASCII.

Art. 32

ELABORATI DA CONSEGNARE AL TERMINE DELLE OPERAZIONI INERENTI LA TRIANGOLAZIONE AEREA

- 32.1 Al termine di questa fase saranno consegnati al DRC i seguenti documenti:
- grafico sia disegnato in scala 1:25.000, o 1:50.000 in caso di aree vaste sia come file AutoCad (DXF o DWG) delle strisciate triangolate con l'ubicazione dei punti d'appoggio della triangolazione aerea e dei punti fotografici determinati da questa;
 - fascicolo sia su carta che come file Access o Excel contenente le monografie dei punti di raffittimento fotogrammetrici, determinati con triangolazione aerea e riportante, sugli appositi stampati forniti dall'amministrazione, le coordinate planimetriche, la quota, il riferimento alla strisciata e fotogramma forato, la monografia planimetrica del punto e dei suoi intorno;
 - serie di fotocopie su carta riportante l'ubicazione di tutti i punti fotografici di appoggio risultati o derivati al termine della triangolazione aerea;
 - il tabulato di output dei calcoli di compensazione;
 - supporto magnetico con memorizzazione dei dati inerenti il calcolo di compensazione della TA;
 - fascicolo contenente le monografie di PSR;
 - certificato di rettifica strumentale;
 - relazione sulle modalità di svolgimento della fase.

Art. 33

COLLAUDO DELLA TRIANGOLAZIONE AEREA E DELLA DETERMINAZIONE DEI PUNTI STABILI DI RIFERIMENTO

- 33.1 Il collaudo della triangolazione aerea e della determinazione dei punti stabili di riferimento comporta le seguenti verifiche:
- controllo della documentazione presentata e dell'idoneità degli strumenti utilizzati;
 - esame degli scarti apparenti, dei residui di compensazione, nonché degli scarti di tutti i punti determinati e risultanti dai calcoli;
 - analisi critica dei residui di orientamento assoluto numerico e degli scarti sui punti noti per almeno il 5% degli stereogrammi, nel rispetto delle tolleranze ammesse;
 - confronto della precisione delle coordinate dei punti di appoggio fotografico e dei punti stabili di riferimento determinati tramite la triangolazione aerea, con misure topografiche dirette sul territorio di almeno il 2%.

CAPITOLO IV

RESTITUZIONE

Art. 34

DOTAZIONE STRUMENTALE

- 34.1 La restituzione dev'essere eseguita con strumenti analitici che utilizzino le diapositive in formato originale. Non è ammessa la restituzione con strumenti analogici digitalizzati o con strumenti digitali.
- 34.2 L'errore quadratico medio in quota dello strumento di restituzione non deve superare 1/10.000 della quota relativa di volo. La verifica di tale condizione verrà effettuata seguendo i procedimenti normalmente adottati per tale tipo di verifiche: orientamento di una coppia di lastre riportanti un reticolo di precisione e lettura dei crocicchi del reticolo stesso. Il modello formato dai due reticoli deve risultare alla stessa scala usata per la restituzione della cartografia in oggetto del presente appalto.
- 34.3 Lo strumento di restituzione deve essere collegato ad una stazione grafica interattiva in grado di memorizzare, visualizzare ed eseguire editing sugli oggetti geometrici acquisiti.
- 34.4 Le verifiche sulle caratteristiche di precisione di tutta la dotazione strumentale possono essere richieste e guidate dal collaudatore in ogni momento del periodo di impiego.

Art. 35

MINUTA DI RESTITUZIONE

- 35.1 Per minuta di restituzione si intende il disegno automatico dei dati memorizzati in sede di restituzione, effettuato tramite un plotter di adeguata precisione. Su tale supporto si provvede a riportare tutti i punti di appoggio plano-altimetrici dei modelli, nonché i vertici e i punti quota delle reti di inquadramento. Il taglio del campo cartografico della minuta di restituzione deve essere identico a quello dei fogli definitivi.
- 35.2 Nella minuta di restituzione deve essere riportato il reticolato Gauss-Boaga con linea continua a intervalli di 10 cm grafici.
- 35.2 Della minuta di restituzione devono essere redatti due copie: la prima deve essere semplificata (priva dei livelli 04 - infrastrutture, 06 - forme terrestri, 07 - vegetazione e 08 - altimetria) che deve essere utilizzata esclusivamente per il reperimento, in sede di ricognizione, della toponomastica e dei numeri civici ed una seconda munita completa di tutti i particolari restituiti che deve essere utilizzata per il rapporto, in sede di ricognizione, dei restanti particolari. In caso di rilievo interessante aree edificate a media/alta densità la minuta semplificata deve essere disegnata in scala 1:1.000 dividendo il foglio originale in più fogli in modo da agevolare e rendere leggibile il rilievo dei numeri civici e della toponomastica.

