

Corso di Rilievo dell'Architettura

Condotta da daniela colistra – a.a.2015-2016

18. Il metodo fotogrammetrico: strumenti e applicazioni

IL RILEVAMENTO ARCHITETTONICO

Il metodo fotogrammetrico: strumenti e applicazioni

L'evoluzione delle tecnologie informatiche negli ultimi anni ha rivoluzionato le procedure operative relative al rilevamento fotogrammetrico e, quindi, anche gli strumenti utilizzati.

Oggi sono molto usati i software di fotomodellazione (p. es. Photoscan, che stiamo utilizzando per il rilievo delle fontane storiche di Messina) che hanno semplificato notevolmente le fasi di rilievo fotogrammetrico.

Tuttavia, per ragioni didattiche, descriveremo brevemente anche gli strumenti per le riprese e la restituzione fotogrammetrica tradizionale.

Gli strumenti possono suddividersi in strumenti per la ripresa (fotocamere) e strumenti per la restituzione (restitutori analogici e analitici).



Una fotocamera per riprese fotogrammetriche nella sua valigetta.

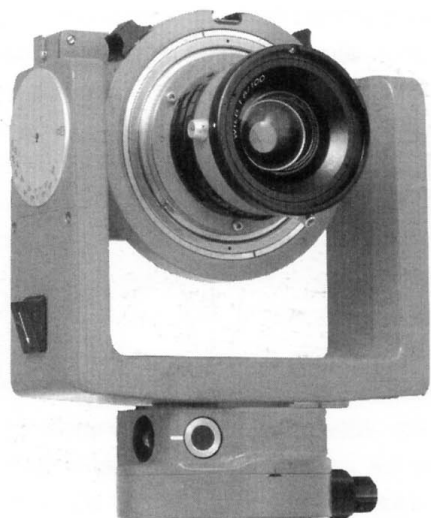
Le fotocamere per riprese fotogrammetriche terrestri si possono distinguere in:

- metriche;
- semimetriche;
- bicamere metriche (o camere stereofotogrammetriche).

La monocamera metrica è costituita da un corpo macchina montato su un supporto girevole a sua volta sostenuto da un cavalletto.

Si tratta, in sostanza, di una macchina fotografica dotata di un obiettivo pressoché privo di distorsioni e con asse ottico perfettamente perpendicolare al piano della pellicola. La focale dell'obiettivo è fissa ed è calcolata al centesimo di millimetro. Le pellicole (o le lastre) hanno quasi sempre un formato pari a cm 9 x 12, ed esiste in quasi tutti i modelli un sistema di spianamento della pellicola stessa, per assicurare una perfetta planarità. La messa in stazione della monocamera avviene in modo analogo rispetto agli strumenti per il rilevamento indiretto descritti nelle lezioni precedenti.

Ultimamente si stanno diffondendo anche le fotocamere metriche digitali.



Fotocamera metrica Wild P31.

Il formato della lastra è di cm 9 x 12; la macchina è dotata di ottica intercambiabile, con 3 focali: 45, 100 e 200 mm.



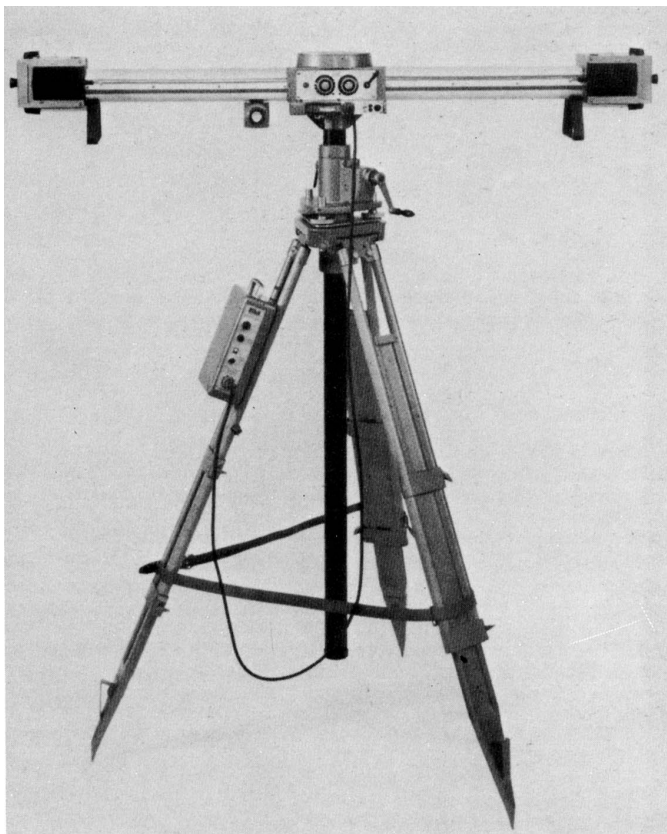
La prima fotocamera metrica digitale: la Rollei d30 metric 5 (2552x1290 pixel), con ottica zoom 10-30mm (corrispondenti al 40-120mm nel formato pellicola 35 mm) e calibrata nelle posizioni fisse 10mm e 30mm.

