

COMUNICAZIONI ITALIANE AL VII CONGRESSO INTERNAZIONALE DI FOTOGRAMMETRIA

(WASHINGTON, 1952)

NUOVA ISTRUZIONE PER L'ESECUZIONE DEI RILIEVI AEROFOTOGRAMMETRICI A GRANDE SCALA ⁽¹⁾

(prof. G. BOAGA)

Per regolare e disciplinare la formazione delle mappe aerofotogrammetriche, la Direzione Generale del Catasto italiano ha pubblicato una nuova « *Istruzione per i rilievi aerofotogrammetrici a grande scala* », perfezionando l'Istruzione di servizio precedentemente in vigore.

Le mappe catastali italiane sono restituite a grande scala e, in generale sono fornite della rappresentazione dell'altimetria, mediante curve di livello e punti quotati.

L'antica Istruzione riguardava sopra tutto le operazioni di controllo e di verifica della restituzione aerofotogrammetrica; cioè era stata considerata sopra tutto la prassi per l'esecuzione dei controlli d'officina, i quali richiedevano la preventiva esecuzione di operazioni sul terreno per determinare le coordinate di nuovi punti di riferimento, per effettuare rilievi parziali, ecc.

Effettuato il secondo tracciamento basta perciò assicurarsi che in ciascun punto gli scarti fra le due rappresentazioni della medesima curva di livello non superino la tolleranza corrispondente all'intervallo planimetrico delle curve di livello nel punto stesso.

Naturalmente il secondo tracciamento deve essere effettuato con speciale diligenza.

Il metodo del secondo tracciamento permette di effettuare, in modo semplice e rapido, il controllo dell'altimetria fotogrammetrica. Questo controllo può essere agevolmente esteso giacché non comporta operazioni sul terreno. Esso non è limitato ad un piccolo numero di punti come la verifica mediante *sezioni*, ma può venire effettuato per notevoli porzioni di ogni piano catastale.

Il procedimento che abbiamo esposto è stato sperimentato con successo per la verifica delle nuove mappe del Catasto italiano.

Un procedimento analogo di verifica potrebbe essere applicato per

(1) Questa comunicazione e le quattro che seguono sono state o lo saranno pubblicate per esteso nella Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali.

Nei numeri 1 e 2 del Bollettino SIFET (1953) sono stati riportati i riassunti di altre quattro comunicazioni italiane al detto Congresso.

accertare l'esattezza della rappresentazione planimetrica. In quest'ultimo caso però il detto controllo risulterebbe meno probante, giacché l'esattezza della planimetria è legata non soltanto al grado di precisione del relativo tracciamento, bensì anche (e specialmente) alla cura con la quale i dettagli rappresentati in mappa sono stati identificati e segnalizzati come pure alla regolarità dei rilievi complementari da terra.

IL FOTOSTEREOGRAFO « NISTRI » MODELLO BETA (1951)

(prof. G. BOAGA)

Il nuovo restitutore, dovuto all'Ing. Umberto Nistri e denominato Fotostereografo Mod. Beta, è basato sul principio di Porro ed appartiene alla categoria dei restitutori a proiezione meccanica indiretta con visione binoculare stereoscopica. Esso è dunque un restitutore nel quale i raggi omologhi si identificano coi raggi ottici, ma le direzioni spaziali sono materializzate nello spazio del modello ottico mediante aste, mentre le camere conservano le caratteristiche ottiche e geometriche della camera da presa, secondo il principio di Porro.

Le aste meccaniche sono costituite da due tubi, i quali portano nel loro interno un collimatore, dal quale l'immagine della marca esce secondo un fascio di raggi paralleli e nella direzione dell'obbiettivo della camera corrispondente. Questi tubi sono montati cardanicamente ed il centro del cardano si trova approssimativamente in coincidenza col centro dell'obbiettivo della camera.

Fra l'obbiettivo della camera e quello del collimatore è ubicato un prisma composto, di forma speciale, ideato dal Nistri, il quale ha lo scopo di rinviare i raggi uscenti dalla camera e dal collimatore, cioè dall'immagine e dalla marca, già fusi in regime di raggi paralleli, nel sistema ottico di osservazione. Si è evitato in tal guisa, ogni influenza ed ogni difficoltà derivante dal sistema ottico di osservazione nella collimazione.

La disposizione del prisma, il quale ricorda un pò il principio di Deville, di Pulfrich ed anche quello seguito dal Nistri nel suo primo Fotostereografo presentato nel 1935 a Parigi, è tuttavia ben diversa, giacché secondo la primitiva concezione lo specchio era fisso in rapporto all'asse principale della camera, ciò che impediva l'impiego delle camere grand'angolari, mentre nel nuovo Fotostereografo lo specchio è fisso rispetto al tubo del collimatore. In tal guisa possono effettuarsi collimazioni in tutte le direzioni senza alcuna limitazione.