Art. 36

PROTOCOLLI DI RESTITUZIONE

- 36.1 Per ogni modello di cui è stato eseguito l'orientamento assoluto, l'impresa esecutrice deve compilare, anche in modo automatico, una scheda (protocollo di restituzione) nella quale devono essere riportati i seguenti dati:
 - a) numero dei fotogrammi formanti il modello;
 - b) scala del modello;
 - c) valori angolari e lineari dell'orientamento assoluto;
 - d) elenco degli scarti plano-altimetrici sui punti di appoggio, sia quelli rilevati sul terreno, sia quelli calcolati con la triangolazione aerea;
 - e) data relativa allo svolgimento della restituzione;
 - f) nome dell'operatore o degli operatori che hanno effettuato l'orientamento assoluto del modello e la restituzione;
 - g) tipo di strumento utilizzato e relativa matricola;
 - h) copia del certificato di calibrazione dello strumento di restituzione.
- 36.2 Gli scarti sui punti di appoggio non devono essere superiori a 40 cm in planimetria e 30 cm in altimetria. Qualora non risulti possibile portare gli errori entro i limiti suddetti, si deve ricercare la causa in errori di calcolo, di identificazione o altro. Se le discrepanze non scompaiono, il punto o i punti interessati non devono essere utilizzati per l'orientamento assoluto dei modelli. Del caso dev'essere fatta segnalazione al DRC e al collaudatore durante le operazioni di restituzione.

