



Regole tecniche per la formazione, la
documentazione e lo scambio di ortofoto
digitali alla scala nominale 1:10000
-DM 10 novembre 2011 -



Rome 28 giugno



Le specifiche tecniche di AGEA

AGEA ha utilizzato per il biennio 2010-2011 le seguenti specifiche:

“Regole tecniche per la formazione la documentazione e lo scambio di ortofoto digitali alla scala nominale 1:10000. **Allegato2: Ortofoto digitali per applicazioni di tipo tematico alla scala nominale 1:10000 – Specifiche tecniche” del 21 ottobre 2009**

Nell’anno 2012 tale specifiche sono state sostituite dal seguente Decreto:

“DECRETO 10 novembre 2011- Regole tecniche per la formazione, la documentazione e lo scambio di ortofoto digitali alla scala nominale 1:10000. (Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 - Supplemento ordinario n. 37). Allegato 2: Ortofoto digitali per applicazioni di tipo tematico alla scala nominale 1:10000 – Specifiche tecniche”.



Le specifiche tecniche di AGEA

Tali specifiche sono pressoché identiche e riportano i requisiti a cui attenersi nelle quattro macro- fasi di produzione delle ortofoto, ossia:

Ripresa Aerea: Vengono descritti le modalità di esecuzione dell'attività, indicando le caratteristiche di ciascun rilievo (overlap, copertura nuvolosa, etc) e i deliverable da produrre a valle della ripresa aerea stessa.

Pre-processamento dati inerziali: Vengono descritte le precisioni dei dati da produrre e la strumentazione da utilizzare.

Pre-processamento fotogrammi: Vengono descritte le modalità di elaborazione dei fotogrammi dal livello RAW (acquisto dalla camera fotogrammetrica) al livello processato (elaborato con appositi SW) che sarà utilizzato poi nella fase di produzione.

Produzione: in questa fase vengono descritte le caratteristiche e la precisione dell'ortofoto finale, indicando anche le modalità di elaborazione e precisione in particolar modo della fase di Triangolazione aerea.

Rispetto a tali specifiche AGEA ha effettuato delle variazioni integrative/migliorative che rendono più stringenti i requisiti e migliorano la qualità del prodotto finale.



Sistema Di Riferimento

Requisito 1:

Decreto Ministeriale:

Il sistema di riferimento geodetico da utilizzarsi (datum) è l'ETRS89 nella sua realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0) materializzato dalla Rete Dinamica Nazionale (RDN). La rappresentazione cartografica richiesta è la rappresentazione conforme UTM (coordinate cartografiche Est, Nord UTM WGS84 ETRF2000).

Requisito Integrativo:

Il sistema di riferimento geodetico da utilizzarsi (datum) è l'ETRS89 nella sua realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0) materializzato dalla Rete Dinamica Nazionale (RDN). La rappresentazione cartografica richiesta, tenendo in considerazione la banca dati di ortofoto SIAN, è la rappresentazione conforme Gauss-Boaga.

L'ortofoto, generata quindi nel sistema di riferimento geodetico cartografico nativo, potrà essere successivamente sottoposta a passaggi in altri sistemi di riferimento, utilizzando i software ed i grigliati di trasformazione ufficiali più recenti prodotti dall'IGM (ad es. il VERTO_3). Tale trasformazione potrà introdurre delle discrepanze geometriche sulle ortofoto dell'ordine di 1/2 m.

In tale requisito si evidenzia che, per garantire la congruità tra la banca dati (vettoriale e raster) del sistema SIAN, le ortofoto saranno prodotte nel sistema di riferimento Gauss-Boaga e poi riproiettate, con SW specifici, nel sistema di riferimento UTM\WGS84



Ripresa Aerea 1/5

Requisito 2:

Decreto Ministeriale:

L'acquisizione potrà essere realizzata con sistemi pushbroom o frame-based. In ogni caso, l'immagine originale acquisita dovrà essere caratterizzata da un valore medio di GSD, per ogni immagine, mai superiore al valore del pixel. Si consiglia di adottare per la produzione di ortofoto un GSD nominale compreso tra i 9/10 e i 10/10 di quello del pixel finale dell'ortofoto (es. 0,45-0,50 m e 0,90-1,00 m rispettivamente per ortofoto a 50 e 100 cm)