Inoltre nel nuovo strumento è stata soppressa la rotazione del supporto comune alle due camere (cioè la rotazione che serve per l'orientamento as-

soluta del modello) intorno all'asse orizzontale, normale alla retta passante per il centro delle due camere.

Gli assi d'orientamento giacciono sempre in un piano verticale e l'asse della Z, ossia l'asse di profondità del modello ottico, è sempre orizzontale e mantiene la medesima direzione per la fotogrammetria terrestre od aerea.

Tale disposizione degli assi ha permesso di portare in basso tutte le parti pesanti dell'apparecchio, di realizzare una notevole stabilità e di semplificare inoltre il sistema ottico di osservazione.

Il restitutore ha pertanto una architettura del tutto originale e nuova.

I movimenti ai carrelli del coordinatometro e da essi agli assi del coordinatografo sono stati realizzati mediante dispositivi elettromeccanici, i quali sono stati già indicati dall'inventore del fotostereografo. Il restitutore è provvisto di grandi e di piccoli movimenti per il comando dei carrelli del coordinatometro, per rendere più rapida la ricostruzione del modello ottico. È così possibile, nell'osservazione, invertire le camere per l'esecuzione della triangolazione aerea.

Le camere possono essere sostituite nel restitutore, il quale è munito di camere aventi obbiettivi a campo normale o grand'angolari, dei quali la Società Ottico Meccanica Italiana ha realizzato un nuovo modello con campo di 90°, apertura $1/6,3$ e presentanti una buona correzione di distorsione.

Per l'impiego delle fotografie prese con un'ottica differente, si è previsto l'impiego del *Fotoriproduttore ortoscopico* di modello normale, che fornisce fotografie identiche all'originale e nel quale la distorsione dell'ottica di presa, quando è nota, può essere corretta mediante una piastra di correzione in vetro, ubicata sul piano focale dell'immagine riprodotta.

Qualora si disponga della camera da presa e di un'ottica uguale a quella della presa, si può impiegare il *Fotoriproduttore telescopico*, basato sul principio di Porro, il quale permette di ottenere clichés aventi le caratteristiche ottiche del restitutore, cioè clichés uguali a quelli che si sarebbero ottenuti direttamente con l'ottica di esso, anzi che con la camera da presa adoperata.

SUL COLLAUDO DELL'ALTIMETRIA FOTOGAMMETRICA NELLA CARTOGRAFIA A GRANDE SCALA

(prof. A. PAROLI)

Il collaudo dell'altimetria rappresentata sulle mappe catastali viene generalmente effettuato mediante raffronto fra le mappe stesse ed il terreno. A tale scopo si rilevano direttamente un conveniente numero di *profili* o *sezioni* del terreno, confrontandoli poi con i corrispondenti profili o sezioni desunte graficamente dalla mappa. Per ciascun punto di detti profili o sezioni gli scarti fra le quote delle curve di livello e le quote ottenute mediante

il rilievo tacheometrico di controllo non debbono superare le tolleranze ammesse; tolleranze che sono stabilite in funzione dell'inclinazione del terreno.

In genere per il collaudo suddetto si deve tracciare una sezione per ogni foglio di mappa.

Il procedimento sopra accennato è stato applicato per molti anni nella verifica delle mappe; tuttavia esso consente normalmente di controllare soltanto un limitato numero di punti e, se viene esteso ad una vasta superficie, dà luogo ad impiego di tempo e ad una spesa assai sensibile.

È perciò preferibile o utile che, per l'esecuzione del collaudo dell'altimetria, vengano impiegati metodi di controllo più rapidi e più economici, fra i quali riveste notevole importanza quello denominato « *metodo del secondo tracciamento* ».

Questo metodo consiste nel tracciare una seconda volta alcune porzioni dell'altimetria fotogrammetrica, mediante gli stessi fotogrammi che sono stati impiegati per la restituzione originale. Le curve di livello così tracciate a titolo di controllo presentano scarti più o meno sensibili rispetto all'andamento ottenuto fra esse nel corso del tracciamento originario.

L'entità degli scarti sopra indicati consente di accertare se la rappresentazione altimetrica superi o meno i limiti d'errore prefissati.

In effetto, è possibile stabilire una relazione analitica fra lo scarto quadratico medio dei due tracciamenti delle curve di livello, la distanza principale delle dette curve e l'equidistanza adottata.