Art. 37**MODALITÀ E PRECISIONI DI RESTITUZIONE**

- 37.1 La restituzione deve fornire una rappresentazione completa e particolareggiata del terreno e delle opere dell'uomo, esistenti sul terreno alla data della ripresa aerea. Si deve tenere presente che, trattandosi di cartografia a grande scala, l'aspetto metrico assume la massima importanza. L'impiego dei segni convenzionali è ridotto al minimo e ogni particolare dev'essere rappresentato a misura. Non devono essere introdotti i particolari di cui la scala della carta non consenta una rappresentazione a misura. Di conseguenza, tutti i particolari che hanno un ingombro massimo inferiore a 2 metri non devono essere restituiti, a meno che non si tratti di particolari di tipo puntiforme (es. albero, palo, pozzo, ecc.). Gli elementi che hanno un ingombro in una direzione inferiore a 1 metro devono essere rappresentati soltanto nell'altra direzione con una linea (es. muri).
- 37.2 Gli elementi da rappresentare sono riportati nel fascicolo *Tavola dei contenuti, segni grafici e codici per la cartografia numerica a scala 1:2.000. Livello 3.6* (in seguito citato come "*Tavola dei contenuti 3.6*"), allegato '1' al *Capitolato speciale* dell'appalto in oggetto.
- 37.3 Dei particolari oggetto di restituzione non si deve, se non i casi specifici, indicare la funzione o i materiali di cui sono costituiti, ma soltanto le loro dimensioni.
- 37.4 La parte del modello stereoscopico da restituire dev'essere contenuta all'interno del poligono dei punti di appoggio del modello stesso.
- 37.5 L'altimetria è rappresentata mediante isoipse e punti quotati isolati. Le curve di livello hanno equidistanza di 2 m (ordinarie) e di 10 m (direttrici). Le curve di livello devono essere tracciate in modo continuo sull'intero territorio rendendole invisibili al di sotto dell'edificato, nell'attraversamento dei corsi d'acqua rappresentabili e più in generale dove la loro visibilità pregiudichi la leggibilità della cartografia (ad es. muri di sostegno). Nelle zone di vegetazione particolarmente densa devono essere tracciate soltanto le linee direttrici mentre le curve ordinarie potranno essere costruite con l'ausilio di programmi di interpolazione che tengano conto delle curve di livello direttrici e dei punti quota presenti.
- 37.6 Le curve di livello devono essere tracciate esclusivamente sul terreno e non sopra manufatti artificiali quali ponti o viadotti. Pertanto non deve mai presentarsi il caso di curve di livello che intersecano altre curve di livello.
- 37.7 Qualora nelle zone con pendenza media generale inferiore al 5% fosse particolarmente difficoltosa l'introduzione delle linee di livello, le stesse, sentito il collaudatore, possono essere sostituite da quote isolate con una densità media di almeno 3 quote ogni ettaro realizzato; la distribuzione di tali quote dev'essere tale da rendere evidente l'andamento sul piano di campagna.
- 37.8 I punti quotati isolati devono avere una densità di almeno 2 punti ogni ettaro realizzato. Devono essere restituite le quote di tutti i punti del terreno ben definiti altimetricamente, quali cocuzzoli, selle, alvei e confluenze fluviali, strade, incroci di strade, punti di cambiamento di pendenza lungo le strade e per grosse scarpate, piazze, sagrati, aie di cascinali, ponti e altre opere di interesse geografico. La quota dei punti dev'essere arrotondata a 0,10 m.
- 37.9 Nel caso il punto quotato sia posto su un manufatto artificiale la cui quota non sia quella del terreno (ad es. ponti viadotti) dovrà essere codificato differentemente dagli altri punti quota.
- 37.10 In ogni minuta di restituzione devono essere indicati con apposito numero di riferimento tutti i particolari naturali e artificiali del terreno di dubbia identificazione; al margine della minuta devono essere riportate le relative richieste di completamento da eseguire in fase di ricognizione.
- 37.11 Le differenze massime, che caratterizzano la precisione della restituzione, devono essere contenute entro i seguenti valori:
- a) in planimetria, per particolari topografici bene individuati: 0,2 mm alla scala della carta per il 90% dei punti presi in esame, e 0,3 mm per il restante 10%;
 - b) in altimetria, per particolari topografici bene individuati: 0,30 m per il 90% dei punti presi in esame, e 0,40 m per il restante 10%;
 - c) sulle linee di livello, in aree di sicura interpretazione: 0,60 m nelle zone di media pendenza, e 0,80 m nelle zone di forte pendenza.

Art. 38**MEMORIZZAZIONE DEI DATI**

- 38.1 Contemporaneamente alla restituzione, si deve provvedere alla memorizzazione dei particolari. Nei sistemi grafici in cui è necessario definire una falsa origine del lavoro occorre garantire che tale valore non comporti la perdita di cifre significative nella definizione delle coordinate terreno dei particolari restituiti. Dovrà essere sempre garantita una precisione di memorizzazione delle coordinate non inferiore a 0,01 m.
- 38.2 La memorizzazione consiste nella registrazione di un codice identificativo del particolare in oggetto e da una serie di punti nelle tre coordinate spaziali. Il numero dei punti necessari deve essere tale che,

unendo questi punti con segmenti rettilinei, l'oggetto venga adeguatamente rappresentato alla scala di restituzione. Gli oggetti di tipo curvilineo e/o circolare devono essere definiti come una spezzata di punti sufficientemente densi.

- 38.3 Le codifiche utilizzate al momento della restituzione possono differire da quelle richieste nella *Tavola dei contenuti* 3.6. In tal caso è compito dell'impresa effettuare la conversione dei codici al momento della creazione del formato di consegna.
- 38.4 La memorizzazione di tutti i particolari dev'essere effettuata tenendo le marche di collimazione dello strumento aderenti al terreno o al piano di riferimento in modo che la quota dei punti che formano l'oggetto sia accurata.
- 38.5 Ulteriori indicazioni sono riportate nel fascicolo *Tavola dei contenuti* 3.6.

