

ALLEGATO 2

SPECIFICHE TECNICHE PER LA PRODUZIONE DEL DATABASE TOPOGRAFICO

Allegato 2 – I - Specifiche per il rilievo e la restituzione aerofotogrammetrica alle varie scale: 1:1.000/2.000 e 1:5.000/10.000

Allegato 2 – II - Specifiche per la restituzione aerofotogrammetrica alle scale 1:2.000 e 1:5.000 da Fotogrammi AGEA 2015

Sommario

ALLEGATO 2 – I	4
SPECIFICHE PER IL RILIEVO E LA RESTITUZIONE AEROFOTOGRAMMETRICA ALLE VARIE SCALE: 1:1000/2000 E 1:5000/10000	4
1. ASPETTI GENERALI	4
1.1 Premessa	4
1.2 Oggetto del lavoro	4
1.3 Sistema di riferimento	5
1.4 Definizione geometrica e contenuti	5
1.5 Modalità tecniche d'esecuzione	5
1.6 Tolleranze planimetriche ed altimetriche	5
1.7 Valori quadratici medi per le varie scale	6
1.8 Tolleranze di posizione di un punto	6
1.9 Tolleranze delle curve di livello	7
1.10 Limite di acquisizione	8
2. RIPRESA FOTOGRAMMETRICA	8
2.1 Caratteristiche del velivolo	8
2.2 Caratteristiche del materiale fotografico	8
2.3 Epoca del volo	10
2.4 Piano di volo	10

2.5	Materiale da consegnare al termine della ripresa fotogrammetrica	10
3.	INQUADRAMENTO, APPOGGIO E TRIANGOLAZIONE AEREA AUTOMATICA	11
3.1	Generalità	11
3.2	Inquadramento planimetrico ed altimetrico	11
3.3	Punti d'appoggio (Control points) e punti di controllo (check points)	11
3.4	Misura e calcolo della triangolazione aerea automatica	12
3.5	Materiale da consegnare al termine delle operazioni di appoggio fotogrammetrico	13
3.6	Materiale da consegnare al termine della triangolazione aerea	14
4.	RESTITUZIONE	14
4.1	Strumento restitutore	14
4.2	Caratteristica della restituzione	15
4.3	Sistema di restituzione	15
4.4	Operatore	15
4.5	Elementi da restituire	15
4.6	File di restituzione	16
4.7	Materiale da consegnare al termine della restituzione	16
5.	RICOGNIZIONE	17
5.1	Generalità	17
5.2	Integrazione metrica	17
5.3	Integrazione informativa	18
5.4	Raccolta di toponomastica e di altri elementi informativi	18
5.5	Originale di ricognizione	19
5.6	Materiale da consegnare al termine della ricognizione	19
6.	OPERAZIONI DI EDITING E STRUTTURAZIONE DEL DB TOPOGRAFICO	19
6.1	La fase di editing	19
6.2	Supporti di fornitura dei dati numerici nel corso dei lavori	21
6.3	Materiale da consegnare al termine dell'editing e della strutturazione del DB topografico	21
7.	VERIFICA DELLA PRODUZIONE	21
ALLEGATO 2 – I		22
SPECIFICHE PER LA RESTITUZIONE AEROFOTOGRAMMETRICA ALLE SCALE 1:2000 E 1:5000 DA FOTOGRAMMI AGEA 2015		22
8.	ASPETTI GENERALI	22
8.1	Premessa	22
8.2	Oggetto del lavoro	22
8.3	Sistema di riferimento	23
8.4	Definizione geometrica e contenuti	23
8.5	Modalità tecniche d'esecuzione	23

8.6	Tolleranze planimetriche ed altimetriche	23
8.7	Valori quadratici medi per le varie scale	24
8.8	Tolleranze di posizione di un punto	24
8.9	Tolleranze delle curve di livello	24
8.10	Limite di acquisizione	25
9.	RESTITUZIONE	25
9.1	Strumento restitutore	25
9.2	Caratteristica della restituzione	25
9.3	Sistema di restituzione	25
9.4	Operatore	26
9.5	Elementi da restituire	26
9.6	File di restituzione	26
9.7	Materiale da consegnare al termine della restituzione	27
10.	RICOGNIZIONE	27
10.1	Generalità	27
10.2	Integrazione metrica	27
10.3	Integrazione informativa	28
10.4	Raccolta di toponomastica e di altri elementi informativi	29
10.5	Originale di ricognizione	29
10.6	Materiale da consegnare al termine della ricognizione	30
11.	OPERAZIONI DI EDITING E STRUTTURAZIONE DEL DB TOPOGRAFICO	30
11.1	La fase di editing	30
11.2	Supporti di fornitura dei dati numerici nel corso dei lavori	31
11.3	Materiale da consegnare al termine dell'editing e della strutturazione del DB topografico	31
12.	VERIFICA DELLA PRODUZIONE	32

ALLEGATO 2 – I

SPECIFICHE PER IL RILIEVO E LA RESTITUZIONE AEROFOTOGRAMMETRICA ALLE VARIE SCALE: 1:1000/2000 E 1:5000/10000

1. ASPETTI GENERALI

1.1 Premessa

Le presenti specifiche tecniche hanno lo scopo di normare la produzione del database topografico con metodologia aerofotogrammetrica. Il riferimento costante è al DM 10.11.2011 "Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici" (Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 – Supplemento ordinario n. 37) e al documento "Catalogo dei dati territoriali - specifiche di contenuto per i db geotopografici" Versione 2.0 del 15 dicembre 2015 predisposto dal Gruppo di Lavoro 2 "DB Geotopografici" dell'Agenzia per l'Italia Digitale coordinato dal CISIS con il supporto della struttura tecnica del Comitato Permanente per i Sistemi Geografici. (http://www.rndt.gov.it/RNDT/home/images/Specifica_GdL2_09-05-2016.pdf).

Nella produzione è previsto che le ditte incaricate interagiscano con il Direttore Esecutivo del Contratto (nel seguito Direttore Esecutivo o DE), il quale a sua volta si rappresenterà con il Verificatore di Conformità (nel seguito Verificatore).

1.2 Oggetto del lavoro

Le presenti specifiche tecniche sono finalizzate alla produzione di un database topografico alla scala 1:1000 – 1:2000 e 1:5000 – 1:10000.

La modalità di generazione delle geometrie che devono supportare le altre informazioni è quella tipica della produzione cartografica, cioè la restituzione fotogrammetrica numerica diretta dei fotogrammi aerei. Non sono quindi considerate accettabili le operazioni di digitalizzazione di cartografie esistenti.

E' richiesto che la nuova produzione sia armonizzata con il database topografico confinante, rispettando i criteri generali definiti dalla differente scala di rilievo. A tal fine è richiesto che la restituzione sia estesa per un cm grafico circa all'esterno del perimetro del territorio rilevato. Tale estensione va inoltre definita in modo da evitare di interrompere in parti gli edifici, gli edifici minori ed i manufatti e, in particolare, di evitare di suddividere longitudinalmente strade, ferrovie, fiumi e altri oggetti.

Analoga attenzione va posta per le suddivisioni interne ad un lotto di produzione del DB topografico in parti a differente scala di rilievo. E' vincolante comunque l'armonizzazione fra le varie porzioni di territorio rilevate a differente scala nell'ambito del lotto per garantire la continuità geometrica e la consistenza topologica dei vari oggetti.

Il prodotto finale è costituito dal DB topografico caratterizzato dai contenuti elencati nel documento "Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali", Regione Lombardia 2017. Non presenta soluzioni di continuità nell'ambito del lotto complessivo di produzione prescindendo quindi dalla scala di rilievo tipica di singole porzioni di territorio.

La produzione dei file cartografici classici (CTR alla scala 1:10000 e cartografie alla scala 1:2000 e 1:5000) qualora prevista dovrà essere realizzata secondo le indicazioni di cui al documento "Database topografico: Specifiche di rappresentazione" Regione Lombardia 2017.

1.3 Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento geodetico da utilizzare è il sistema di riferimento ufficiale italiano cioè la realizzazione ETRF2000, all'epoca 2008.0, del Sistema di riferimento geodetico europeo ETRS89. La produzione deve essere eseguita nel derivato sistema cartografico UTM Fuso 32.

Il riferimento altimetrico è costituito dalla superficie dell'ellissoide WGS84 e dal riferimento altimetrico nazionale.

Sino alla determinazione dei punti d'appoggio dovrà sempre essere determinata sia la quota ellissoidica, sia la quota ortometrica sul livello medio del mare. Dal calcolo della triangolazione aerea automatica in poi, in particolare nella fase di stereorestituzione, dovrà essere impiegata la sola quota ortometrica.

Per la stima dell'ondulazione geoidica deve essere utilizzato il software "Convergo" reso disponibile da Regione Lombardia nella sezione trasformazione coordinate del Geoportale della Lombardia (<http://www.geoportale.regione.lombardia.it/trasformazioni-di-coordinate>) e i grigliati IGM resi disponibili da Regione stessa.

1.4 Definizione geometrica e contenuti

Il contenuto del database topografico è costituito dagli elementi di territorio di origine naturale o artificiale esistenti alla data della ripresa aerea e descritti nel documento "Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali".

Gli oggetti esistenti saranno digitalizzati secondo strutture a punti, linee, poligoni e testi e saranno geometricamente definiti da una terna di coordinate.

Tali coordinate devono ottenersi direttamente in forma numerica dal modello stereoscopico ricostruito mediante restitutore digitale, eventualmente da integrarsi successivamente, ma sempre direttamente in forma numerica, in fase di editing tramite idoneo rilievo in sito. Le coordinate ottenute nelle varie fasi di lavoro non devono essere mai troncate sino alla creazione dei file di consegna finale.

1.5 Modalità tecniche d'esecuzione

Le modalità tecniche con le quali dovrà essere eseguito il database topografico sono quelle proprie dell'aerofotogrammetria secondo le seguenti fasi:

- ◆ ripresa fotogrammetrica;
- ◆ inquadramento planimetrico e altimetrico, appoggio e triangolazione aerea automatica
- ◆ restituzione;
- ◆ ricognizione;
- ◆ editing grafico, strutturazione del database topografico e procedure di controllo
- ◆ predisposizione degli elaborati finali.

1.6 Tolleranze planimetriche ed altimetriche

Si definisce come "scarto" la differenza tra la coordinata nel database topografico (DBT) di un punto e il valore di riferimento di tale coordinata. Il valore di riferimento deve essere acquisito con una modalità operativa tale da garantire un livello di precisione di un ordine di grandezza più elevato rispetto a quello che ha generato la coordinata nel DBT. La risultante delle differenze in est e nord dà luogo allo "scarto planimetrico" e la differenza in quota corrisponde allo "scarto altimetrico".

Di seguito sono definiti i σ di riferimento, cioè i valori quadratici medi, per ciascuna scala di cartografia. La tolleranza per ciascuna scala di DBT è definita pari a 2σ . Si considera sempre la distribuzione degli scarti normale e quindi nella fase di verifica il 5% degli scarti in valore assoluto potranno essere superiori alle

tolleranze. Per avere ulteriore garanzia di qualità del dato, è prescritto che in nessun caso si possa superare il doppio di tale valore; lo scarto massimo accettabile, in valore assoluto, è quindi pari a 4σ .

I livelli di accuratezza previsti per le reti d'inquadramento non dipendono dalla scala di produzione del database topografico, come specificato nell'apposito paragrafo. Di conseguenza, per tale fase di lavorazione non si fa riferimento ai successivi paragrafi del presente capitolo.