Questa relazione, che è del secondo grado, permette di calcolare lo scarto medio fra i due predetti tracciamenti, in funzione della inclinazione del terreno. Essa permette altresì di determinare i rispettivi limiti di tolleranza, ossia lo scarto massimo tollerabile.

L'applicazione di questo metodo di controllo non offre difficoltà pratiche. Per facilitarla si è calcolata un'apposita tabella dei valori numerici (in millimetri grafici) degli scarti massimi tollerabili per ciascuna distanza media delle curve di livello.

Era stato denominato *precollaudo* l'insieme delle operazioni suddette.

Il suaccennato metodo di verifica è stato molto utile durante il periodo sperimentale della fotogrammetria catastale e la fase iniziale della evoluzione industriale dei lavori aerofotogrammetrici.

Attualmente l'esecuzione di numerosi controlli preliminari non è più necessaria e le normali verificazioni, eseguite sul terreno dopo la formazione delle mappe è sufficiente per assicurare la regolarità dei rilievi.

Al tempo stesso è sembrato necessario regolare con tutti i dettagli l'esecuzione dei lavori aerofotogrammetrici catastali e completare e perfezionare le prescrizioni dei capitoli d'oneri nel caso di assegnazione in appalto dei lavori stessi.

Si è perciò pubblicata la nuova Istruzione, la quale è stata distribuita ai partecipanti al VII Congresso internazionale di Fotogrammetria in Washington

Nella nuova Istruzione sono date le indicazioni generali, riguardo alla scelta delle zone nelle quali l'applicazione dei rilievi fotogrammetrici è preferibile. Lo sviluppo di ciascuna operazione relativa alla formazione dei piani catastali a.f.g. è parimenti regolata per quanto concerne le varie fasi di lavoro (segnalazione del terreno, esecuzione dei voli per la presa delle fotografie, la scelta e la determinazione planimetrica ed altimetrica dei punti di riferimento o di controllo e le operazioni di officina, fra le quali dettagliatamente l'orientamento esterno delle coppie, la restituzione dei dettagli planimetrici e la rappresentazione altimetrica).

Le tolleranze ammesse per la verifica della rappresentazione planimetrica e della altimetria sono state determinate sulla base dei risultati ottenuti per il controllo di numerosi rilievi catastali.

I procedimenti esposti nell'Istruzione costituiscono la sintesi dell'esperienza acquisita dal Catasto Italiano nel corso di oltre 15 anni di lavoro a.f.g., lavoro il quale ha portato un apprezzabile contributo al completamento dei rilievi catastali nel territorio statale ed ha ugualmente consentito di dotare le mappe catastali della rappresentazione dell'altimetria, indispensabile per la utilizzazione delle mappe stesse ai fini tecnici, all'infuori delle normali utilizzazioni civili e fiscali del Catasto.

L'Istruzione può essere considerata come un apporto di carattere scientifico e tecnico, dato dall'Amministrazione del Catasto Italiano nel campo delle realizzazioni fotogrammetriche.

SULLA PIÙ OPPORTUNA EQUIDISTANZA DELLE CURVE DI LIVELLO NELL'ALTIMETRIA AEROFOTOGRAMMETRICA

(prof. A. PAROLI)

L'equidistanza normale delle curve di livello deve essere determinata in funzione della scala della Carta e delle sue finalità.

Per le mappe aerofotogrammetriche del Nuovo Catasto Italiano un tempo si impiegava un'equidistanza pari ad un millesimo del denominatore della scala di rappresentazione (cioè l'equidistanza di un metro, di 2 metri, o di 4 metri rispettivamente per le scale 1 : 1.000; 1 : 2.000 ed 1 : 4.000).

Più recentemente per le tre scale sopra indicate è stata adottata l'equidistanza fondamentale uniforme di 5 metri. Fra le curve di 5 metri si tracciano inoltre curve sussidiarie, con equidistanza di un metro o di due metri e mezzo rispettivamente per la scala di 1 : 1.000 e di 1 : 2.000.

Quando l'inclinazione del terreno è più notevole, si deve adottare una equidistanza doppia, quadrupla ecc., per evitare che le curve di livello possano toccarsi o intersecarsi.

In effetti, questi inconvenienti potrebbero manifestarsi qualora l'equidistanza delle isoipse avesse un ordine di grandezza uguale all'errore massimo ammissibile, cioè uguale al limite di tolleranza, il quale, per il Catasto Italiano, è dell'ordine di m. 1.80 circa per la scala 1 : 2.000, nel caso di lievi inclinazioni del terreno. Tale tolleranza è funzione della pendenza del terreno e cresce con essa.

Per stabilire l'equidistanza da adottare per i terreni di grande inclinazione non si può perciò fare astrazione dall'errore medio altimetrico delle curve di livello.