Art. 39

COLLAUDO DELLA RESTITUZIONE

- 39.1 Il collaudo della restituzione comporta:
 - a) l'esame della documentazione sulla rettifica strumentale;
 - b) l'accertamento della chiarezza e precisione della minuta di restituzione;
 - c) la verifica dei protocolli di restituzione;
 - d) sopralluoghi non preavvertiti alle operazioni di restituzione per controllare che tutte le prescrizioni operative siano rispettate;
 - e) la ripetizione del piazzamento di un adeguato numero di modelli, a scelta del collaudatore. In tale occasione si procede secondo le seguenti indicazioni:
 - 1) piazzamento del modello secondo le indicazioni ricavate dal protocollo di restituzione: nel caso che gli scarti sui punti d'appoggio siano superiori a quelli massimi stabiliti nel C.S.A., il modello non è collaudabile e ne viene ordinato il completo rifacimento; nel caso che gli scarti sui punti d'appoggio siano inferiori o uguali a quelli stabiliti, si prosegue nel collaudo;
 - 2) esame generale dell'interpretazione planimetrica tramite la verifica distinta per ciascun tema: fabbricati, viabilità, acque, vegetazione, scarpate, ecc., al fine di controllare che i singoli particolari risultino convenientemente interpretati;
 - 3) controllo del riporto sulla minuta di restituzione della planimetria di almeno 40 particolari: le differenze da riscontrare sui punti ben individuabili non devono superare 0,40 m per il 90% dei punti e 0,60 m per il restante 10%;
 - 4) esame generale dell'orografia, verificando:
 - a) che le isoipse rappresentino adeguatamente il terreno;
 - b) che sia stata rispettata l'equidistanza nelle curve di livello;
 - c) che sia stata rispettata la densità delle quote nelle zone pianeggianti.
- 39.2 Dev'essere verificata anche la precisione metrica dell'altimetria tramite il controllo di almeno 40 quote di punti ben individuati. Le differenze devono essere contenute entro 0,30 m per il 90% delle quote controllate, ed entro 0,40 m per il restante 10%. Devono, inoltre, essere restituite il 5% circa delle curve di livello della coppia stereoscopica. Le differenze non devono superare, nelle aree di buona interpretazione: 0,50 m nelle zone di media pendenza e 0,80 m in quelle di forte pendenza.

Art. 40

ELABORATI DA CONSEGNARE AL TERMINE DELLE OPERAZIONI DI RESTITUZIONE

- 40.1 Al termine delle operazioni di restituzione e del relativo collaudo dovranno essere forniti i files di restituzione organizzati in fogli secondo il formato e le codifiche previste nella *Tavola dei contenuti* 3.6, allegato '1' al *Capitolato speciale* relativo al presente appalto.
- 40.2 Gli attributi degli oggetti geometrici che deriveranno dalle successive fasi di lavoro dovranno essere lasciati vuoti.
- 40.3 Su tali files non si procederà ad alcuna operazione di collaudo viene però richiesto, pena la non accettabilità dei files stessi e quindi della fase di restituzione:
 - 1) che vengano rispettate le tipologie previste (simboli, testi, linee ed aree) per ciascun codice;
 - 2) che venga eseguita la ricostruzione delle unità volumetriche dell'edificio.

CAPITOLO V

RICOGNIZIONE, TOPONOMASTICA, INTEGRAZIONE METRICA E QUALITATIVA, LIMITI AMMINISTRATIVI

Art. 41

GENERALITÀ - ORIGINALI DI RICOGNIZIONE

- 41.1 La ricognizione comprenderà la raccolta della toponomastica, l'integrazione metrica, la raccolta delle informazioni qualitative, il riporto e il controllo dei limiti amministrativi.