1.7 Valori quadratici medi per le varie scale

Per quanto riguarda il contenuto planimetrico del DBT, il valore quadratico medio di riferimento per le varie scale è il seguente:

- ◆ per la scala 1:1000 $\sigma = \pm 0.30$ m
- ◆ per la scala 1:2000 $\sigma = \pm 0.60$ m
- ◆ per la scala 1:5000 $\sigma = \pm 1.50$ m
- ◆ per la scala 1:10000 $\sigma = \pm 3.00$ m

Per quanto riguarda il contenuto altimetrico del DBT, il valore quadratico medio di riferimento per le varie scale è il seguente:

- ◆ per la scala 1:1000 $\sigma = \pm 0.30$ m
- ◆ per la scala 1:2000 $\sigma = \pm 0.40$ m
- ◆ per la scala 1:5000 $\sigma = \pm 1.00$ m
- ◆ per la scala 1:10000 $\sigma = \pm 2.00$ m

1.8 Tolleranze di posizione di un punto

Per ogni scala di restituzione sono di seguito definiti i valori limite per la risultante degli scarti pari a 2σ , per il valore medio degli scarti pari a $1/2 \sigma$ e per la deviazione standard degli scarti pari a 1σ .

Sulla base delle coordinate $E'(p)$ e $N'(p)$ di un punto P ricavate dai file e le coordinate $E(p)$ e $N(p)$ dello stesso punto P ricavate sul terreno con criteri operativi tali per cui gli errori siano di gran lunga minori di quelli propri della restituzione fotogrammetrica, per punti ben definiti sul terreno, si dovrà verificare che:

- ◆ per la scala 1:1.000
 - per il 95% dei punti la risultante delle differenze in Est e in Nord sia inferiore a 0.60 m;
 - il valore medio delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.15 m;
 - la deviazione standard delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 0.30 m;
- ◆ per la scala 1:2.000
 - per il 95% dei punti la risultante delle differenze in Est e in Nord sia inferiore a 1.20 m;
 - il valore medio delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.30 m;
 - la deviazione standard delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 0.60 m.
- ◆ per la scala 1:5.000
 - per il 95% dei punti la risultante delle differenze in Est e in Nord sia inferiore a 3.00 m;
 - il valore medio delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.75 m;

- la deviazione standard delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 1.50 m;
- per la scala 1:10.000
- per il 95% dei punti la risultante delle differenze in Est e in Nord sia inferiore a 6.00 m;
- il valore medio delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni sia compreso fra ± 1.50 m;
- la deviazione standard delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 3.00 m.

Seguendo lo stesso approccio per la dimensione altimetrica, sulla base della coordinata altimetrica $Q'(p)$ di ogni vertice P costituente un oggetto del file di consegna (punto, linea o superficie) e della corrispondente coordinata $Q(p)$ dello stesso vertice P ricavate sul terreno con criteri operativi di precisione sopraindicati, per punti ben definiti sul terreno, si dovrà verificare che:

- per la scala 1:1000
- per il 95% dei punti il modulo della differenza in quota sia inferiore a 0.60 m;
- il valore medio delle differenze in quota fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.15 m;
- la deviazione standard delle differenze in quota fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 0.30 m;
- per la scala 1:2000
- per il 95% dei punti il modulo della differenza in quota sia inferiore a 0.80 m;
- il valore medio delle differenze in quota fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.20 m;
- la deviazione standard delle differenze in quota fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 0.40 m;
- per la scala 1:5000
- per il 95% dei punti il modulo della differenza in quota sia inferiore a 2.00 m;
- il valore medio delle differenze in quota fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.50 m;
- la deviazione standard delle differenze in quota fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 1.00 m;
- per la scala 1:10000
- per il 95% dei punti il modulo della differenza in quota sia inferiore a 4.00 m;
- il valore medio delle differenze in quota fra le due determinazioni sia compreso fra ± 1.00 m;
- la deviazione standard delle differenze in quota fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 2.00 m;

La statistica, sia altimetrica che planimetrica, dovrà essere effettuata su di un numero significativo di punti, come descritto nelle fasi di verifica.

1.9 Tolleranze delle curve di livello

Le curve di livello ad ogni scala di carta dovranno sempre garantire la congruenza geometrica con tutte le informazioni altimetriche derivanti dalla geometria degli oggetti restituiti.

La rappresentazione dell'andamento altimetrico del terreno mediante curve di livello verrà verificata, in fase di collaudo, ripetendo a campione l'operazione di restituzione fotogrammetrica.

La ripetizione di una curva di livello non dovrà mai dar luogo ad una nuova curva di livello che si discosti, rispetto alla curva di restituzione, più della metà dell'intervallo planimetrico tra la curva in oggetto e quella adiacente; pertanto la tolleranza viene stabilita pari alla metà dell'equidistanza tra le curve stesse.

Per le curve di livello sui terreni coperti da fitta vegetazione la tolleranza cresce fino al valore corrispondente alla metà dell'altezza media stimata della vegetazione.

1.10 Limite di acquisizione

Il limite di acquisizione stabilisce se un particolare deve essere rilevato ad una determinata scala di rilievo. Nella seguente tabella sono riassunti i valori soglia previsti:

	1:1.000	1:2.000	1:5.000	1:10.000
Punti	0.30 m	0.60 m	1.50 m	3.00 m
Linee	0.90 m	1.80 m	4.00 m	6.00 m
Larghezza area	0.60 m	1.20 m	3.00 m	5.00 m
Lunghezza area	0.60 m	1.20 m	3.00 m	5.00 m
Area	0.36 mq	1.44 mq	9.00 mq	25.00 mq

2. RIPRESA FOTOGRAMMETRICA

Le riprese aerofotogrammetriche dovranno essere eseguite a colori in formato digitale, dovranno ricoprire correttamente tutto il territorio da rilevare e dovranno avere tutti i requisiti propri della tecnica più aggiornata per l'esecuzione dei rilievi aerofotogrammetrici.

2.1 Caratteristiche del velivolo

Le riprese aeree fotogrammetriche oggetto dei lavori dovranno essere realizzate con velivolo adatto allo scopo.

Nella realizzazione del volo è fatto obbligo:

- del sistema di navigazione GPS per poter eseguire correttamente il piano di volo progettato;
- dell'utilizzo del sistema di compensazione del trascinamento (FMC o TDI);
- l'impiego del dispositivo inerziale per l'acquisizione delle componenti angolari di presa;
- l'impiego di GPS cinematico collegato in modo opportuno con la strumentazione di presa al fine di determinare le informazioni relative ai centri di presa.

Il sistema GPS/IMU deve essere dotato di input fotogrammetrico capace di memorizzare, tramite opportuna interfaccia, un impulso emesso dalla camera all'istante dello scatto; quest'ultimo va determinato con incertezza non superiore a 0.001 sec.

L'acquisizione dei dati GPS deve essere eseguita con una frequenza di misura superiore o uguale a 1 Hertz, con ricezione continua di almeno 5 satelliti e GDOP non superiore a 5.

Il sistema inerziale per la determinazione dei parametri angolari di orientamento esterno di ciascun fotogramma deve essere caratterizzato da e.q.m. non superiore a:

- 0.005° per ϕ e ω
- 0.008° per k

La determinazione dei centri di presa deve essere eseguita con l'ausilio a terra di almeno due ricevitori con le medesime caratteristiche di quelli di bordo o di due stazioni permanenti della RDN o della rete GPS regionale con intervallo di campionamento a 1 sec.

2.2 Caratteristiche del materiale fotografico

Sono da utilizzare camere aerofotogrammetriche digitale a frame di formato rettangolare, dotate di certificato di calibrazione.

Il sensore deve essere dotato di pixel con dimensioni non superiori ai 10 micron.

Le dimensioni del pixel al suolo (GSD) devono essere non superiori a:

- 10 cm per la scala 1:1.000
- 20 cm per la scala 1:2.000
- 45 cm per la scala 1:5.000
- 50 cm per la scala 1:10.000

La sensibilità stereoscopica deve sempre essere verificata rispettando la seguente relazione:

$$\frac{\text{base di presa}}{\text{altezza relativa di volo}} > 0.2$$

Il piano di volo deve essere eseguito nel rispetto di tale parametro.

In ogni caso:

- le variazioni degli elementi angolari di orientamento dei fotogrammi (ω , φ , κ), non dovranno mai superare i 5 gradi centesimali;
- il ricoprimento longitudinale fra fotogrammi di una stessa strisciata dovrà essere compreso fra il 55% e il 70%;
- il ricoprimento trasversale fra fotogrammi consecutivi della stessa strisciata non dovrà essere inferiore al 90%;
- il ricoprimento tra strisciate adiacenti dovrà essere superiore al 10%; è opportuno che non superi il 30%;
- in nessun punto dovranno comunque presentarsi soluzioni di continuità nella copertura stereoscopica delle zone assoggettate a ripresa.

Nel caso il volo sia da utilizzare anche per la produzione di ortofoto è possibile aumentare il ricoprimento longitudinale sino all'80%. In tale caso le verifiche della sensibilità stereoscopica prima ricordate sono da eseguirsi sui fotogrammi alterni; la restituzione sarà rigorosamente da eseguire utilizzando fotogrammi alterni.

Nel caso in cui il blocco fotogrammetrico sia molto esteso e comunque in tutti i casi in cui si eseguano sessioni di volo in giornate differenti, le porzioni di territorio volate nell'ambito della singola giornata devono essere il più possibile contigue (possibilmente adiacenti) in modo da garantire equivalenti condizioni di illuminazione ed analoghe geometrie per quanto riguarda le ombre, ciò al fine di consentire l'ottimale utilizzo della triangolazione aerea digitale.

Le strisciate devono essere realizzate con assi rettilinee e paralleli, le più lunghe possibili e con direzione est-ovest, a meno che le condizioni morfologiche del terreno o altri fattori locali non consiglino direzioni di volo diverse, comunque da concordare con il Direttore Esecutivo.

In aggiunta alla copertura di base, devono essere realizzate strisciate aventi l'asse parallelo all'andamento medio della linea di costa di grossi bacini in concomitanza di un'inclinazione di quest'ultima, rispetto alla direzione normale di volo, compresa tra i 30 e i 60 gradi; dette strisciate vanno eseguite in modo che almeno l'80% di ciascun fotogramma abbracci la terraferma (salvo deroghe, concordate con il Direttore Esecutivo, per situazioni particolari); analogamente, in funzione della morfologia del terreno e della scala media richiesta, occorre eseguire strisciate integrative in asse con l'impluvio principale in corrispondenza di profonde vallate.

E' richiesto siano eseguite due o più strisciate trasversali per irrigidire il blocco fotogrammetrico.

E' richiesto che il progetto di volo sia appositamente verificato in tal senso preventivamente all'esecuzione della ripresa aerea dal Direttore Esecutivo, sentito il Verificatore.

La Ditta Appaltatrice dovrà ripetere le riprese aeree per tutte quelle zone nelle quali le riprese stesse non dovessero presentare i requisiti qualitativi e metrici richiesti.

Nell'esecuzione dei rifacimenti dovrà essere posta la massima cura nel riaggancio tra le strisciate preesistenti ed i nuovi fotogrammi, da realizzarsi a mezzo dei previsti dispositivi di navigazione.

2.3 Epoca del volo

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 sessagesimali. Voli eseguiti in periodi con angolo di incidenza del sole inferiore a 30° gradi sono ammessi solo nel caso vi siano motivi particolari, dopo aver ricevuto la preventiva approvazione del Direttore Esecutivo.

I fotogrammi dovranno presentarsi nitidi e assolutamente privi di foschia, di nubi e, per quanto possibile, di copertura nevosa. Per quanto riguarda nevai perenni, ghiacciai e particolari territori di montagna, il DE con atto esplicito autorizzerà il sorvolo del territorio corrispondente.