Le fotocamere semimetriche sono reflex di medio formato, con componentistica di qualità, dotate di un controllo metrico del fotogramma grazie a un piano grigliato posto davanti alla pellicola e che, quindi, viene impressionato sul negativo. Rispetto alle camere metriche, quelle semimetriche hanno costi più contenuti, maggiore maneggevolezza e versatilità d'uso.



Fotocamera semimetrica Rolleiflex 3003.

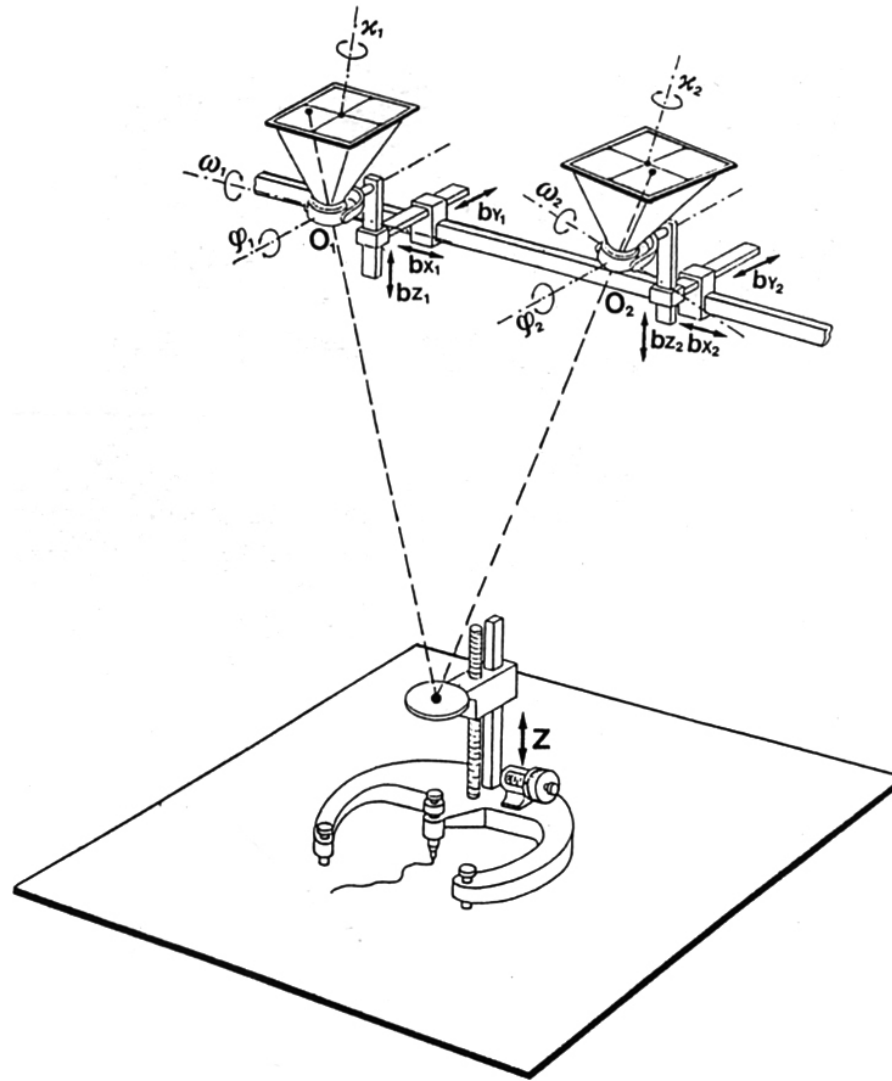
Le bicamere metriche sono strumenti fotografici costituiti da due camere di ripresa disposte all'estremità di una base fissa, di norma ampia m 1,20 (m 2 per alcuni modelli). Con le bicamere è possibile effettuare simultaneamente la ripresa dei due fotogrammi stereoscopici. Anche la bicamera è montata su supporto e cavalletto, per cui può assumere qualsiasi posizione. Con l'avvento dei restitutori analitici, che hanno soppiantato quelli analogici, l'uso della bicamera si è molto ridotto a vantaggio della monocamera, in quanto col restitutore analitico non è più necessario effettuare l'orientamento relativo della coppia di fotogrammi (cosa resa semplice dalla bicamera in quanto l'asse ottico delle due camere era sicuramente parallelo). Un altro limite della bicamera è che la base fissa di m 1,20 non consente riprese a distanza maggiore di 12 metri rispetto al soggetto (20 metri se si utilizza una base fissa ampia 2 metri), mentre il vantaggio principale rispetto alla monocamera consiste nel fatto che deve essere messa in stazione un minor numero di volte (con conseguente riduzione delle operazioni topografiche per determinare la posizione delle basi di ripresa).