Art. 42

TOPONOMASTICA - NUMERI CIVICI

- 42.1 I toponimi, preliminarmente, sono dedotti da documenti esistenti, quali: cartografia IGM, mappe catastali, cartografia regionale, ultimo censimento ISTAT, elenchi stradali, ecc. I nomi così raccolti sono verificati e confermati con la ricognizione sul posto, durante la quale si deve anche provvedere all'opportuna integrazione. Tutta la toponomastica dev'essere trascritta nell'apposito stampato fornito dall'amministrazione, distinta per categorie geografiche: strade urbane e rete infrastrutturale, centri e nuclei abitati, quartieri urbani, case isolate, località e regioni geografiche, toponimi dell'idrografia, dell'orografia e morfologici.
- 42.2 La toponomastica deve essere riportata sul disegno della minuta di restituzione, nella posizione che il ricognitore avrà scelto per la scrittura dei vari toponimi.
- 42.3 I nomi delle strade sono riportati tutti. Nei casi in cui, per l'eccessiva densità della rete stradale, risulti difficile la scrittura del nome di alcune strade, si provvede assegnando un numero e riportando il corrispondente nome sul bordo del foglio.
- 42.4 Al termine delle operazioni, il ricognitore deve far convalidare i documenti concernenti la raccolta della toponomastica sottoponendoli all'esame degli uffici Statistica e Anagrafe delle amministrazioni comunali interessate per territorio. A tali uffici è demandato il controllo di tutta la toponomastica urbana e territoriale (qualità, presenza in carta, forme di scrittura) con particolare cura rivolta ai nomi di centri e nuclei abitati nonché a manufatti isolati.
- 42.5 Dovranno essere rilevati tutti i numeri civici riportati sulla viabilità pubblica. Ciascun numero civico dovrà essere individuato dalla posizione del centro dell'accesso (e non dalla posizione della targhetta). Nel caso di accessi privi di numero civico, essi dovranno essere comunque rilevati indicando "0" come numero civico. Nel caso che allo stesso accesso corrispondano più numeri civici, le stesse posizioni saranno ripetute per ogni numero civico presente.
- 42.6 La toponomastica dev'essere memorizzata con le modalità indicate nella *Tavola dei contenuti* 3.6.

Art. 43

INTEGRAZIONE METRICA E QUALITATIVA

- 43.1 L'integrazione metrica del rilievo è limitata esclusivamente alla determinazione della direzione delle linee elettriche principali, alla determinazione della larghezza delle gronde dei tetti degli edifici di cui non è stato possibile effettuare una sicura sgrondatura in fase di restituzione, alla definizione di tutto ciò che non è visibile sulle fotografie aeree per effetto della vegetazione, delle ombre, ecc., all'evidenziazione dei limiti di transitabilità (es. cancelli) e, infine, alla raccolta presso le Amministrazioni comunali dei percorsi sotterranei di passaggi pedonali e carrabili e dei corsi d'acqua sotterranei. La ricognizione non deve variare elementi geometrici definiti in restituzione; ogni eventuale deroga a questo punto dev'essere concordata con il DRC.
- 43.2 Tutte le rilevazioni sono riportate in rosso sopra una delle copie eliografiche della minuta di restituzione. Nei casi in cui, per ragioni di chiarezza, non sia possibile riportare sulla suddetta copia i rilievi di completamento, si provvede a disegnarli a parte in un apposito fascicolo dei completamenti.
- 43.3 Qualora in sede di ricognizione non risulti possibile accedere all'interno di determinate aree, le stesse devono essere evidenziate sulla copia di cui sopra e della non possibilità di ricognizione deve essere informato il DRC.
- 43.4 Il ricognitore deve evidenziare gli eventuali elementi territoriali, visibili sui fotogrammi, di cui non sia stata effettuata la restituzione. In tal caso occorre provvedere al nuovo piazzamento del modello e alla restituzione degli elementi mancanti.
- 43.5 Devono essere corretti gli errori di interpretazione commessi in fase di restituzione.

Art. 44

LIMITI AMMINISTRATIVI

- 44.1 I limiti amministrativi sono dedotti esclusivamente dalle mappe catastali. Il riporto di tali limiti sulla cartografia è effettuato cercando di far coincidere "al meglio" le due cartografie.
- 44.2 Nel caso in cui i limiti amministrativi, pur seguendo linee naturali o artificiali del terreno ben individuabili, non coincidano nella nuova cartografia con le linee suddette, le relative discordanze sono messe in evidenza sulla copia eliografica della minuta di restituzione. Di tali discordanze occorre informare il DRC.