E' necessario porre particolare attenzione nella scelta del periodo di volo e dell'ora di volo, anche in funzione della tipologia di vegetazione prevalente. La Ditta Appaltatrice deve prevedere di poter eseguire una corretta e completa costruzione del DBT anche nelle zone con fitta vegetazione; la presenza della vegetazione non può essere utilizzata come motivo per diminuire il livello di qualità metrica e interpretativa del prodotto finale.

2.4 Piano di volo

Prima di procedere all'esecuzione delle riprese aeree fotogrammetriche la Ditta dovrà predisporre il piano di volo sul quale, per ogni strisciata, dovranno essere indicati:

- ◆ l'asse della strisciata;
- ◆ la sua numerazione ipotizzata;
- ◆ la quota assoluta di volo prevista;
- ◆ la quota minima e la quota massima del terreno sorvolato;
- ◆ la posizione dei centri di presa
- ◆ la focale utilizzata e le dimensioni del pixel del sensore della camera fotogrammetrica
- ◆ i valori di GSD minimo e massimo

Il progetto deve essere consegnato in formato shape, in coordinate assolute, corredato da una relazione dettagliata nella quale vengono riportate le scelte operative effettuate.

Per la progettazione del piano di volo è richiesto l'uso di un DTM relativo all'area da rilevare e di idonei strumenti software di progetto.

Il piano di volo dovrà essere sottoposto all'approvazione del Direttore Esecutivo prima della realizzazione delle riprese.

2.5 Materiale da consegnare al termine della ripresa fotogrammetrica

La Ditta dovrà presentare a verifica tutta la documentazione relativa al volo fotogrammetrico eseguito, ed in particolare:

- ◆ dichiarazione della data (o delle date) di effettuazione del volo;
- ◆ certificati di taratura delle camere da presa;
- ◆ numero della strisciata
- ◆ numero del fotogramma
- ◆ coordinate dei centri di presa

- ◆ parametri angolari di orientamento esterno del fotogramma
- ◆ quadro d'unione in formato SHP dell'abbracciamento al suolo e dei punti di presa di ciascun fotogramma, con l'indicazione del limite dell'area da cartografare;
- ◆ file immagine in formato compresso concordato con il Direttore Esecutivo per la verifica della corretta copertura aerea e della qualità delle immagini
- ◆ relazione delle attività svolte, indicando il programma per il trattamento dei dati GPS e i supporti informatici usati per la consegna del materiale (contenuto di ciascun supporto e struttura delle cartelle per la memorizzazione dei file).

3. INQUADRAMENTO, APPOGGIO E TRIANGOLAZIONE AEREA AUTOMATICA

3.1 Generalità

Scopo della presente fase è la determinazione dei parametri di presa (posizione e orientamento) di tutti i fotogrammi costituenti la copertura fotogrammetrica.

E' in ogni caso necessario eseguire la triangolazione aerea automatica (TAA) prima di passare alla fase di restituzione; non è ammesso l'utilizzo in restituzione dei parametri di posizione e assetto ricavati in fase di ripresa aerea. Non è egualmente ammesso utilizzare programmi di triangolazione aerea che non eseguano automaticamente le misure dei punti di legame; sarà ovviamente possibile eseguire collimazioni manuali ad integrazione di quelle eseguite in modo automatico, lasciando traccia di ciò nei report di elaborazione.

3.2 Inquadramento planimetrico ed altimetrico

L'inquadramento planimetrico e altimetrico è costituito da:

- ◆ i vertici della rete IGM95;
- ◆ i capisaldi di livellazione dell'I.G.M.;
- ◆ i vertici di raffittimento della rete IGM95 eseguiti da Regione Lombardia;
- ◆ il servizio di stazioni permanenti.

Nel caso in cui sia necessario determinare ulteriori vertici di raffittimento, l'operazione di materializzazione, misura e calcolo deve seguire le regole esposte nel documento "Specifiche tecniche per il raffittimento della rete IGM95"

(link:[http://centrointerregionale-gis.it/public/reti/Raffitt_GPS_160701\[1\].pdf](http://centrointerregionale-gis.it/public/reti/Raffitt_GPS_160701[1].pdf)).

La Ditta appaltatrice deve recuperare le monografie di tutti i punti di inquadramento e di raffittimento coinvolti nel lavoro, presso la Regione o presso l'IGM.

3.3 Punti d'appoggio (Control points) e punti di controllo (check points)

I punti d'appoggio e di controllo dovranno essere in numero e posizione adeguati alla soluzione della triangolazione aerea automatica, con l'accuratezza richiesta. A tale scopo è richiesto un progetto di determinazione dei punti d'appoggio e di controllo da fare approvare alla Direzione Esecutiva, sentito il parere del Verificatore di qualità.

I punti di appoggio sono da utilizzare per vincolare a terra le osservazioni della triangolazione aerea; i punti di controllo sono invece da utilizzare per verificare se gli orientamenti dei fotogrammi così ottenuti sono congruenti anche per punti noti a terra che non sono stati utilizzati nel calcolo della triangolazione aerea.

I punti di controllo devono essere almeno il 20% dei punti d'appoggio. Essi quindi non sono da inserire come elementi noti nella fase di calcolo della TAA ma hanno lo scopo di permettere la verifica del corretto risultato della stessa.

E' richiesto siano posizionati almeno due punti d'appoggio in ciascuna delle zone di intersezione tra le strisciate perimetrali e quelle trasversali. E' inoltre indicativamente da determinare un punto d'appoggio ogni 8 modelli, a strisciate alterne.

Possono essere utilizzati punti d'appoggio esistenti nell'area in oggetto, punti geodetici di inquadramento e raffittimento aventi le caratteristiche di collimabilità planimetrica e/o altimetrica, purché soddisfino le caratteristiche richieste di precisione e di consistenza.

I punti di appoggio e di controllo di nuova determinazione sono da determinare con metodologia GPS sulla base dei vertici di inquadramento planimetrico e altimetrico. La loro determinazione deve avere una accuratezza adeguata al calcolo della TAA.

A tale scopo si consiglia di utilizzare il servizio di posizionamento di Regione Lombardia, con l'impiego di ricevitori a doppia frequenza.

Tutti i punti di appoggio e di controllo debbono essere determinati con sqm planimetrici e altimetrici inferiori a ± 8 cm per tutte le scale di restituzione. Tale accuratezza deve essere documentata assieme alle altre indicazioni in una apposita relazione da consegnare alla Direzione Esecutiva assieme al calcolo della TAA, da cui emerga:

- ◆ il ricoprimento a terra dei fotogrammi
- ◆ il numero identificativo di ogni fotogramma
- ◆ la posizione dei vertici di inquadramento utilizzati
- ◆ la posizione dei punti di appoggio e controllo utilizzati nella TAA
- ◆ la monografia di tali punti di appoggio e controllo
- ◆ la collimabilità di tali punti sui fotogrammi in cui sono visibili
- ◆ la documentazione che attesti il livello di accuratezza con cui sono determinate le coordinate di tali punti, nel rispetto dei limiti di precisione prima indicati

3.4 Misura e calcolo della triangolazione aerea automatica

Le misure per la TAA dovranno essere eseguite con adeguata strumentazione digitale. Le misure dovranno essere eseguite in modo automatico, tranne quelle dedicate ai punti di appoggio e controllo e a eventuali collimazioni integrative di punti di legame per irrigidire lo schema di collegamento.

Nella TAA la scelta e la misura dei punti di legame è eseguita in automatico dal programma; è però necessario che esistano almeno 15 punti di legame, ben distribuiti, per fotogramma. Nel caso non sia raggiunto in modo automatico tale numero, si deve integrare la TAA con osservazioni manuali.

Le coordinate dei centri di presa e l'assetto della camera determinati in fase di presa fotogrammetrica sono da utilizzare come dati di input nel calcolo della TAA.

Il calcolo della TAA deve essere eseguito con programma rigoroso ai minimi quadrati per stelle proiettive. Non sono accettati programmi di calcolo che risolvano la triangolazione aerea con una compensazione empirica.

Dai report di elaborazione dovranno risultare evidenti:

- ◆ le coordinate di ingresso e di uscita del calcolo di compensazione
- ◆ gli scarti sulle coordinate dei punti di appoggio e dei punti di controllo, dopo la compensazione
- ◆ il valore di sigma zero in planimetria e altimetria a posteriori
- ◆ il sigma zero finale del sistema risolvante

- ◆ i parametri di orientamento esterno dei fotogrammi
- ◆ il numero di punti di legame per ciascun fotogramma
- ◆ il numero di collimazioni e i relativi fotogrammi per ciascun punto di legame
- ◆ le coordinate compensate dei punti di legame e i relativi sqm
- ◆ i punti di appoggio eventualmente scartati in fase di elaborazione e la loro posizione all'interno del blocco

Il risultato della T.A. sarà considerato positivo se:

- ◆ tutti gli scarti residui sui punti d'appoggio saranno inferiori, in modulo, a:
 - 15 cm in planimetria e a 10 cm in quota per DB alla scala 1:1.000;
 - 25 cm in planimetria e a 20 cm in quota per DB alla scala 1:2.000;
 - 40 cm in planimetria e a 30 cm in quota per DB alla scala 1:5.000;
 - 60 cm in planimetria e a 40 cm in quota per DB alla scala 1:10.000;
- ◆ gli scarti sui punti di controllo non devono risultare superiori al doppio del valore dello scarto ammissibile sui punti di appoggio
- ◆ gli sqm dei punti di legame nelle tre componenti, in modulo, risulteranno inferiori a:
 - 10 cm per DB alla scala 1:1.000;
 - 20 cm per DB alla scala 1:2.000;
 - 30 cm per DB alla scala 1:5.000;
 - 45 cm per DB alla scala 1:10.000;
- ◆ l'errore standard risultante dalla compensazione non deve superare $\pm 7 \mu\text{m}$ (errore quadratico medio delle coordinate immagine).

Il calcolo della triangolazione aerea deve essere eseguito in coordinate UTM; la quota da impiegare è la quota ortometrica.

La verifica delle sopra citate tolleranze deve tener conto delle geometrie di determinazione dei punti di legame soprattutto quando essi derivano da strisciate a quote di volo differenti e con centri di presa pressoché sovrapposti.

3.5 Materiale da consegnare al termine delle operazioni di appoggio fotogrammetrico

Per tutti i punti d'appoggio dovrà essere redatta una monografia informatizzata, in formato da concordare preventivamente con la Direzione Esecutiva, con i seguenti elementi:

- ◆ codice univoco del punto (correlato al Comune e/o all'elemento cartografico nel cui territorio esso ricade);
- ◆ coordinate E, N e coordinate ϕ, λ ;
- ◆ quota ortometrica e quota ellissoidica;
- ◆ estratto di cartografia con la localizzazione del punto;
- ◆ uno schizzo od una immagine per il riconoscimento del particolare;
- ◆ fotografia del punto con in evidenza il ricevitore GPS durante le operazioni di misura;
- ◆ data di redazione della monografia e nome della Ditta esecutrice;
- ◆ descrizione del punto e del suo immediato circondario.