Due modelli di camera stereofotogrammetrica.

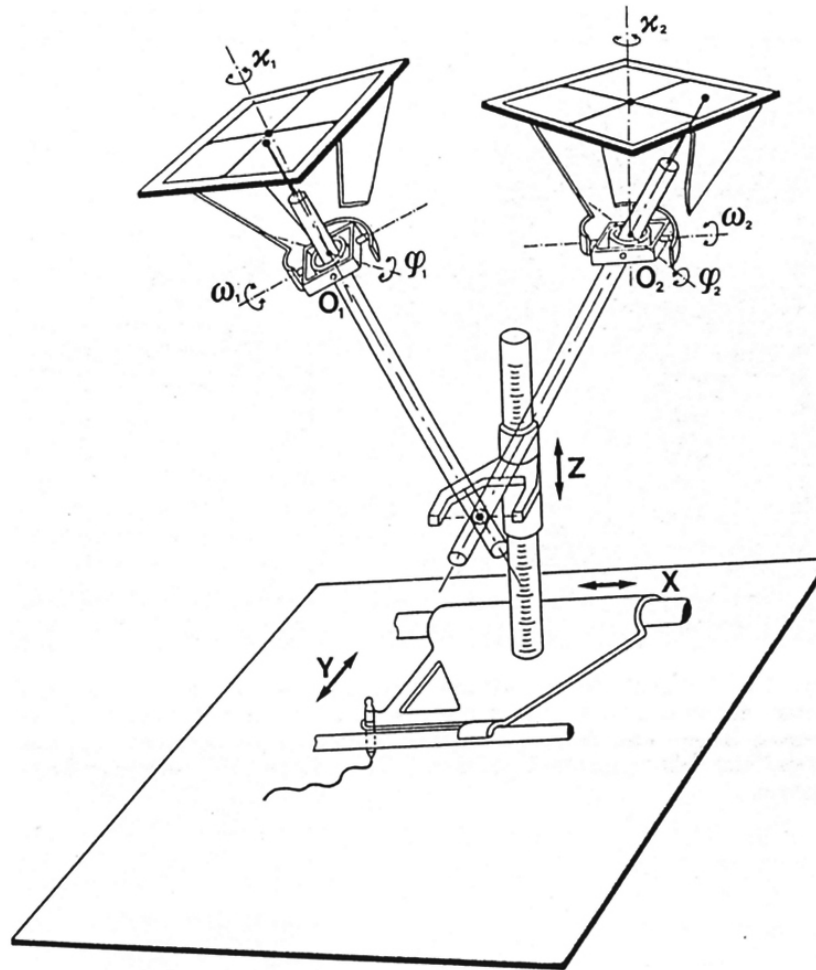
I restitutori analogici, ormai in disuso, si distinguono in:

- restitutori ottici, in cui la ricostruzione dei raggi proiettanti e la loro intersezione (che permette di materializzare il punto da ricostruire) è affidata a raggi ottici;



Schema di restitutore analogico a proiezione ottica.