Dalla formula che fornisce il valore dell'errore medio altimetrico in funzione della pendenza, si è ricavata l'espressione dell'equidistanza *limite*, cioè della minore equidistanza che si può adottare senza che abbiano luogo gli inconvenienti sopra accennati.

Se l'equidistanza fondamentale delle curve di livello è pari ad un millesimo del denominatore della scala, l'equidistanza limite per le Carte del Nuovo Catasto Italiano alla scala 1 : 2.000 è di due metri per le zone mediamente inclinate del 30%, di quattro metri fino all'inclinazione del 60%, di otto metri fino a quella del 90% ecc.

Le equidistanze limite sono state calcolate per ogni singola scala e per i diversi casi, che possono presentarsi nel corso della restituzione.

LA CARTA 1 : 10.000 DELLA CITTÀ DI ROMA

(prof. G. BOAGA)

Le grandi città e, in special modo, le Capitali dei vari Stati sono abbondantemente fornite di piante e Carte. Ciò avviene in particolare per la città di Roma, nella quale la frequente pubblicazione di elaborati del genere è favorita dalla richiesta dovuta all'intenso movimento turistico.

Una nuova Carta di Roma potrebbe perciò apparire superflua, se redatta coi normali criteri.

La Direzione Generale del Catasto Italiano ha voluto, tuttavia, iniziare per la città di Roma la pubblicazione di una Carta 1 : 10.000 che, essendo desunta dalla nuova mappa catastale, fosse caratterizzata da un elevato grado di precisione geometrica; mentre, in genere, le piante della città sono redatte in modo piuttosto sommario e con intenti essenzialmente rappresentativi.

Occasione per l'allestimento di un primo foglio (a titolo sperimentale) di tale Carta è stata data dal rilievo - recentemente completato - della nuova mappa catastale, la quale entrerà in vigore entro l'anno corrente. Tale mappa (come venne già accennato in altra comunicazione, concernente la mappa archeologica) è stata rilevata con metodo misto, cioè da terra coi procedi-

menti classici per quanto concerne la planimetria, ma di essa si sta eseguendo l'integrazione altimetrica con procedimento aerofotogrammetrico, introducendo altresì, con lo stesso procedimento, altri dettagli planimetrici, nuovi o non rilevati in un primo tempo.

La mappa catastale suddetta è costituita da parecchie centinaia di fogli, per la massima parte nella scala di 1 : 1.000.

Al fine di mantenere pressoché inalterato il grado di precisione della detta mappa nel passaggio alla Carta 1 : 10.000, la riduzione è stata effettuata prevalentemente per via fotografica.

Più precisamente i fogli di mappa 1 : 1.000 vennero anzitutto ridotti fotograficamente alla scala intermedia 1 : 5000. Le riduzioni così ottenute servirono per formare, sempre nella scala suddetta, le matrici originali su carta trasparente. Si *lucidarono* cioè dalle riduzioni stesse tutti i dettagli che occorreva rappresentare nella Carta definitiva, trascurando naturalmente i particolari di esclusivo interesse catastale, nonché quei dettagli che, necessari od utili nella mappa 1 : 1000 del Catasto, non avrebbero potuto essere rappresentati chiaramente nella scala 1 : 10.000.

A quest'ultima scala vennero ridotte, pure per via fotografica e mediante lastre di vetro, le matrici suaccennate, con le quali furono poi formati i clichés (*fotolito*).

Pertanto, salvo le eventuali lievi deformazioni che possono dipendere dal procedimento di riduzione e specialmente dalla distorsione (assai lieve) degli obbiettivi adoperati, la Carta costruita serba il grado di precisione della mappa da cui proviene. Serba altresì il relativo minuto dettaglio, a meno degli *sfollamenti* che sono stati necessari effettuare, come sopra si è accennato.

La Carta 1 : 10.000 è stata preventivata in quattro fogli e, oltre alla Città propriamente detta, comprende la relativa zona d'espansione, così da potere servire ad eventuali scopi urbanistici ed essere suscettibile di successivi aggiornamenti per seguire il continuo e rapido sviluppo edilizio, la costruzione di nuove strade, di nuovi tronchi ferroviari, ecc.

I dettagli planimetrici sono stati rappresentati in colore terra di siena, con colorazione interna diversa per i fabbricati pubblici e privati. Si è poi fatto uso di un colore neutro per le curve di livello e le quote, verde per i giardini e culture varie (indicate coi corrispondenti segni convenzionali), azzurro per le acque, ecc.

La formazione della predetta Carta 1 : 10.000 conferma l'importanza della mappa catastale all'infuori dei normali compiti d'istituto (civili e tributari) nonché il valore di essa come elaborato fondamentale della cartografia italiana.