La Ditta dovrà presentare a verifica tutta la documentazione relativa allo schema della rete d'appoggio eventualmente eseguita, ed in particolare:

- le monografie, in formato cartaceo e digitale, di tutti i vertici e i capisaldi coinvolti nella fase di inquadramento;
- file in formato SHP con le informazioni relative alla disposizione dei punti d'appoggio, ai vertici di inquadramento altimetrico e planimetrico coinvolti, alle baseline misurate;
- tutti i file di elaborazione delle baseline misurate, con i parametri significativi che permettano di individuare l'ora di inizio e di fine della sessione di misura, i satelliti collegati, i parametri di bontà delle misure (PDOP, ecc.), i risultati della elaborazione con sqm e matrice di varianza/covarianza;
- tutti i file di calcolo relativi alle varie elaborazioni richieste, completi degli elementi necessari a valutare l'imposizione del vincolo, la precisione ottenuta e gli scarti residui su tutte le baseline;
- i file che evidenzino le trasformazioni nei differenti sistemi di riferimento;

Il materiale dovrà essere corredato da una breve relazione illustrativa sulle operazioni eseguite e sui risultati ottenuti.

Eventualmente, su richiesta del DE, sentito il Verificatore, la Ditta dovrà mettere a disposizione, per l'esecuzione di elaborazioni di controllo, il software utilizzato e tutti i dati originali acquisiti in campagna.

Sarà cura esclusiva della Ditta verificare e certificare al termine delle operazioni che tutti i dati siano stati prodotti nel rispetto delle specifiche indicazioni prescritte dalle case costruttrici per l'utilizzazione delle strumentazioni impiegate.

Il risultato dovrà garantire le precisioni previste dal capitolato per quanto riguarda gli sqm dei punti determinati.

3.6 Materiale da consegnare al termine della triangolazione aerea

Al termine delle operazioni di triangolazione aerea dovranno essere consegnati a verifica i seguenti documenti:

- lo schema del blocco utilizzato (da produrre ad integrazione dell'equivalente schema previsto per la fase di appoggio, precedentemente descritto) con l'indicazione dei punti di appoggio e dei punti di legame impiegati;
- file in formato SHP con indicazione delle posizioni dei punti di appoggio e legame con gli attributi relativi a scarti residui e/o sqm;
- il risultato della compensazione delle osservazioni di triangolazione aerea che metta in evidenza quanto richiesto al punto 3.4;
- una breve relazione illustrativa che descriva il programma di calcolo e compensazione utilizzato con l'indicazione del significato delle varie tabelle, delle relative unità di misura, delle sigle e/o di eventuali particolari codifiche presenti nei tabulati prodotti e che illustri sinteticamente, possibilmente anche in modalità grafica, i risultati conseguiti nonché il numero e la posizione dei punti di appoggio e/o legame eliminati.

Nel caso di grossi blocchi di triangolazione aerea automatica è richiesto che la ditta metta a disposizione tutti gli elaborati di calcolo presso la propria sede, in modo da poter verificare, in modo interattivo con il sistema, la completezza e rigidità dei legami eseguiti in fase di misura ed il corrispondente risultato di calcolo.

4. RESTITUZIONE

4.1 Strumento restitutore

La restituzione dovrà essere eseguita esclusivamente mediante restitutore digitale.

E' richiesto si operi con la sovrapposizione della geometria restituita alla visione tridimensionale derivante dal volo fotogrammetrico. Le caratteristiche di hardware (compreso il video) e software devono essere adeguate alla gestione di immagini di grandi dimensioni. L'operatore deve essere abile all'utilizzo dei più aggiornati sistemi digitali di restituzione.

4.2 Caratteristica della restituzione

La Ditta dovrà eseguire ex novo la restituzione fotogrammetrica numerica diretta del territorio.

E' vietato acquisire in forma numerica, mediante digitalizzazione, cartografia già esistente.

Per la restituzione devono essere utilizzati i parametri di orientamento calcolati nella TAA; nel caso l'osservazione del modello stereoscopico evidenzii parallassi trasversali residue è necessario segnalare tempestivamente la DE per convenire la prassi più opportuna per risolvere il problema.

I raccordi fra elementi corrispondenti nelle diverse scale devono essere risolti in un ambito territoriale di circa 1 cm alla scala nominale.

La strumentazione digitale deve permettere l'editing e le correzioni in linea, durante l'osservazione stereoscopica del modello fotogrammetrico.

4.3 Sistema di restituzione

La Ditta provvederà autonomamente alla predisposizione del proprio sistema di stereorestituzione numerica, e comunicherà alla DE:

- ◆ le tabelle delle codifiche assegnate ai vari elementi da restituire; le codifiche e la struttura dati prescelte potranno anche non corrispondere a quelle richieste per i file finali di trasferimento, ma dovranno garantire almeno lo stesso contenuto informativo;
- ◆ le librerie dei simboli e delle linee usate per la rappresentazione grafica su video o plotter; fin da questa fase preliminare è raccomandato l'uso di simboli e graficismi conformi a quanto prescritto, per gli elaborati finali;
- ◆ i criteri per l'acquisizione delle linee curve in automatico, ed i relativi parametri, per garantire il rispetto delle tolleranze richieste;

In fase di restituzione sono da utilizzare con estrema attenzione algoritmi di ortogonalizzazione o di parallelismo; gli automatismi impostati su tali algoritmi sono in generale sconsigliati e possono più opportunamente essere utilizzati, con estrema cautela, nella fase di editing, in modo da poter eventualmente regolarizzare le geometrie dai file di restituzione.

4.4 Operatore

L'operatore allo strumento restitutore dovrà possedere esperienza ed abilità sufficienti per eseguire le operazioni di restituzione numerica o digitale e di fotointerpretazione delle fotografie aeree.

La restituzione, ancorché eseguita da operatori diversi e su strumenti diversi, dovrà presentare un'assoluta omogeneità di contenuto e di geometria dei particolari restituiti.

E' nella facoltà della DE con l'ausilio del Verificatore controllare operativamente la qualità degli operatori, soprattutto per quanto riguarda la sensibilità di osservazione stereoscopica.

4.5 Elementi da restituire

Circa la qualità e la quantità degli elementi naturali ed artificiali del territorio da restituire, ci si dovrà attenere a quanto dettagliatamente esposto nel documento Database topografico: "Specifiche di

contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e opzionali”, che identifica strati, temi, classi e attributi richiesti e all’offerta della ditta.

Tutte quelle linee di dubbia identificazione, la cui definizione è demandata alla successiva fase di ricognizione, dovranno essere memorizzate con codice particolare, tale da permetterne una immediata identificazione nelle successive fasi di ricognizione e editing. Verranno evidenziate, con eventuali osservazioni del restituitista, le aree in cui è necessaria l’integrazione mediante ricognizione.

La quota dei vertici che costituiscono la spezzata che rappresenta cartograficamente ciascun oggetto dovrà essere riferita al suolo (ad esclusione delle coperture, delle falde, delle tettoie e di quanto non fisicamente appoggiato al terreno). Ciò significa che ai vertici della spezzata che descrivono l’andamento planimetrico di tali elementi, verrà attribuita la quota al piede della struttura, cioè quella che corrisponde all’intersezione della struttura con il piano calpestio ad essa adiacente. Qualora il piede della struttura non sia stereoscopicamente collimabile, la sua quota verrà determinata in sede di restituzione in funzione del più vicino punto al suolo stereoscopicamente collimabile.

La densità media per decimetro quadrato di rappresentazione cartografica dei punti quotati dovrà essere di almeno cinque punti nelle zone tradizionalmente descritte con le curve di livello (pendenza media del terreno superiore al 3%) e di almeno quindici nel restanti territori. Le curve di livello saranno da restituire secondo i canoni cartografici con equidistanza pari a 1/1000 della scala di restituzione. Per garantire la rappresentatività alla scala 1:5000 dei territori rilevati alla scala 1:2000, in tali aree è richiesto siano restituite anche le curve di livello corrispondenti alle quote ai 5 m (ad esempio per le quote 125 m, 135 m, 145 m ecc ...).

4.6 File di restituzione

I file di restituzione costituiscono il risultato numerico della fase di restituzione e sono strettamente connessi al particolare sistema utilizzato dalla Ditta; sono pertanto considerati file di lavoro della Ditta stessa.

Essi non vengono assoggettati a particolari restrizioni per il formato dei record.

I file di restituzione dovranno essere messi a disposizione del Verificatore per le operazioni di controllo della restituzione e successivamente conservati fino alla conclusione del lavoro.

Questi file fanno parte del materiale di consegna della fase di restituzione; per essi il formato di trasferimento previsto è il formato DXF, con opportuna libreria dei codici associati, a meno di differenti accordi da verificare con la DE.

Essi dovranno essere leggibili in chiaro e visualizzabili sia mediante il sistema di acquisizione che mediante quello di editing grafico presenti presso la Ditta, e consentire le specifiche operazioni di verifica prescritte.

Dovranno essere riportate anche le curve di livello, ottenute in restituzione, in modo da verificarne la correttezza e la congruità con gli altri elementi restituiti.

4.7 Materiale da consegnare al termine della restituzione

Al termine delle operazioni di restituzione dovranno essere consegnati alle verifiche di qualità, oltre ai file di restituzione, i seguenti documenti:

- un grafico a scala adeguata che riporti la copertura dei singoli modelli utilizzati in restituzione con la relativa numerazione;
- un file grafico con il contenuto dei file di restituzione che riporti le annotazioni apportate dal restituitista relativamente alle zone di incerta o difficoltosa restituzione e/o identificazione.
- i file di restituzione in formato DXF (o nel formato eventualmente convenuto con la DE) secondo la strutturazione utilizzata dalla Ditta.

5. RICOGNIZIONE

5.1 Generalità

La ricognizione sul terreno comprenderà:

- ◆ l'integrazione metrica;
- ◆ la ricognizione informativa;
- ◆ la raccolta della toponomastica e di quanto necessario alla costruzione del database topografico.

Non è richiesta l'integrazione relativa alle variazioni intervenute sul territorio dalla data del volo al momento della ricognizione stessa, a meno di casi eccezionali da concordare, anche amministrativamente con la DE.

Come supporto, per le note di ricognizione deve essere impiegata una copia su carta del file di restituzione, con riportate le annotazioni precedentemente rilevate attraverso le analisi sopraindicate. Eventuali supporti informatici per eseguire la ricognizione devono poter permettere la verifica di quanto eseguito con modalità da convenire preventivamente con la DE.

E' opportuno che alcune informazioni (quali ad esempio la destinazione d'uso di edifici, gli identificativi ufficiali del reticolo idrico, eccetera) siano recuperate dalla Ditta a partire da banche dati esistenti e certificate (DB tematici, società di servizi, ufficio anagrafe, banche dati regionali, ecc..), in modo da evitare la generazione di dati incongruenti con archivi esistenti.

5.2 Integrazione metrica

I punti rilevati dovranno possedere tutte le caratteristiche di precisione richieste per gli altri punti del database, comprese quelle di posizionamento assoluto.

L'integrazione metrica deve essere eseguita per integrare le informazioni desumibili dall'esplorazione del modello stereoscopico con quelle in esso non riconoscibili (coperte da ombre, vegetazione o altro).

Per le scale 1:1000 e 1:2000 l'integrazione metrica verrà realizzata mediante il rilevamento diretto sul terreno a mezzo di operazioni topografiche ordinarie, tali da garantire il rispetto delle tolleranze previste, per tutte quelle porzioni di territorio per le quali, in fase di restituzione, non sia stato possibile disporre di elementi sufficienti per una corretta rappresentazione, cioè:

- ◆ i particolari rimasti defilati alla presa;
- ◆ i particolari mascherati dalla vegetazione;
- ◆ i loggiati, i porticati e ogni passaggio o apertura in genere, a cielo coperto ed aperti al pubblico;
- ◆ altri particolari segnalati dal restituitista perché non sufficientemente chiari;
- ◆ le sgrondature.