Requisito Integrativo:

L'acquisizione potrà essere realizzata con sistemi pushbroom o frame-based. In ogni caso, l'immagine originale acquisita dovrà essere caratterizzata da un valore medio di GSD, per ogni immagine, mai superiore al valore del pixel. Si consiglia di adottare per la produzione di ortofoto un GSD nominale compreso tra i 9/10 e i 10/10 di quello del pixel finale dell'ortofoto (es. 0,45-0,50 m e 0,90-1,00 m rispettivamente per ortofoto a 50 e 100 cm). **Qualora, per produrre le ortofoto con risoluzione a 50 cm, si utilizzassero delle riprese aeree a 20 cm, il GSD di riferimento sarà compreso tra 0,18 e 0,20 m ossia tra i 9/10 e i 10/10 del pixel dell'ortofoto a 20 cm.**

Attraverso tale requisito si consente l'utilizzo di riprese aeree a 20 cm per produrre ortofoto a risoluzione di 50 cm



Ripresa Aerea 2/5

Requisito 3:

Decreto Ministeriale:

Prima di procedere all'esecuzione delle riprese predisporre il piano di volo su base cartografica strisciata, dovranno essere indicati:

- l'effettiva copertura dei singoli fotogrammi,
- l'asse della strisciata, con i limiti (inizio e fine)

In una tabella allegata dovranno inoltre essere indicate,

- la quota assoluta di volo prevista;
- la quota minima e la quota massima del terreno
- le corrispondenti scale minima e massima;
- il GSD minimo e massimo corrispondenti

Requisito Migliorativo:

Informazioni aggiuntive sul piano di volo

- numerazione della strisciata
- numero dei fotogrammi
- coordinate inizio e fine strisciata (lat long e WGS)
- lunghezza strisciata



Ripresa Aerea 3/5

Requisito 4:

Decreto Ministeriale:

Nel caso di utilizzo di strumentazione INS/IMU, la durata del volo sulla singola strisciata deve essere tarata in modo da limitare il drift dell'IMU, e quindi la strisciata avrà lunghezza non superiore a 80 km.

Requisito Integrativo:

Nel caso di utilizzo di strumentazione INS/IMU e si utilizzino sistemi di ripresa aerea frame-based, la durata del volo sulla singola strisciata deve essere progettata in modo da limitare il drift dell'IMU, e quindi la strisciata avrà lunghezza non superiore a 120 km o comunque di durata inferiore a 25 minuti. Qualora si utilizzino sistemi di ripresa aerea pushbroom la durata del volo sulla singola strisciata deve essere tarata in modo da limitare il drift dell'IMU, e quindi la strisciata avrà lunghezza non superiore a 80 km

La strumentazione attuale consente, per le camere frame – based, di aumentare la lunghezza della strisciata senza per questo influire nella precisione del sistema inerziale. Inoltre è stato inserito anche un parametro temporale oltre che metrico sulla limitazione del drift dell'IMU.



Ripresa Aerea 4/5

Requisito 5:

Decreto Ministeriale:

Il ricoprimento trasversale (*sidelap*) delle strisciate adiacenti deve essere non inferiore al 10% nelle zone pianeggianti e collinose, e a 20% nelle zone di montagna.

Requisito Migliorativo:

Il ricoprimento trasversale (*sidelap*) delle strisciate adiacenti deve essere non inferiore a 20% nelle zone pianeggianti e collinose, e a 35% nelle zone di montagna (dove per montagna si intendono aree superiori ai 1500m, aree con bruschi cambi di pendenza e fondovalle)

Aumentando gli overlap viene garantita una migliore qualità dell'ortofoto prodotta



Ripresa Aerea 5/5

Requisito 6:

Decreto Ministeriale:

A conclusione del volo fotogrammetrico, la documentazione e i materiali prodotti, necessari per la esecuzione dell'ortofoto devono essere i seguenti:

- per riprese digitali:
 - fotogrammi prodotti in formato nativo digitale;
 - report di calibrazione del sistema GNSS/IMU prima e dopo il volo;
- per riprese analogiche:
 - file della scansione dei fotogrammi originali;
 - diapositive e copie su carta dei fotogrammi, se richieste;
- per entrambi i sistemi di acquisizione:
 - relazione descrittiva delle procedure seguite;
 - certificazione della data del volo;
 - certificato di taratura della camera fotogrammetrica;
 - relazione sulla verifica di completezza della copertura stereoscopica;
 - grafico delle strisciate: allestito per ciascuna giornata di volo, in formato DXF o SHP, con indicazione del codice identificativo di ciascun fotogramma e della sua copertura effettiva (tenuto conto della morfologia del terreno);

Requisito Migliorativo:

Tra i deliverable è stato aggiunto il Piano Di Volo



Pre - Processamento dati Inerziali

Requisito 7:

Decreto Ministeriale:

Nell'ipotesi in cui si utilizzino i metodi di georeferenziazione diretta come ausilio per la fase successiva di aerotriangolazione, una volta terminata la fase di acquisizione dei fotogrammi è di primaria importanza il corretto processamento dei dati di navigazione (GNSS/IMU) registrati a bordo. In particolare, questa fase può essere sinteticamente suddivisa attraverso l'esecuzione di tre step consecutivi:

- I. Raw data ingestion (GNSS/IMU di bordo e GNSS di terra) : download e analisi di qualità dei dati grezzi di navigazione registrati a bordo e a terra durante l'acquisizione;
- II. DGNSS processing : elaborazione DGNSS dei dati GNSS di bordo mediante la rete di stazioni di riferimento dislocate a terra;
- III. DGNSS/IMU data fusion : fusione dei dati DGNSS e IMU.

L'obiettivo finale, in accordo con quanto scritto in precedenza, consisterà nella produzione di un documento di testo in cui siano disponibili, per ogni istante di acquisizione della fotocamera:

- le coordinate del centro di presa (E,N,H) con accuratezza $\sigma_{ENH} \leq \pm 0,20$ m;
- i parametri di orientamento dei fotogrammi (ω, ϕ, k) con accuratezza $\sigma_{\phi\omega} \leq \pm 6$ mgon e $\sigma_k \leq \pm 9$ mgon

Requisito Integrativo:

Nel caso in cui non vengano utilizzati metodi di georeferenziazione diretta, ossia i dati provenienti da sistemi inerziali siano utilizzati come semplice ausilio nella fase di triangolazione aerea in cui vengono utilizzati i GCP nel calcolo della triangolazione stessa, l'accuratezza dei parametri inerziali dovrà essere come di seguito riportato:

- le coordinate del centro di presa (E,N,H) con accuratezza $\sigma_{ENH} \leq \pm 0,30$ m;
- i parametri di orientamento dei fotogrammi (ω, ϕ, k) con accuratezza $\sigma_{\phi\omega} \leq \pm 11$ mgon e $\sigma_k \leq \pm 16$ mgon;



Triangolazione Aerea

Requisito 8:

Decreto Ministeriale:

Il risultato della compensazione di un blocco è ritenuto accettabile quando gli scarti sui punti sono inferiori ai seguenti valori:

- **scarti residui sui punti di appoggio (GCP):**
 - **2.0 metri in planimetria;**
 - **1.8 metri in altimetria;**
- **scarti residui sui punti di controllo (CP):**
 - **4.0 metri in planimetria;**
 - **3.6 metri in altimetria.**

Requisito Migliorativo:

Il risultato della compensazione di un blocco è ritenuto accettabile quando gli scarti sui punti sono inferiori ai seguenti valori:

- **scarti residui sui punti di appoggio (GCP):**
 - **1.5 metri in planimetria;**
 - **1.8 metri in altimetria;**
- **scarti residui sui punti di controllo (CP):**
 - **3.0 metri in planimetria;**
 - **3.6 metri in altimetria;**



Produzione Ortofoto 1/2

Requisito 9:

Decreto Ministeriale:

La mosaicatura, effettuata attraverso la fase di assemblaggio delle singole immagini allo scopo di ottenere un'immagine unica, deve garantire la congruenza radiometrica e geometrica interna. Essa viene effettuata attraverso la preventiva creazione di linee di taglio tra le varie immagini da mosaicare, che garantiscano la continuità degli elementi topografici tra immagini originali adiacenti. E' ammesso che, lungo la linea di taglio, ci possa essere disallineamento tra le due immagini da mosaicare non superiore alla metà della precisione geometrica richiesta per il prodotto finale E' ammessa l'applicazione, a cavallo della linea di taglio, di filtri di smoothing che si estendano per non più di 10 pixel da una parte e dall'altra della linea, al fine di mascherare il più possibile piccole imperfezioni in prossimità della linea di taglio. E' raccomandato anche l'impiego di algoritmi di feathering per rendere più graduale e omogeneo dal punto di vista radiometrico l'accostamento tra le immagini adiacenti.

Requisito Integrativo:

In presenza di acquisizioni effettuate in periodi diversi o condizionati dalla particolare morfologia del territorio (es. pianura-montagna) potranno essere presenti differenze radiometriche all'interno della singola ortofoto. In tali casi comunque dovrà essere garantita la continuità degli elementi lineari (strade, ferrovie, ect.) e la mosaicatura dovrà essere effettuata garantendo che elementi sensibili per la fotointerpretazione siano chiaramente identificabili (non saranno accettate quindi linee di taglio su campi, case, etc.).



Produzione Ortofoto 2/2

Requisito 10:

Decreto Ministeriale:

Le verifiche geometriche vanno effettuate selezionando almeno il 5% delle sezioni generate (siano esse corrispondenti alle sezioni 1:10.000 o altro). Per ogni sezione devono essere: verificate le coordinate di almeno 5 dettagli planimetrici sul terreno, ciascuno identificato da un codice univoco, confrontandole con le coordinate degli stessi punti misurati con accuratezza almeno tre volte superiore rispetto a quella dell'ortofoto prodotta. Non è ammesso l'impiego di punti già usati per l'orientamento delle immagini. Dovranno sussistere, per il 95% dei punti controllati, le relazioni di cui al punto 3.1.3, tenendo eventualmente conto di quanto riportato in NOTA 1;

Requisito Integrativo:

In alternativa i controlli geometrici potranno essere effettuati utilizzando monografie o punti di controllo certificati, attraverso la metodologie di seguito descritte:

- Devono essere verificate le coordinate di punti noti, di precisione più elevata rispetto al dato da verificare (es. monografie IGM, punti di controllo forniti), con le corrispondenti coordinate dello stesso punto sull'ortofoto verificandone lo scostamento x-y. Dovranno sussistere, per il 95% dei punti controllati, le relazioni di cui al punto 3.1.3, tenendo eventualmente conto di quanto riportato in NOTA 1.
- Dovrà inoltre effettuato sul 5% delle sezioni prodotte il collaudo geometrico utilizzando come riferimento le ortofoto prodotte in ambito SIAN negli anni precedenti e rese tempestivamente disponibili. Su ciascuna sezione dovranno essere verificate le coordinate di almeno 5 dettagli planimetrici. Tale collaudo dovrà soddisfare per il 95% dei punti controllati, le relazioni di cui al punto 3.1.3, tenendo eventualmente conto di quanto riportato in NOTA 1.



Considerazioni

AGEA fin dal 2010 ha effettuato la produzione delle ortofoto sulla base della specifica tecnica del 21 ottobre 2009. Rispetto a tali specifiche le ortofoto, per congruità con la banca dati SIAN, sono state prodotte nel sistema di riferimento Gauss-Boaga inquadramento ETRF89.

Nel 2012, AGEA ha introdotto l'utilizzo di punti di controllo inquadrati in ETRF2000. In particolare:

- vengono utilizzati punti IGM95 a cui sono stati sommati i delta che consentono il passaggio dal vecchio sistema di riferimento ETRF89 a ETRF2000
- vengono utilizzate stazioni inquadrate in ETRF2000

Relativamente al cambio di sistema di riferimento da Gauss-Boaga a UTM/WGS84 AGEA istituirà una commissione tecnica che valuterà, l'impatto di tali sistema di riferimento sulla:

- Banca dati storica SIAN sia in formato Raster che vettoriale
- Produzione ortofoto 2013

Tale Commissione valuterà i tempi e le modalità di esecuzione di tale trasformazione