Art. 45

RIPORTO DELLA RICOGNIZIONE ED EDITING

- 45.1 Tutti i dati metrici e qualitativi rilevati durante la ricognizione devono essere riportati, con precisione adeguata e con inchiostro rosso, nella minuta di restituzione.
- 45.2 Le integrazioni metriche e qualitative devono anche essere riportate sui dati memorizzati, in modo che quanto è memorizzato sia la copia fedele della situazione dopo la ricognizione.
- 45.3 Sui dati memorizzati provenienti sia dalla restituzione, sia dalla ricognizione, devono essere applicate le funzioni di ortogonalizzazione, parallelismo e allineamento necessarie a riportare in modo corretto, alla scala 1:2000, i particolari. Indipendentemente dal tipo di algoritmo utilizzato per eseguire le funzioni precedenti, gli spostamenti dei vertici dei particolari dalla posizione originaria alla posizione finale non devono superare la tolleranza planimetrica della carta di cui all'Art. 2.
- 45.4 La memorizzazione dei dati di ricognizione può avvenire introducendo le coordinate dei particolari oppure digitalizzando i particolari riportati sulla minuta di restituzione.
- 45.5 Le congruenze sono di tipo grafico, salvo quelle numeriche.
- 45.6 Si deve procedere alla memorizzazione della toponomastica secondo le modalità definite nella *Tavola dei contenuti* 3.6.
- 45.7 La strumentazione necessaria per la digitalizzazione e dei dati e per la loro correzione deve consistere di un sistema di elaborazione avente un videografico di adeguata risoluzione e un dispositivo di digitalizzazione avente una superficie utile non inferiore alla dimensione dell'intero foglio e con una risoluzione non inferiore a 0,2 mm. E' altresì consentita la memorizzazione raster della minuta di ricognizione ed il riporto dei particolari di ricognizione tramite la sovrapposizione della cartografia vettoriale con l'immagine raster opportunamente georeferenziata.

Art. 46

COLLAUDO DELLA RICOGNIZIONE

- 46.1 Il collaudo della ricognizione comporta:
- a) analisi delle minute di restituzione, sulle quali sono riportate le informazioni ricavate dalla ricognizione;
 - b) ripetizione di alcuni completamenti metrici onde controllarne la perfetta costruzione;
 - c) controllo della ricognizione sul terreno per circa il 10% della superficie rilevata, da eseguire dopo la fase del disegno e in concomitanza del collaudo metrico della carta.

CAPITOLO VI

FILES FINALI, DISEGNO E REVISIONE

Art. 47

FILES FINALI

- 47.1 La ditta, al termine delle operazioni di ricognizione ed editing, dovrà allestire i files finali di consegna secondo le specifiche informatiche descritte nella *Tavola dei contenuti 3.6*.
- 47.2 Su tali files la ditta dovrà provvedere ai controlli propri e tramite l'utilizzo di specifici programmi forniti dall'amministrazione ed alla correzione degli errori da essi segnalati.

Art. 48

DISEGNO E REVISIONE

- 48.1 Il collaudatore della parte informatica provvede, sulla base dei files finali di cui al precedente art. 47.1 forniti dalla ditta, all'esecuzione del disegno, eseguito su un plotter di adeguate precisioni, secondo le prescrizioni grafiche definite nella *Tavola dei contenuti 3.6*.
- 48.2 Sulla scorta dei documenti ed elaborati di cui alle fasi precedenti, la ditta deve effettuare la revisione del disegno. In particolare, si deve procedere ai seguenti controlli:
- riporto totale e fedele della restituzione e della ricognizione;
 - corrispondenza della toponomastica;
 - coerenza tra le quote dei punti isolati e le curve di livello, verificando altresì l'esatto andamento delle curve di livello nell'attraversamento di acque e di strade, nonché la rigorosa posizione e trascrizione dei PSR e altri punti noti;

Art. 49

COLLAUDO DEL DISEGNO

- 49.1 I collaudatori, utilizzando il disegno di cui all'Art. 48.1, effettueranno il relativo collaudo consistente nel:
- l'esame dei segni grafici, della simbologia, della scrittura dei numeri e dei toponimi in relazione alle prescrizioni in merito raccolte nel fascicolo *Tavola dei contenuti 3.6*;
 - il controllo del contenuto della minuta di restituzione, esaminando, in particolare, il riporto su questa di tutte le informazioni metriche e qualitative figuranti sugli elaborati di ricognizione e inserite (editing) nella memorizzazione dei dati;
 - la verifica del posizionamento e densità dei punti quotati;