Inoltre, per la scala 1:1.000/2.000, la ditta appaltatrice dovrà acquisire gli elementi che consentano di effettuare il posizionamento delle dividenti perimetrali fra gli edifici, in particolare in relazione alle differenze di tipologia, epoca di costruzione e destinazione d'uso.

Alla scala 1:1.000/2.000 la ricognizione deve essere eseguita esplorando tassativamente a piedi il territorio, per rilevare le informazioni e le geometrie necessarie. Nelle operazioni di rilievo topografico sul terreno devono essere registrati e conservati i valori numerici delle misure o meglio, se disponibili, quelli delle coordinate dei punti battuti, in modo che l'inserimento dei nuovi elementi nel file di restituzione avvenga in forma numerica, senza decadimento della precisione originale.

Alla scala 1:5.000/10.000 le informazioni da ricognizione possono essere recuperate nelle modalità operative più opportune (anche su auto, con video riprese o altro) sempre però mediante confronto diretto con l'esistente.

La diffusione dell'impiego di fonti informative già esistenti e fruibili (street view e similari) non è vietato; si ricorda però che le informazioni da inserire nel DBT devono essere quelle esistenti sul terreno alla data del rilievo di ricognizione.

5.3 Integrazione informativa

Dal punto di vista informativo la ricognizione, attraverso le modalità precedentemente indicate, dovrà, in funzione delle diverse scale:

- correggere gli errori interpretativi commessi in fase di restituzione;
- integrare gli attributi previsti nelle Specifiche di contenuto digitale da rilevamento;
- rilevare le destinazioni d'uso degli edifici di importanza essenziale per la comunità;
- definire l'andamento di elementi parzialmente sotterranei (canali, rogge, gallerie, corsi d'acqua naturali tombinati...)
- dirimere i dubbi interpretativi segnalati dal restituitista;
- individuare le aree a pavimentazione omogenea per le aree di circolazione veicolare, pedonale, ciclabile;

La ricognizione è opportuno sia eseguita con minute di restituzione stampate in modo tale da rendere già confrontabili gli aspetti interpretativi di ciascun oggetto. E' consigliabile inoltre predisporre schemi di raccolta dati sul terreno adeguati alla più aggiornata tecnologia (supportati da palmari e strumenti similari) in modo da evitare il più possibile la riscrittura di informazioni rilevate in ricognizione ed editate nella successiva fase di organizzazione dei dati finali di consegna. Altrettanto utili si sono dimostrate in recenti esperienze le video riprese eseguite da automezzo, che si muove a bassa velocità (20 – 40 km/h) su tutte le strade, con angolo di ripresa leggermente inclinato verso il lato destro e verso il basso.

L'operazione di ricognizione è da considerarsi essenziale al raggiungimento dei requisiti di qualità richiesti ad un DB topografico. E' quindi importante che sia eseguita in modo ordinato e metodico. Alcune informazioni particolari è opportuno siano acquisite con una operazione sul terreno indipendente rispetto alla prima fase di rilievo a tappeto delle informazioni di base del DB topografico.

Si richiede quindi che la fase di ricognizione sia suddivisa in due differenti momenti:

- una prima esplorazione diretta del territorio per l'eventuale integrazione metrica, per l'integrazione informativa e per la raccolta di tutto quanto necessario al database topografico;
- una seconda esplorazione del territorio esclusivamente dedicata alla verifica della toponomastica stradale e alla verifica delle eventuali incongruenze di quanto rilevato alla prima esplorazione.

E' quindi opportuno avviare una serie di intelligenti verifiche con strumenti Gis del dato rilevato alla prima esplorazione, da concordare preventivamente con il DE. E' opportuno che alcune informazioni (quali ad esempio la destinazione d'uso di edifici, ecc...) siano recuperate dalla Ditta incaricata a partire da banche dati esistenti e certificate (DB tematici, società di servizi, ufficio anagrafe, ecc..) e siano poi verificate sul terreno durante la ricognizione, in modo da evitare la generazione di dati incongruenti con archivi esistenti. In particolare si suggerisce di riferirsi ai dati resi disponibili nel Geoportale di Regione Lombardia: Reticolo Idrografico regionale unificato (RIRU), Uso del suolo (DUSAF), scuole, ospedali, fiere, limiti amministrativi comunali. Inoltre il committente renderà disponibile l'elenco non georeferenziato dei nomi delle strade di ogni comune che, in caso di fornitura della toponomastica stradale, dovrà essere utilizzato per la compilazione dei toponimi riferiti ai diversi tratti stradali.

5.4 Raccolta di toponomastica e di altri elementi informativi

Qualora la ditta fornisca la toponomastica, (toponimi e località significative e scritte cartografiche) la stessa è tenuta a raccogliere tutta la toponomastica riguardante l'orografia, l'idrografia, la viabilità, le località e

le opere artificiali del territorio cartografato e tutti i toponimi relativi alla casistica prevista nel database topografico.

Questa dovrà essere ricavata sia da documenti ufficiali esistenti, sopra indicati, sia da informazioni raccolte sul luogo in fase di ricognizione.

Si raccomanda alla Ditta di eseguire ricerche approfondite nelle sedi appropriate che normalmente sono già in possesso di una serie di elementi di qualità certa che devono quindi esclusivamente essere riportati nel database topografico.

Sempre in questa fase la Ditta interagendo con la DE dovrà altresì raccogliere i dati necessari alle informazioni richieste nel database, soprattutto per ciò che concerne gli impianti di importanza territoriale e i servizi principali (ospedali, scuole, zone fieristiche, ecc..).

E' compito della Ditta rilevare i versi di scorrimento delle acque nelle rogge e nei canali (aperti o coperti) del territorio cartografato, al fine di permettere nella fase di editing di definire il livello di informazioni specifico per l'idrografia.

5.5 Originale di ricognizione

Quale supporto per il riporto delle risultanze della ricognizione si utilizzeranno gli elaborati grafici prodotti al termine della restituzione. Le integrazioni metriche e informative di cui sopra dovranno essere riportate su due distinte copie: sulla prima dovranno figurare soltanto la toponomastica, qualora fornita dalla ditta, ed i limiti amministrativi, sull'altra ogni altro elemento.

L'insieme di questi due documenti costituirà "l'originale di ricognizione". Tale documento dovrà essere verificato secondo le specifiche di seguito indicate e dovrà quindi rigorosamente essere redatto con simbologia e colori ben identificabili distinguendo le integrazioni metriche da quelle informative.

E' anche richiesto che la Ditta tenga traccia delle risultanze delle analisi preventive eseguite sulla struttura dati di restituzione e sulle cartografie esistenti, per poter eseguire la corrispondente verifica di qualità.

5.6 Materiale da consegnare al termine della ricognizione

Al termine della fase di ricognizione dovrà essere messo a disposizione del Verificatore il seguente materiale:

- ◆ originale delle minute di ricognizione;
- ◆ i libretti di campagna delle misure topografiche resesi eventualmente necessarie;
- ◆ il materiale relativo alle pre-verifiche topologiche e al confronto con le cartografie esistenti;
- ◆ libretto e grafico della toponomastica, qualora fornita

6. OPERAZIONI DI EDITING E STRUTTURAZIONE DEL DB TOPOGRAFICO

6.1 La fase di editing

L'editing grafico ed alfanumerico deve consentire all'operatore di eseguire, sul file di restituzione, tutti gli interventi di modifica, integrazione, cancellazione, controllo, eccetera, allo scopo di:

- ◆ tener conto di quelle indicazioni che il restituitista, mediante segni grafici o espliciti messaggi, ha apposto sulla minuta di restituzione;
- ◆ 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, se fornita, e le

altre informazioni richieste nel database topografico, ricostruire le congruenze prescritte nel “Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali”, integrando le informazioni comunque acquisite in restituzione;

- effettuare la ricostruzione delle congruenze geometriche, l’organizzazione dei dati e la strutturazione dei file finali, come descritto nelle citate specifiche;
- eseguire l’armonizzazione geometrica fra oggetti di DB topografico rilevati a scale differenti o con oggetti di DB topografici esistenti. Nell’eseguire l’armonizzazione si devono tenere in considerazione le priorità definite dall’accuratezza legata alla scala di rilievo; è sempre la scala più piccola che deve essere armonizzata sulla più grande.

La Ditta dovrà comunicare al Direttore Esecutivo, prima dell'inizio della fase di editing, mediante una relazione tecnica dettagliata:

- le caratteristiche della strumentazione;
- le caratteristiche dell'hardware;

Le procedure software da utilizzare sono quelle del GeoUML Validator, caricato delle Specifiche di contenuto del rilevamento

Gli specifici interventi da eseguire in fase di editing per ottenere il database topografico richiesto devono essere accuratamente studiati dalla Ditta incaricata.

Si sottolinea che tutte le richieste esplicitate nel documento “Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali” saranno accuratamente controllate su tutta la banca dati attraverso le procedure automatiche.

Il database che si configura nel presente appalto è concepito nella sua strutturazione logica informativa; il tradizionale prodotto cartografico (in formato PDF, TIF o equivalente) è esclusivamente uno dei prodotti derivabili. L’esito cartografico del Database topografico dovrà essere impostato sulle simbologie previste da Regione Lombardia.

Sono da implementare nel percorso produttivo tutte quelle verifiche topologiche ed informatiche che possono essere di aiuto in fase di creazione del DB topografico per evitare di ritrovarsi alla fine con un risultato assolutamente non accettabile nei confronti dei parametri previsti impostati nel software di controllo.

Le regole topologiche dei SIT non sono riconducibili ai concetti di precisione metrica e di numero di cifre significativo a cui un cartografo è abituato. La sequenza di vertici che definiscono il contorno di due oggetti adiacenti deve essere condivisa in modo completo. In conseguenza di ciò è da organizzare la procedura di editing che va a trasformare le linee della cartografia numerica in oggetti del DB topografico.

E’ importante mantenere l’identità delle geometrie condivise da due o più oggetti diversi (interclasse o intraclasse). E’ bene che non venga restituito due volte lo stesso elemento geometrico, ad esempio una linea, condivisa da due oggetti diversi.

E’ opportuno eseguire in produzione il maggior numero possibile di controlli topologici in modo da generare un prodotto finale corretto. Si ricorda a proposito che sono definite le caratteristiche di correttezza intrinseca del prodotto finale, sono resi disponibili da Regione Lombardia gli shape file vuoti che rispecchiano la struttura e i contenuti previsti e a ciò è necessario rifarsi per la loro produzione. Tutti i controlli topologici in produzione è bene che siano dichiarati ed organizzati in una procedura di qualità in modo da poter progressivamente migliorare la procedura stessa ed arrivare a file finali corretti.

E’ opportuno che in fase di produzione siano eseguiti, sui file di consegna, i controlli topologici relativi a mutua esclusione e completa copertura del suolo che sono esplicitati nelle specifiche. Si ricorda in particolare che la completa copertura del suolo è una caratteristica fondamentale del prodotto.

Tutti i campi previsti degli shape file di consegna devono essere compilati; non è accettata la mancanza di informazione (il campo vuoto) se non nelle modalità previste nelle specifiche.

Le istanze dei vari attributi devono rispettare le indicazioni contenute nel documento “Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali”.

Il committente rende disponibile il software denominato “Validator”, sviluppato dal CISIS, con cui la ditta deve effettuare la verifica della correttezza dei propri file e consegnarne l’esito insieme ai prodotti della fase di editing.

Non sono ammessi errori sulla struttura dati e sulla compilazione dei valori, che devono necessariamente essere a 0%.

Si ricorda che molte delle informazioni richieste sono da rilevare in fase di ricognizione.