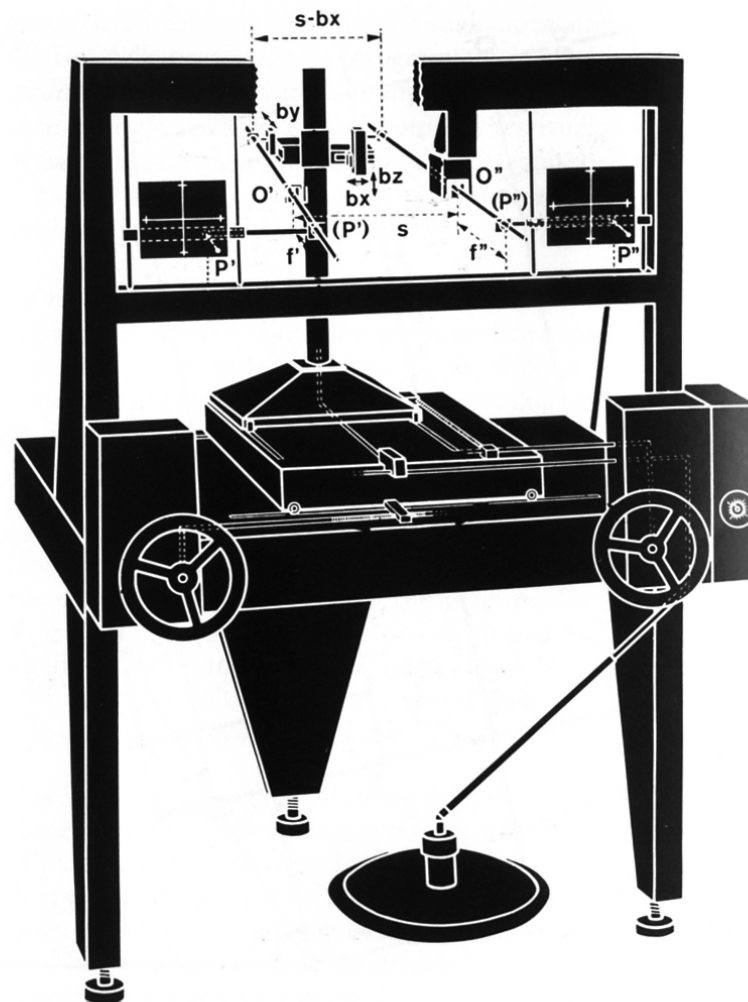
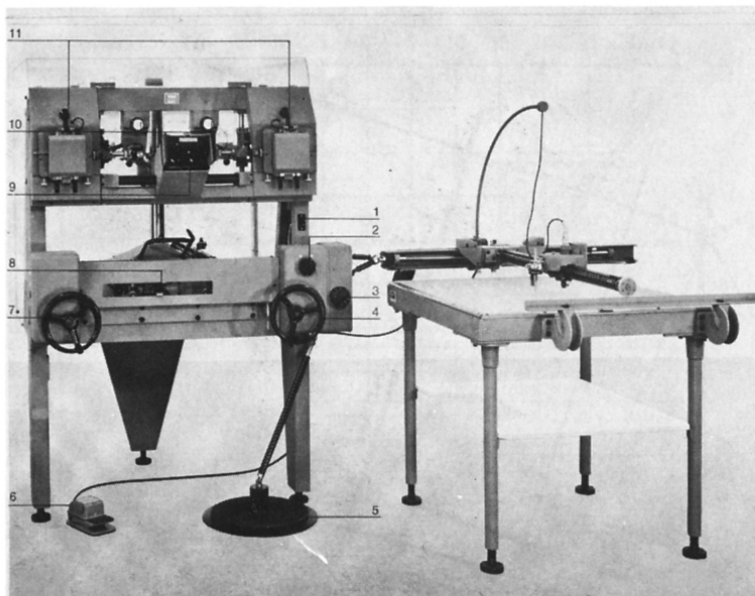
- restitutori meccanici, in cui i raggi di proiezione sono materializzati da aste meccaniche;



Schema di restitutore analogico a proiezione meccanica.

- restitutori ottico - meccanici, il cui funzionamento combina le caratteristiche dei due tipi precedentemente illustrati.

Tutti i tipi di restitutore analogico si compongono di due camere di proiezione (per orientare i fotogrammi), un sistema di osservazione e un coordinato metro di restituzione grafica.