Art. 50

CONTROLLO DEI FILES FINALI

- 50.1 Il collaudatore della parte informatica deve effettuare su tutti i file una serie di verifiche con l'ausilio di opportuni programmi e di stazioni grafiche e plotter. Tali verifiche comprendono, in relazione alla *Tavola dei contenuti 3.6*:
- controllo dell'organizzazione dei file;
 - verifica delle codifiche utilizzate e delle tipologie di entità;
 - verifica delle congruenze numeriche previste;
 - verifica della corretta definizione delle entità areali;
 - controllo degli attributi alfanumerici associati alle entità geometriche;
 - controllo della toponomastica memorizzata;
 - verifica dei contenuti planimetrici;
 - verifica della congruenza tra le quote riportate sul disegno e le quote dei particolari vicini;
 - verifica degli attacchi tra fogli adiacenti.

Art. 51

FORNITURE

- 51.1 La ditta al termine dei collaudi del disegno e dei files finali deve consegnare all'amministrazione:
- i protocolli e la minuta della restituzione;
 - la minuta della ricognizione;
 - le tabelle concernenti la raccolta dei toponimi, suddivise per foglio di mappa;
 - tutti gli originali ed elaborati di qualsiasi tipo utilizzati nel corso dell'appalto;
 - una copia dei supporti magnetici.
- 51.2 La consegna deve avvenire in Firenze nella sede della Regione Toscana, via di Novoli 26, alla pre-

senza del DRC o di suo delegato.

Art. 52
COLLAUDO FINALE

52.1 Il collaudo metrico e qualitativo da eseguirsi sul terreno comprende:

a) Controllo della planimetria.

Il controllo della planimetria deve interessare il 10% della superficie rilevata, dove, per ogni 100 ha del predetto 10%, devono essere misurate sul terreno, per mezzo di operazioni topografiche sufficientemente precise, almeno 50 distanze distribuite uniformemente tra le varie mappe e di regola nelle zone di attacco tra modelli contigui, delle quali 30 inferiori ai 100 metri, 15 tra i 100 e i 500 metri e 5 superiori ai 500 metri. In alternativa alle misure sopraindicate si possono determinare 15 punti ben individuati sulla carta e sul terreno. La determinazione di questi punti dev'essere fatta con misure sufficientemente precise, appoggiandosi ai punti di raffittimento e ai punti di appoggio dei modelli. Particolari controlli devono essere fatti nei centri abitati a mezzo di misure dirette di fabbricati, strade, ecc. Si deve inoltre rilevare, tramite misure di angoli e distanze, una piccola zona del centro urbano, anche con orientamento arbitrario; con i dati rilevati si costruirà su un supporto indeformabile trasparente la porzione di centro urbano, che dev'essere poi sovrapposto alla stessa zona della mappa per verificare se la forma e dimensione dei fabbricati è stata rilevata nelle precisioni richieste.

b) Controllo dell'altimetria.

Con le stesse modalità di cui al punto a) del presente articolo, nella stessa zona o in altra a scelta del collaudatore, si devono verificare le quote di almeno 30 punti ben individuabili sulla carta e sul terreno, distribuiti in modo uniforme sulla superficie del "campione" preso in esame.

52.2 Il giudizio sul lavoro preso in esame è regolato dalle seguenti norme:

a) il lavoro è collaudabile se il numero degli errori eccedenti la tolleranza fissata è inferiore al 5% delle misure effettuate e non sono stati riscontrate differenze superiori al doppio della tolleranza stessa;

b) in caso, invece, di risultati negativi superiori al 5% e inferiori al 10% delle misure eseguite, sempre contenuti entro il doppio della tolleranza, si procede a eseguire una nuova serie di misurazioni. Se la percentuale degli errori fuori tolleranza diminuisce, il lavoro è dichiarato collaudabile. Se, al contrario, la percentuale dei suddetti errori resta costante, la cartografia dev'essere contestata e l'impresa, su ordine di servizio del DRC, viene chiamata a provvedere al rifacimento della restituzione dell'altimetria o della planimetria o di entrambe.