I file di consegna devono essere organizzati per blocco di produzione e non per comune amministrativo; nel caso si rendesse necessario suddividere i file di consegna in parti, le modalità di suddivisione sono preventivamente da concordare con la Direzione Esecutiva.

6.2 Supporti di fornitura dei dati numerici nel corso dei lavori

All’atto della consegna dei lavori la ditta concorderà con la Direzione Esecutiva in quale formato dovranno essere messi a disposizione del Verificatore gli elaborati numerici intermedi.

I dati dovranno essere memorizzati su adeguato supporto informatico.

Ogni consegna dovrà contenere un file descrittivo 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.

6.3 Materiale da consegnare al termine dell’editing e della strutturazione del DB topografico

Al termine di tutte le operazioni di editing, la Ditta dovrà consegnare alla Direzione Esecutiva il seguente materiale, da sottoporre a verifica:

- tabella riassuntiva dei materiali consegnati con elenco dei singoli file;
- i file risultanti dopo l’operazione di editing, in formato finale;
- l’esito delle procedure di autocertificazione informatica dei dati;
- documenti controfirmati che certifichino la qualità dei dati inseriti nel DB topografico provenienti da fonti differenti rispetto al rilevamento aerofotogrammetrico.

Alla fine dei lavori dovrà essere consegnato alla Direzione Esecutiva e al Verificatore il seguente materiale:

- tabella riassuntiva dei materiali consegnati con elenco dei singoli file;
- i file finali come previsto dalle specifiche;
- tutta la documentazione che testimoni le attività di verifica in corso d’opera e a fine produzione che sono state avviate per il controllo informatico del materiale prodotto.

7. VERIFICA DELLA PRODUZIONE

Per quanto riguarda la verifica dei prodotti si rimanda alle indicazioni fornite negli altri documenti di gara.

ALLEGATO 2 – I

SPECIFICHE PER LA RESTITUZIONE AEROFOTOGRAMMETRICA ALLE SCALE 1:2000 E 1:5000 DA FOTOGRAMMI AGEA 2015

8. ASPETTI GENERALI

8.1 Premessa

Le presenti specifiche tecniche hanno lo scopo di normare la produzione del database topografico con metodologia aerofotogrammetrica. Il riferimento costante è al DM 10.11.2011 "Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici" (Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 – Supplemento ordinario n. 37) e al documento "Catalogo dei dati territoriali - specifiche di contenuto per i db geotopografici" Versione 2.0 del 15 dicembre 2015 predisposto dal Gruppo di Lavoro 2 "DB Geotopografici" dell'Agenzia per l'Italia Digitale coordinato dal CISIS con il supporto della struttura tecnica del Comitato Permanente per i Sistemi Geografici. (http://www.rndt.gov.it/RNDT/home/images/Specifica_GdL2_09-05-2016.pdf)

Nella produzione è previsto che le ditte incaricate interagiscono con il Direttore Esecutivo del Contratto (nel seguito Direttore Esecutivo o DE), il quale a sua volta si rapporterà con il Verificatore di Conformità (nel seguito Verificatore).

Le presenti Specifiche Tecniche si riferiscono alla produzione di DB topografico a partire dai fotogrammi serviti prodotti da AGEA nel 2015 per buona parte del territorio lombardo. Per questo motivo la produzione si avvia sulla base dei fotogrammi serviti e quindi le presenti specifiche tecniche regolano esclusivamente le fasi di restituzione, ricognizione, editing e produzione dei file finali di consegna.

8.2 Oggetto del lavoro

Le presenti specifiche tecniche sono finalizzate alla produzione di un database topografico alla scala 1:2000 e 1:5000.

La modalità di generazione delle geometrie che devono supportare le altre informazioni è quella tipica della produzione cartografica, cioè la restituzione fotogrammetrica numerica diretta dei fotogrammi aerei. Non sono quindi considerate accettabili le operazioni di digitalizzazione di cartografie esistenti.

E' richiesto che la nuova produzione sia armonizzata con il database topografico confinante, rispettando i criteri generali definiti dalla differente scala di rilievo. A tal fine è richiesto che la restituzione sia estesa per un cm grafico circa all'esterno del perimetro del territorio rilevato. Tale estensione va inoltre definita in modo da evitare di interrompere in parti gli edifici, gli edifici minori ed i manufatti e, in particolare, di evitare di suddividere longitudinalmente strade, ferrovie, fiumi e altri oggetti.

Analoga attenzione va posta per le suddivisioni interne ad un lotto di produzione del DB topografico in parti a differente scala di rilievo. E' vincolante comunque l'armonizzazione fra le varie porzioni di territorio rilevate a differente scala nell'ambito del lotto per garantire la continuità geometrica e la consistenza topologica dei vari oggetti.

Il prodotto finale è costituito dal DB topografico caratterizzato dai contenuti elencati nel documento "Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali", Regione Lombardia 2017. Non presenta soluzioni di continuità nell'ambito del lotto complessivo di produzione prescindendo quindi dalla scala di rilievo tipica di singole porzioni di territorio.

La produzione dei file cartografici classici (CTR alla scala 1:10000 e cartografie alla scala 1:2000 e 1:5000) qualora prevista dovrà essere realizzata secondo le indicazioni di cui al documento “Database topografico: Specifiche di rappresentazione” Regione Lombardia 2017.

8.3 Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento geodetico da utilizzare è il sistema di riferimento ufficiale italiano cioè la realizzazione ETRF2000, all'epoca 2008.0, del Sistema di riferimento geodetico europeo ETRS89. La produzione deve essere eseguita nel derivato sistema cartografico UTM Fuso 32.

Il riferimento altimetrico è costituito dalla superficie dell'ellissoide WGS84 e dal riferimento altimetrico nazionale. Nella fase di stereorestituzione, dovrà essere impiegata la sola quota ortometrica.

Per la stima dell'ondulazione geoidica deve essere utilizzato il software “Convergo” reso disponibile da Regione Lombardia nella sezione trasformazione coordinate del Geoportale della Lombardia (<http://www.geoportale.regione.lombardia.it/trasformazioni-di-coordinate>) e i grigliati IGM resi disponibili da Regione stessa.

8.4 Definizione geometrica e contenuti

Il contenuto del database topografico è costituito dagli elementi di territorio di origine naturale o artificiale esistenti alla data della ripresa aerea e descritti nel documento “Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali”.

Gli oggetti esistenti saranno digitalizzati secondo strutture a punti, linee, poligoni e testi e saranno geometricamente definiti da una terna di coordinate.

Tali coordinate devono ottenersi direttamente in forma numerica dal modello stereoscopico ricostruito mediante restitutore digitale, eventualmente da integrarsi successivamente, ma sempre direttamente in forma numerica, in fase di editing tramite idoneo rilievo in sito. Le coordinate ottenute nelle varie fasi di lavoro non devono essere mai troncate sino alla creazione dei file di consegna finale.

8.5 Modalità tecniche d'esecuzione

Le modalità tecniche con le quali dovrà essere eseguito il database topografico sono quelle proprie dell'aerofotogrammetria secondo le seguenti fasi:

- restituzione;
- ricognizione;
- editing grafico, strutturazione del database topografico e procedure di controllo
- predisposizione degli elaborati finali.

8.6 Tolleranze planimetriche ed altimetriche

Si definisce come “scarto” la differenza tra la coordinata nel database topografico (DBT) di un punto e il valore di riferimento di tale coordinata. Il valore di riferimento deve essere acquisito con una modalità operativa tale da garantire un livello di precisione di un ordine di grandezza più elevato rispetto a quello che ha generato la coordinata nel DBT. La risultante delle differenze in est e nord dà luogo allo “scarto planimetrico” e la differenza in quota corrisponde allo “scarto altimetrico”.

Di seguito sono definiti i σ di riferimento, cioè i valori quadratici medi, per ciascuna scala di cartografia. La tolleranza per ciascuna scala di DBT è definita pari a 2σ . Si considera sempre la distribuzione degli scarti normale e quindi nella fase di verifica il 5% degli scarti in valore assoluto potranno essere superiori alle tolleranze. Per avere ulteriore garanzia di qualità del dato, è prescritto che in nessun caso si possa superare il doppio di tale valore; lo scarto massimo accettabile, in valore assoluto, è quindi pari a 4σ .

8.7 Valori quadratici medi per le varie scale

Per quanto riguarda il contenuto planimetrico del DBT, il valore quadratico medio di riferimento per le varie scale è il seguente:

- ◆ per la scala 1:2000 $\sigma = \pm 0.60$ m
- ◆ per la scala 1:5000 $\sigma = \pm 1.50$ m

Per quanto riguarda il contenuto altimetrico del DBT, il valore quadratico medio di riferimento per le varie scale è il seguente:

- ◆ per la scala 1:2000 $\sigma = \pm 0.40$ m
- ◆ per la scala 1:5000 $\sigma = \pm 1.00$ m

8.8 Tolleranze di posizione di un punto

Per ogni scala di restituzione sono di seguito definiti i valori limite per la risultante degli scarti pari a 2σ , per il valore medio degli scarti pari a $1/2 \sigma$ e per la deviazione standard degli scarti pari a 1σ .

Sulla base delle coordinate $E'(p)$ e $N'(p)$ di un punto P ricavate dai file e le coordinate $E(p)$ e $N(p)$ dello stesso punto P ricavate sul terreno con criteri operativi tali per cui gli errori siano di gran lunga minori di quelli propri della restituzione fotogrammetrica, per punti ben definiti sul terreno, si dovrà verificare che:

- ◆ per la scala 1:2.000
 - per il 95% dei punti la risultante delle differenze in Est e in Nord sia inferiore a 1.20 m;
 - il valore medio delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.30 m;
 - la deviazione standard delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 0.60 m.
- ◆ per la scala 1:5.000
 - per il 95% dei punti la risultante delle differenze in Est e in Nord sia inferiore a 3.00 m;
 - il valore medio delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.75 m;
 - la deviazione standard delle differenze sia in Est che in Nord fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 1.50 m;

Seguendo lo stesso approccio per la dimensione altimetrica, sulla base della coordinata altimetrica $Q'(p)$ di ogni vertice P costituente un oggetto del file di consegna (punto, linea o superficie) e della corrispondente coordinata $Q(p)$ dello stesso vertice P ricavate sul terreno con criteri operativi di precisione sopraindicati, per punti ben definiti sul terreno, si dovrà verificare che:

- ◆ per la scala 1:2000
 - per il 95% dei punti il modulo della differenza in quota sia inferiore a 0.80 m;
 - il valore medio delle differenze in quota fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.20 m;
 - la deviazione standard delle differenze in quota fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 0.40 m;
- ◆ per la scala 1:5000
 - per il 95% dei punti il modulo della differenza in quota sia inferiore a 2.00 m;
 - il valore medio delle differenze in quota fra le due determinazioni sia compreso fra ± 0.50 m;
 - la deviazione standard delle differenze in quota fra le due determinazioni risulti inferiore a ± 1.00 m;

La statistica, sia altimetrica che planimetrica, dovrà essere effettuata su di un numero significativo di punti, come descritto nelle fasi di verifica.

8.9 Tolleranze delle curve di livello

Le curve di livello ad ogni scala di carta dovranno sempre garantire la congruenza geometrica con tutte le informazioni altimetriche derivanti dalla geometria degli oggetti restituiti.

La rappresentazione dell'andamento altimetrico del terreno mediante curve di livello verrà verificata, in fase di collaudo, ripetendo a campione l'operazione di restituzione fotogrammetrica.