Autografo Wild A 40 e, a destra, schema funzionale del medesimo apparecchio.



Operatore al restitutore analogico.

I restitutori analitici si compongono essenzialmente delle seguenti parti:

- stereocomparatore, che consente di posizionare i due fotogrammi e osservarli stereoscopicamente, misurando le coordinate-lastra di uno stesso generico punto P;
- l'elaboratore;
- l'elettrocoordinatografo, per l'acquisizione delle coordinate, e si distinguono da quelli analogici per il fatto che le operazioni di collimazione, misura e calcolo vengono realizzate grazie a un'interfaccia tra stereocomparatore e computer.



Restitutore analitico Zeiss.

La generazione più recente di restitutori è rappresentata da quelli digitali, in cui tutta la strumentazione è composta da un computer e uno speciale tipo di occhiali a lenti diversamente polarizzate (passive), oppure occhiali a cristalli liquidi capaci di captare il segnale infrarosso emesso da un dispositivo posizionato sopra il monitor (attive). Le lastre fotografiche sono sostituite con immagini digitali e tutta la parte meccanica è stata eliminata.



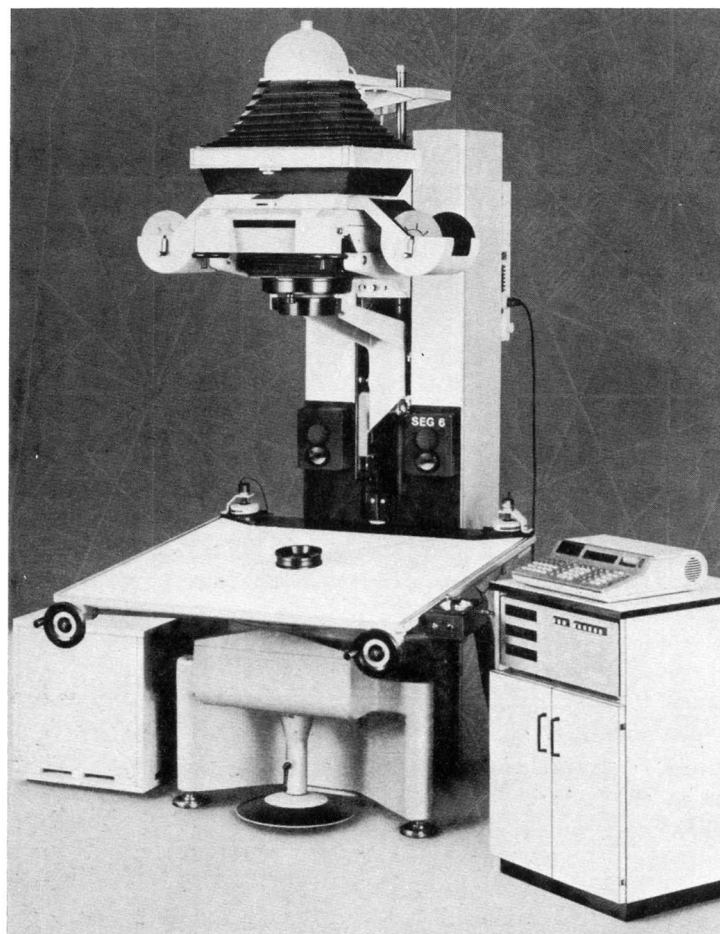
Restitutore fotogrammetrico digitale: il software necessita esclusivamente di un PC dotato di doppio monitor e occhiali stereoscopici.