52.3 Il collaudatore, infine, esegue la verifica qualitativa del rilievo, percorrendo e controllando a terra circa il 10% del territorio rilevato e segnando i particolari mancanti o male interpretati. Qualora vengano riscontrate differenze di notevole entità, saranno tempestivamente segnalate al DRC, che richiede all'impresa la ripetizione della ricognizione nelle zone risultate carenti.

52.4 Il certificato finale di collaudo dev'essere rilasciato entro il termine di due mesi, previo accertamento dell'eliminazione delle manchevolezze segnalate.

I N D I C E

CAPITOLO I - CARATTERISTICHE DELLA CARTA

Art. 1	Sistema di inquadramento, numerazione e caratteristiche dei fogli	p. 1
Art. 2	Tolleranze della carta	1

CAPITOLO II - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PRESA AEREA B/N

Art. 3	Caratteristiche del velivolo	2
Art. 4	Caratteristiche della camera da presa	2
Art. 5	Materiale sensibile per la presa	2
Art. 6	Piani, programma e grafici di volo	2
Art. 7	Scala, ricoprimento e stampa dei negativi	3
Art. 8	Stazione satellitare aviomontata	3
Art. 9	Collaudo della presa aerea	4
Art. 10	Forniture della presa aerea	4
Art. 11	Deposito del materiale fotografico	5

CAPITOLO III - RETE GEODETICA D'INQUADRAMENTO, RETI DI RAFFITTIMENTO E D'APPOGGIO, PUNTI STABILI DI RIFERIMENTO

Art. 12	Inquadramento geometrico	6
Art. 13	Progetto della rete planimetrica locale	6
Art. 14	Caratteristiche dei vertici della rete planimetrica locale	6
Art. 15	Misura e calcolo della rete planimetrica locale	6
Art. 16	Rilievi confinanti	7
Art. 17	Precisioni dei vertici della rete planimetrica locale	7
Art. 18	Progetto della rete altimetrica locale	7
Art. 19	Misura e calcolo della rete altimetrica locale	7
Art. 20	Precisioni della rete altimetrica locale	8
Art. 21	Punti di appoggio dei modelli aerofotogrammetrici	8
Art. 22	Punti di appoggio determinati direttamente sul terreno	8
Art. 23	Distribuzione e precisione dei PAF	8
Art. 24	Elaborati da consegnare al termine delle operazioni inerenti la rete geodetica di inquadramento, di raffittimento e di determinazione dei PAF	9
Art. 25	Collaudo della rete geodetica di raffittimento e di determinazione dei PAF	9
Art. 26	Punti di appoggio determinati con triangolazione aerea	9
Art. 27	Distribuzione dei punti di appoggio	10
Art. 28	Caratteristiche dei PAT	10
Art. 29	Precisioni dei PAT	10
Art. 30	Determinazione dei punti stabili di riferimento (PRS) mediante triangolazione aerea	10
Art. 31	Memorizzazione dei dati	11
Art. 32	Elaborati da consegnare al termine delle operazioni inerenti la triangolazione aerea	11
Art. 33	Collaudo della triangolazione aerea e della determinazione dei punti stabili di riferimento	11

CAPITOLO IV - RESTITUZIONE

Art. 34	Dotazione strumentale	12
Art. 35	Minuta di restituzione	12
Art. 36	Protocolli di restituzione	12
Art. 37	Modalità e precisioni di restituzione	13
Art. 38	Memorizzazione dei dati	13
Art. 39	Collaudo della restituzione	14
Art. 40	Elaborati da consegnare al termine delle operazioni di restituzione	14

CAPITOLO V - RICOGNIZIONE, TOPONOMASTICA, INTEGRAZIONE METRICA E QUALITATIVA, LIMITI AMMINISTRATIVI

Art. 41	Generalità - Originali di ricognizione	15
Art. 42	Toponomastica - Numeri civici	15
Art. 43	Integrazione metrica e qualitativa	15
Art. 44	Limiti amministrativi	16
Art. 45	Riporto della ricognizione ed etiting	16
Art. 46	Collaudo ricognizione	16

CAPITOLO VI - FILES FINALI, DISEGNO E REVISIONE

Art. 47	Files finali	17
Art. 48	Disegno e revisione	17
Art. 49	Collaudo del disegno	17
Art. 50	Controllo dei files finali	17
Art. 51	Forniture	17
Art. 52	Collaudo finale	18