La ripetizione di una curva di livello non dovrà mai dar luogo ad una nuova curva di livello che si discosti, rispetto alla curva di restituzione, più della metà dell'intervallo planimetrico tra la curva in oggetto e quella adiacente; pertanto la tolleranza viene stabilita pari alla metà dell'equidistanza tra le curve stesse.

Per le curve di livello sui terreni coperti da fitta vegetazione la tolleranza cresce fino al valore corrispondente alla metà dell'altezza media stimata della vegetazione.

8.10 Limite di acquisizione

Il limite di acquisizione stabilisce se un particolare deve essere rilevato ad una determinata scala di rilievo. Nella seguente tabella sono riassunti i valori soglia previsti:

	1:2000	1:5000
Punti	0.60 m	1.50 m
Linee	1.80 m	4.00 m
Larghezza area	1.20 m	3.00 m
Lunghezza area	1.20 m	3.00 m
Area	1.44 mq	9.00 mq

9. RESTITUZIONE

9.1 Strumento restitutore

La restituzione dovrà essere eseguita esclusivamente mediante restitutore digitale.

E' richiesto si operi con la sovrapposizione della geometria restituita alla visione tridimensionale derivante dal volo fotogrammetrico. Le caratteristiche di hardware (compreso il video) e software devono essere adeguate alla gestione di immagini di grandi dimensioni. L'operatore deve essere abile all'utilizzo dei più aggiornati sistemi digitali di restituzione.

9.2 Caratteristica della restituzione

La Ditta dovrà eseguire ex novo la restituzione fotogrammetrica numerica diretta del territorio.

E' vietato acquisire in forma numerica, mediante digitalizzazione, cartografia già esistente.

Per la restituzione devono essere utilizzati i parametri di orientamento calcolati nella TAA; nel caso l'osservazione del modello stereoscopico evidenzii parallassi trasversali residue è necessario segnalare tempestivamente la DE per convenire la prassi più opportuna per risolvere il problema.

I raccordi fra elementi corrispondenti nelle diverse scale devono essere risolti in un ambito territoriale di circa 1 cm alla scala nominale.

La strumentazione digitale deve permettere l'editing e le correzioni in linea, durante l'osservazione stereoscopica del modello fotogrammetrico.

9.3 Sistema di restituzione

La Ditta provvederà autonomamente alla predisposizione del proprio sistema di stereorestituzione numerica, e comunicherà alla DE:

- le tabelle delle codifiche assegnate ai vari elementi da restituire; le codifiche e la struttura dati prescelte potranno anche non corrispondere a quelle richieste per i file finali di trasferimento, ma dovranno garantire almeno lo stesso contenuto informativo;
- le librerie dei simboli e delle linee usate per la rappresentazione grafica su video o plotter; fin da questa fase preliminare è raccomandato l'uso di simboli e graficismi conformi a quanto prescritto, per gli elaborati finali;
- i criteri per l'acquisizione delle linee curve in automatico, ed i relativi parametri, per garantire il rispetto delle tolleranze richieste;

In fase di restituzione sono da utilizzare con estrema attenzione algoritmi di ortogonalizzazione o di parallelismo; gli automatismi impostati su tali algoritmi sono in generale sconsigliati e possono più opportunamente essere utilizzati, con estrema cautela, nella fase di editing, in modo da poter eventualmente regolarizzare le geometrie dai file di restituzione.

9.4 Operatore

L'operatore allo strumento restitutore dovrà possedere esperienza ed abilità sufficienti per eseguire le operazioni di restituzione numerica o digitale e di fotointerpretazione delle fotografie aeree.

La restituzione, ancorché eseguita da operatori diversi e su strumenti diversi, dovrà presentare un'assoluta omogeneità di contenuto e di geometria dei particolari restituiti.

E' nella facoltà della DE con l'ausilio del Verificatore controllare operativamente la qualità degli operatori, soprattutto per quanto riguarda la sensibilità di osservazione stereoscopica.

9.5 Elementi da restituire

Circa la qualità e la quantità degli elementi naturali ed artificiali del territorio da restituire, ci si dovrà attenere a quanto dettagliatamente esposto nel documento Database topografico: "Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e opzionali", che identifica strati, temi, classi e attributi richiesti e all'offerta della ditta.

Tutte quelle linee di dubbia identificazione, la cui definizione è demandata alla successiva fase di ricognizione, dovranno essere memorizzate con codice particolare, tale da permetterne una immediata identificazione nelle successive fasi di ricognizione e editing. Verranno evidenziate, con eventuali osservazioni del restituitista, le aree in cui è necessaria l'integrazione mediante ricognizione.

La quota dei vertici che costituiscono la spezzata che rappresenta cartograficamente ciascun oggetto dovrà essere riferita al suolo (ad esclusione delle coperture, delle falde, delle tettoie e di quanto non fisicamente appoggiato al terreno). Ciò significa che ai vertici della spezzata che descrivono l'andamento planimetrico di tali elementi, verrà attribuita la quota al piede della struttura, cioè quella che corrisponde all'intersezione della struttura con il piano calpestio ad essa adiacente. Qualora il piede della struttura non sia stereoscopicamente collimabile, la sua quota verrà determinata in sede di restituzione in funzione del più vicino punto al suolo stereoscopicamente collimabile.

La densità media per decimetro quadrato di rappresentazione cartografica dei punti quotati dovrà essere di almeno cinque punti nelle zone tradizionalmente descritte con le curve di livello (pendenza media del terreno superiore al 3%) e di almeno quindici nel restante territorio. Le curve di livello saranno da restituire secondo i canoni cartografici con equidistanza pari a 1/1000 della scala di restituzione. Per garantire la rappresentatività alla scala 1:5000 dei territori rilevati alla scala 1:2000, in tali aree è richiesto siano restituite anche le curve di livello corrispondenti alle quote ai 5 m (ad esempio per le quote 125 m, 135 m, 145 m ecc..).

9.6 File di restituzione

I file di restituzione costituiscono il risultato numerico della fase di restituzione e sono strettamente connessi al particolare sistema utilizzato dalla Ditta; sono pertanto considerati file di lavoro della Ditta stessa.

Essi non vengono assoggettati a particolari restrizioni per il formato dei record.

I file di restituzione dovranno essere messi a disposizione del Verificatore per le operazioni di controllo della restituzione e successivamente conservati fino alla conclusione del lavoro.

Questi file fanno parte del materiale di consegna della fase di restituzione; per essi il formato di trasferimento previsto è il formato DXF, con opportuna libreria dei codici associati, a meno di differenti accordi da verificare con la DE.

Essi dovranno essere leggibili in chiaro e visualizzabili sia mediante il sistema di acquisizione che mediante quello di editing grafico presenti presso la Ditta, e consentire le specifiche operazioni di verifica prescritte.

Dovranno essere riportate anche le curve di livello, ottenute in restituzione, in modo da verificarne la correttezza e la congruità con gli altri elementi restituiti.

9.7 Materiale da consegnare al termine della restituzione

Al termine delle operazioni di restituzione dovranno essere consegnati alle verifiche di qualità, oltre ai file di restituzione, i seguenti documenti:

- ◆ un grafico a scala adeguata che riporti la copertura dei singoli modelli utilizzati in restituzione con la relativa numerazione;
- ◆ un file grafico con il contenuto dei file di restituzione che riporti le annotazioni apportate dal restituitista relativamente alle zone di incerta o difficoltosa restituzione e/o identificazione.
- ◆ i file di restituzione in formato DXF (o nel formato eventualmente convenuto con la DE) secondo la strutturazione utilizzata dalla Ditta.

10. RICOGNIZIONE

10.1 Generalità

La ricognizione sul terreno comprenderà:

- ◆ l'integrazione metrica;
- ◆ la ricognizione informativa;
- ◆ la raccolta della toponomastica e di quanto necessario alla costruzione del database topografico.

Non è richiesta l'integrazione relativa alle variazioni intervenute sul territorio dalla data del volo al momento della ricognizione stessa, a meno di casi eccezionali da concordare, anche amministrativamente con la DE.

Come supporto, per le note di ricognizione deve essere impiegata una copia su carta del file di restituzione, con riportate le annotazioni precedentemente rilevate attraverso le analisi sopraindicate. Eventuali supporti informatici per eseguire la ricognizione devono poter permettere la verifica di quanto eseguito con modalità da convenire preventivamente con la DE.

E' opportuno che alcune informazioni (quali ad esempio la destinazione d'uso di edifici, gli identificativi ufficiali del reticolo idrico, eccetera) siano recuperate dalla Ditta a partire da banche dati esistenti e certificate (DB tematici, società di servizi, ufficio anagrafe, banche dati regionali, ecc..), in modo da evitare la generazione di dati incongruenti con archivi esistenti.

10.2 Integrazione metrica

L'integrazione metrica deve essere eseguita per integrare le informazioni desumibili dall'esplorazione del modello stereoscopico con quelle in esso non riconoscibili (coperte da ombre, vegetazione o altro).

I punti rilevati dovranno possedere tutte le caratteristiche di precisione richieste per gli altri punti del database, comprese quelle di posizionamento assoluto.

Per la scala 1:2000 l'integrazione metrica verrà realizzata mediante il rilevamento diretto sul terreno a mezzo di operazioni topografiche ordinarie, tali da garantire il rispetto delle tolleranze previste, per tutte quelle porzioni di territorio per le quali, in fase di restituzione, non sia stato possibile disporre di elementi sufficienti per una corretta rappresentazione, cioè:

- ◆ i particolari rimasti defilati alla presa;
- ◆ i particolari mascherati dalla vegetazione;
- ◆ i loggiati, i porticati e ogni passaggio o apertura in genere, a cielo coperto ed aperti al pubblico;
- ◆ altri particolari segnalati dal restituitista perché non sufficientemente chiari;
- ◆ le sgrondature.

Inoltre, per la scala 1:2.000, la ditta appaltatrice dovrà acquisire gli elementi che consentano di effettuare il posizionamento delle dividenti perimetrali fra gli edifici, in particolare in relazione alle differenze di tipologia, epoca di costruzione e destinazione d'uso.

Alla scala 1:2.000 la ricognizione deve essere eseguita esplorando tassativamente a piedi il territorio, per rilevare le informazioni e le geometrie necessarie. Nelle operazioni di rilievo topografico sul terreno devono essere registrati e conservati i valori numerici delle misure o meglio, se disponibili, quelli delle coordinate dei punti battuti, in modo che l'inserimento dei nuovi elementi nel file di restituzione avvenga in forma numerica, senza decadimento della precisione originale.

Alla scala 1:5.000 le informazioni da ricognizione possono essere recuperate nelle modalità operative più opportune (anche su auto, con video riprese o altro) sempre però mediante confronto diretto con l'esistente.

La diffusione dell'impiego di fonti informative già esistenti e fruibili (street view e similari) non è vietato; si ricorda però che le informazioni da inserire nel DBT devono essere quelle esistenti sul terreno alla data del rilievo di ricognizione.

10.3 Integrazione informativa

Dal punto di vista informativo la ricognizione, attraverso le modalità precedentemente indicate, dovrà, in funzione delle diverse scale:

- ◆ correggere gli errori interpretativi commessi in fase di restituzione;
- ◆ integrare gli attributi previsti nelle Specifiche di contenuto digitale da rilevamento;
- ◆ rilevare le destinazioni d'uso degli edifici di importanza essenziale per la comunità;
- ◆ definire l'andamento di elementi parzialmente sotterranei (canali, rogge, gallerie, corsi d'acqua naturali tombinati...)
- ◆ dirimere i dubbi interpretativi segnalati dal restituitista;
- ◆ individuare le aree a pavimentazione omogenea per le aree di circolazione veicolare, pedonale, ciclabile;

La ricognizione è opportuno sia eseguita con minute di restituzione stampate in modo tale da rendere già confrontabili gli aspetti interpretativi di ciascun oggetto. E' consigliabile inoltre predisporre schemi di raccolta dati sul terreno adeguati alla più aggiornata tecnologia (supportati da palmari e strumenti similari) in modo da evitare il più possibile la riscrittura di informazioni rilevate in ricognizione ed editate nella successiva fase di organizzazione dei dati finali di consegna. Altrettanto utili si sono dimostrate in

recenti esperienze le video riprese eseguite da automezzo, che si muove a bassa velocità (20 – 40 km/h) su tutte le strade, con angolo di ripresa leggermente inclinato verso il lato destro e verso il basso.