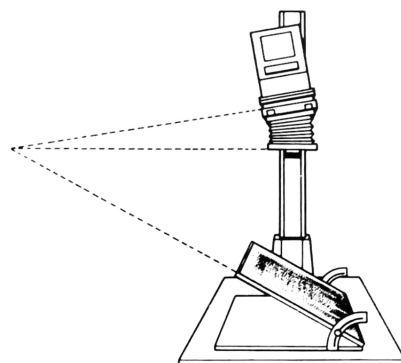
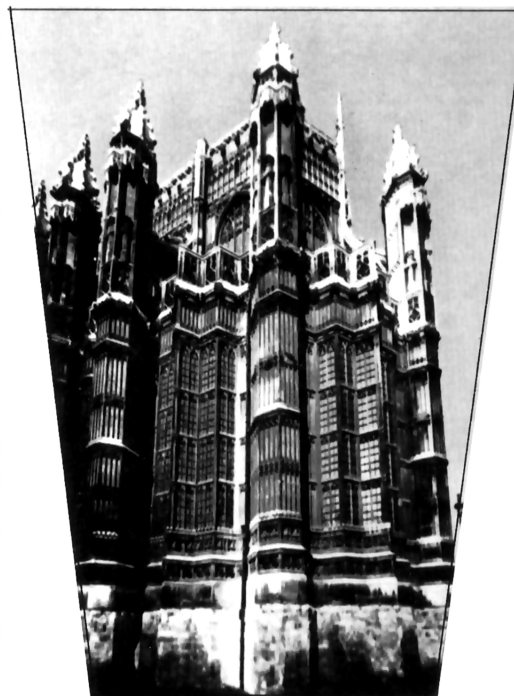
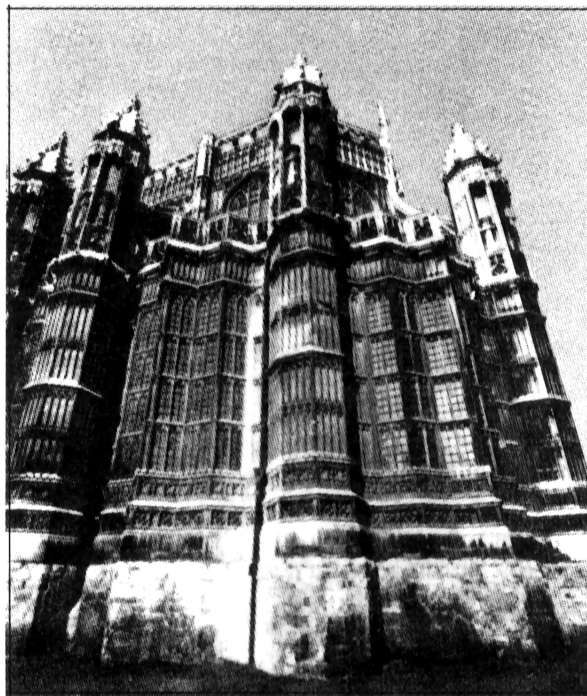
Esempi di occhiali a lenti passive e a lenti attive.

Il *raddrizzamento*.

In alcuni casi, un semplice fotogramma può essere utilizzato per fini metrici, a condizione che l'oggetto fotografato sia una superficie piana. Il fotogramma, però, deve essere preventivamente raddrizzato. Il *raddrizzamento* può avvenire mediante apparecchi ottico - meccanici, che proiettano l'immagine in modo da annullare la distorsione prospettica del fotogramma originale, oppure grazie a un software apposito (come RDF, che abbiamo utilizzato durante il corso).

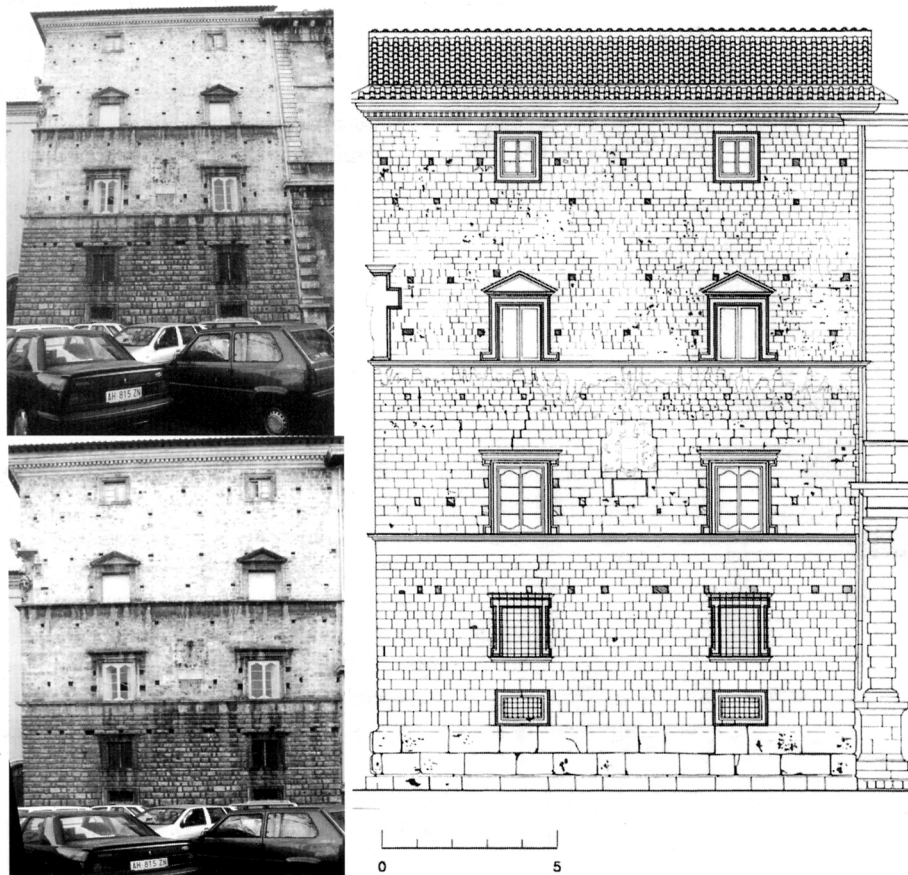


Raddrizzatore ottico - meccanico Zeiss SEG6.



Raddrizzamento di un'immagine in sede di stampa su carta; affinché tutti i punti dell'immagine siano a fuoco è necessario che i tre piani del portacarta, del porta pellicola e quello ortogonale all'asse dell'obiettivo si incontrino nella stessa retta.

Dopo aver effettuato il raddrizzamento, avendo rilevato sull'oggetto almeno quattro punti non allineati è possibile "scalare" il fotogramma e ridisegnarlo, oppure stamparlo fotograficamente. Per eseguire un raddrizzamento mediante un sistema informatico non è quindi importante conoscere gli elementi di orientamento interno della fotocamera ma come già detto, è sufficiente conoscere alcune informazioni metriche dell'oggetto fotografato.