L'operazione di ricognizione è da considerarsi essenziale al raggiungimento dei requisiti di qualità richiesti ad un DB topografico. E' quindi importante che sia eseguita in modo ordinato e metodico. Alcune informazioni particolari è opportuno siano acquisite con una operazione sul terreno indipendente rispetto alla prima fase di rilievo a tappeto delle informazioni di base del DB topografico.

Si richiede quindi che la fase di ricognizione sia suddivisa in due differenti momenti:

- una prima esplorazione diretta del territorio per l'eventuale integrazione metrica, per l'integrazione informativa e per la raccolta di tutto quanto necessario al database topografico;
- una seconda esplorazione del territorio esclusivamente dedicata alla verifica della toponomastica stradale e alla verifica delle eventuali incongruenze di quanto rilevato alla prima esplorazione.

E' quindi opportuno avviare una serie di intelligenti verifiche con strumenti Gis del dato rilevato alla prima esplorazione, da concordare preventivamente con il DE. E' opportuno che alcune informazioni (quali ad esempio la destinazione d'uso di edifici, ecc...) siano recuperate dalla Ditta incaricata a partire da banche dati esistenti e certificate (DB tematici, società di servizi, ufficio anagrafe, ecc..) e siano poi verificate sul terreno durante la ricognizione, in modo da evitare la generazione di dati incongruenti con archivi esistenti. In particolare si suggerisce di riferirsi ai dati resi disponibili nel Geoportale di Regione Lombardia: Reticolo Idrografico regionale unificato (RIRU), Uso del suolo (DUSAF), scuole, ospedali, fiere, limiti amministrativi comunali. Inoltre il committente renderà disponibile l'elenco non georeferenziato dei nomi delle strade di ogni comune che, in caso di fornitura della toponomastica stradale, dovrà essere utilizzato per la compilazione dei toponimi riferiti ai diversi tratti stradali.

10.4 Raccolta di toponomastica e di altri elementi informativi

Qualora la ditta fornisca la toponomastica, (toponimi e località significative e scritte cartografiche) la stessa è tenuta a raccogliere tutta la toponomastica riguardante l'orografia, l'idrografia, la viabilità, le località e le opere artificiali del territorio cartografato e tutti i toponimi relativi alla casistica prevista nel database topografico.

Questa dovrà essere ricavata sia da documenti ufficiali esistenti, sopra indicati, sia da informazioni raccolte sul luogo in fase di ricognizione.

Si raccomanda alla Ditta di eseguire ricerche approfondite nelle sedi appropriate che normalmente sono già in possesso di una serie di elementi di qualità certa che devono quindi esclusivamente essere riportati nel database topografico.

Sempre in questa fase la Ditta interagendo con la DE dovrà altresì raccogliere i dati necessari alle informazioni richieste nel database, soprattutto per ciò che concerne gli impianti di importanza territoriale e i servizi principali (ospedali, scuole, zone fieristiche, ecc..).

E' compito della Ditta rilevare i versi di scorrimento delle acque nelle rogge e nei canali (aperti o coperti) del territorio cartografato, al fine di permettere nella fase di editing di definire il livello di informazioni specifico per l'idrografia.

10.5 Originale di ricognizione

Quale supporto per il riporto delle risultanze della ricognizione si utilizzeranno gli elaborati grafici prodotti al termine della restituzione. Le integrazioni metriche e informative di cui sopra dovranno essere riportate su due distinte copie: sulla prima dovranno figurare soltanto la toponomastica, qualora fornita dalla ditta, ed i limiti amministrativi, sull'altra ogni altro elemento.

L'insieme di questi due documenti costituirà "l'originale di ricognizione". Tale documento dovrà essere verificato secondo le specifiche di seguito indicate e dovrà quindi rigorosamente essere redatto con simbologia e colori ben identificabili distinguendo le integrazioni metriche da quelle informative.

E' anche richiesto che la Ditta tenga traccia delle risultanze delle analisi preventive eseguite sulla struttura dati di restituzione e sulle cartografie esistenti, per poter eseguire la corrispondente verifica di qualità.

10.6 Materiale da consegnare al termine della ricognizione

Al termine della fase di ricognizione dovrà essere messo a disposizione del Verificatore il seguente materiale:

- ◆ originale delle minute di ricognizione;
- ◆ i libretti di campagna delle misure topografiche resesi eventualmente necessarie;
- ◆ il materiale relativo alle pre-verifiche topologiche e al confronto con le cartografie esistenti;
- ◆ libretto e grafico della toponomastica, qualora fornita.

11. OPERAZIONI DI EDITING E STRUTTURAZIONE DEL DB TOPOGRAFICO

11.1 La fase di editing

L'editing grafico ed alfanumerico deve consentire all'operatore di eseguire, sul file di restituzione, tutti gli interventi di modifica, integrazione, cancellazione, controllo, eccetera, allo scopo di:

- ◆ tener conto di quelle indicazioni che il restituitista, mediante segni grafici o espliciti messaggi, ha apposto sulla minuta di restituzione;
- ◆ 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, se fornita, e le altre informazioni richieste nel database topografico, ricostruire le congruenze prescritte nel "Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali", integrando le informazioni comunque acquisite in restituzione;
- ◆ effettuare la ricostruzione delle congruenze geometriche, l'organizzazione dei dati e la strutturazione dei file finali, come descritto nelle citate specifiche;
- ◆ eseguire l'armonizzazione geometrica fra oggetti di DB topografico rilevati a scale differenti o con oggetti di DB topografici esistenti. Nell'eseguire l'armonizzazione si devono tenere in considerazione le priorità definite dall'accuratezza legata alla scala di rilievo; è sempre la scala più piccola che deve essere armonizzata sulla più grande.

La Ditta dovrà comunicare al Direttore Esecutivo, prima dell'inizio della fase di editing, mediante una relazione tecnica dettagliata:

- ◆ le caratteristiche della strumentazione;
- ◆ le caratteristiche dell'hardware;

Le procedure software da utilizzare sono quelle del GeoUML Validator, caricato delle Specifiche di contenuto del rilevamento

Gli specifici interventi da eseguire in fase di editing per ottenere il database topografico richiesto devono essere accuratamente studiati dalla Ditta incaricata.

Si sottolinea che tutte le richieste esplicitate nel documento "Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali" saranno accuratamente controllate su tutta la banca dati attraverso le procedure automatiche.

Il database che si configura nel presente appalto è concepito nella sua strutturazione logica informativa; il tradizionale prodotto cartografico (in formato PDF, TIF o equivalente) è esclusivamente uno dei prodotti derivabili. L'esito cartografico del Database topografico dovrà essere impostato sulle simbologie previste da Regione Lombardia.

Sono da implementare nel percorso produttivo tutte quelle verifiche topologiche ed informatiche che possono essere di aiuto in fase di creazione del DB topografico per evitare di ritrovarsi alla fine con un risultato assolutamente non accettabile nei confronti dei parametri previsti impostati nel software di controllo.

Le regole topologiche dei SIT non sono riconducibili ai concetti di precisione metrica e di numero di cifre significativo a cui un cartografo è abituato. La sequenza di vertici che definiscono il contorno di due oggetti adiacenti deve essere condivisa in modo completo. In conseguenza di ciò è da organizzare la procedura di editing che va a trasformare le linee della cartografia numerica in oggetti del DB topografico.

E' importante mantenere l'identità delle geometrie condivise da due o più oggetti diversi (interclasse o intraclasse). E' bene che non venga restituito due volte lo stesso elemento geometrico, ad esempio una linea, condivisa da due oggetti diversi.

E' opportuno eseguire in produzione il maggior numero possibile di controlli topologici in modo da generare un prodotto finale corretto. Si ricorda a proposito che sono definite le caratteristiche di correttezza intrinseca del prodotto finale, sono resi disponibili da Regione Lombardia gli shape file vuoti che rispecchiano la struttura e i contenuti previsti e a ciò è necessario rifarsi per la loro produzione. Tutti i controlli topologici in produzione è bene che siano dichiarati ed organizzati in una procedura di qualità in modo da poter progressivamente migliorare la procedura stessa ed arrivare a file finali corretti.

E' opportuno che in fase di produzione siano eseguiti, sui file di consegna, i controlli topologici relativi a mutua esclusione e completa copertura del suolo che sono esplicitati nelle specifiche. Si ricorda in particolare che la completa copertura del suolo è una caratteristica fondamentale del prodotto.

Tutti i campi previsti degli shape file di consegna devono essere compilati; non è accettata la mancanza di informazione (il campo vuoto) se non nelle modalità previste nelle specifiche.

Le istanze dei vari attributi devono rispettare le indicazioni contenute nel documento "Database topografico: Specifiche di contenuto digitale da rilevamento: classi obbligatorie e classi opzionali".

Il committente rende disponibile il software denominato "Validator", sviluppato dal CISIS, con cui la ditta deve effettuare la verifica della correttezza dei propri file e consegnarne l'esito insieme ai prodotti della fase di editing.

Non sono ammessi errori sulla struttura dati e sulla compilazione dei valori, che devono necessariamente essere a 0%.

Si ricorda che molte delle informazioni richieste sono da rilevare in fase di ricognizione.

I file di consegna devono essere organizzati per blocco di produzione e non per comune amministrativo; nel caso si rendesse necessario suddividere i file di consegna in parti, le modalità di suddivisione sono preventivamente da concordare con la Direzione Esecutiva.

11.2 Supporti di fornitura dei dati numerici nel corso dei lavori

All'atto della consegna dei lavori la ditta concorderà con la Direzione Esecutiva in quale formato dovranno essere messi a disposizione del Verificatore gli elaborati numerici intermedi.

I dati dovranno essere memorizzati su adeguato supporto informatico.

Ogni consegna dovrà contenere un file descrittivo 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.

11.3 Materiale da consegnare al termine dell'editing e della strutturazione del DB topografico

Al termine di tutte le operazioni di editing, la Ditta dovrà consegnare alla Direzione Esecutiva il seguente materiale, da sottoporre a verifica:

- tabella riassuntiva dei materiali consegnati con elenco dei singoli file;
- i file risultanti dopo l'operazione di editing, in formato finale;
- l'esito delle procedure di autocertificazione informatica dei dati;
- documenti controfirmati che certifichino la qualità dei dati inseriti nel DB topografico provenienti da fonti differenti rispetto al rilevamento aerofotogrammetrico.

Alla fine dei lavori dovrà essere consegnato alla Direzione Esecutiva e al Verificatore il seguente materiale:

- tabella riassuntiva dei materiali consegnati con elenco dei singoli file;
- i file finali come previsto dalle specifiche;
- tutta la documentazione che testimoni le attività di verifica in corso d'opera e a fine produzione che sono state avviate per il controllo informatico del materiale prodotto.

12. VERIFICA DELLA PRODUZIONE

Per quanto riguarda la verifica dei prodotti si rimanda alle indicazioni fornite negli altri documenti di gara.