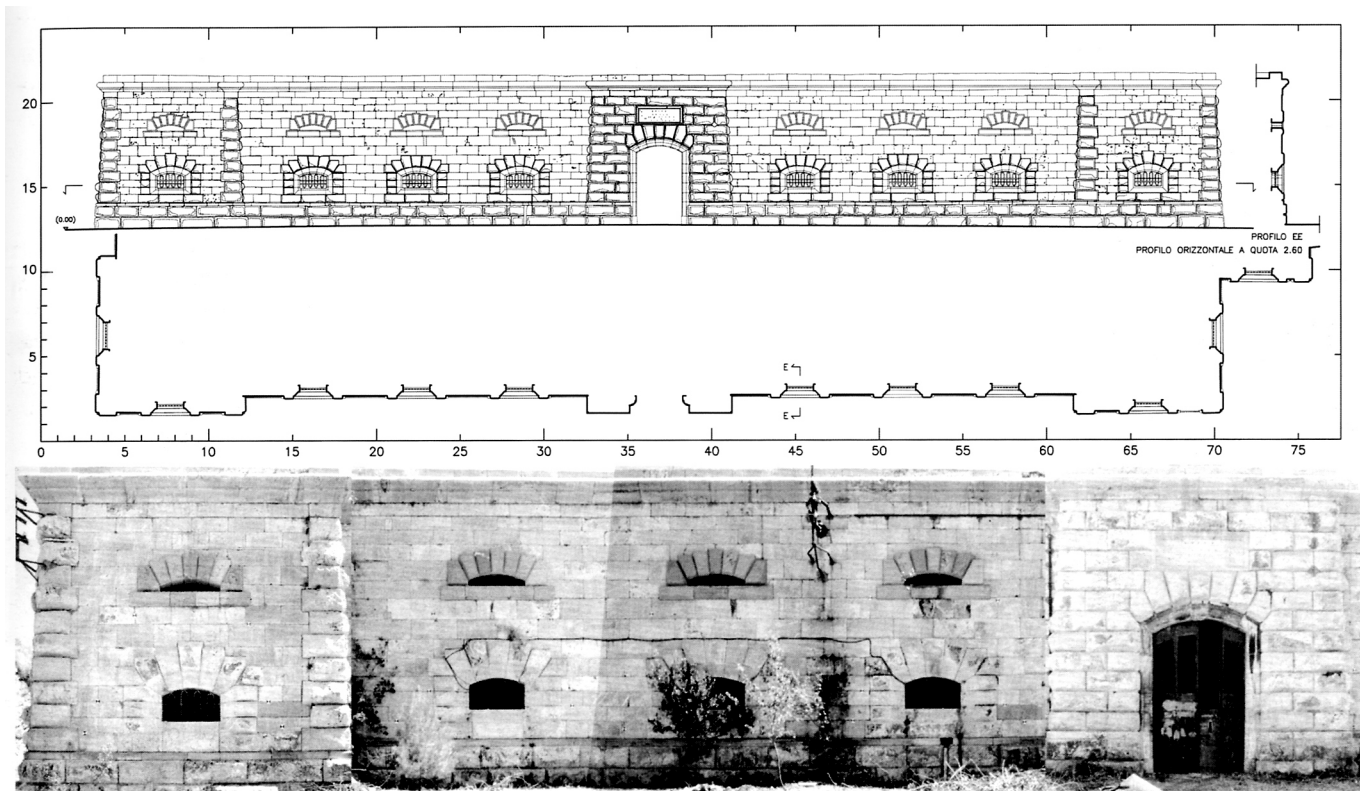


Esempio di raddrizzamento digitale e restituzione al tratto.

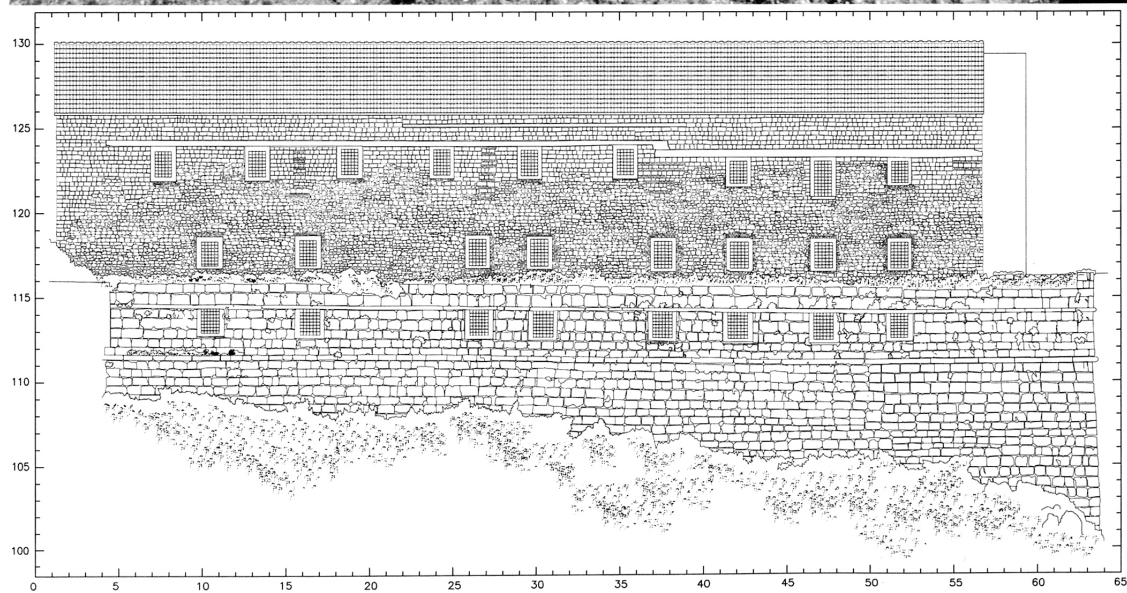
Se durante l'esecuzione di un raddrizzamento è impossibile abbracciare tutto il soggetto con un unico fotogramma, si ricorre al *fotomosaico* (detto anche *fotopiano*).

Per realizzare un fotomosaico occorre:

- stilare il progetto di dislocazione dei singoli fotogrammi;
- rilevare i punti di controllo, avendo cura che alcuni di essi siano in comune fra fotogrammi adiacenti;
- raddrizzare ciascun fotogramma;
- giustapporre i fotogrammi raddrizzati sui punti di controllo;
- unire i fotogrammi e formare un'immagine unica.



Raddrizzamento digitale dei singoli fotogrammi, fotomosaico e ridisegno al tratto della facciata di un edificio.

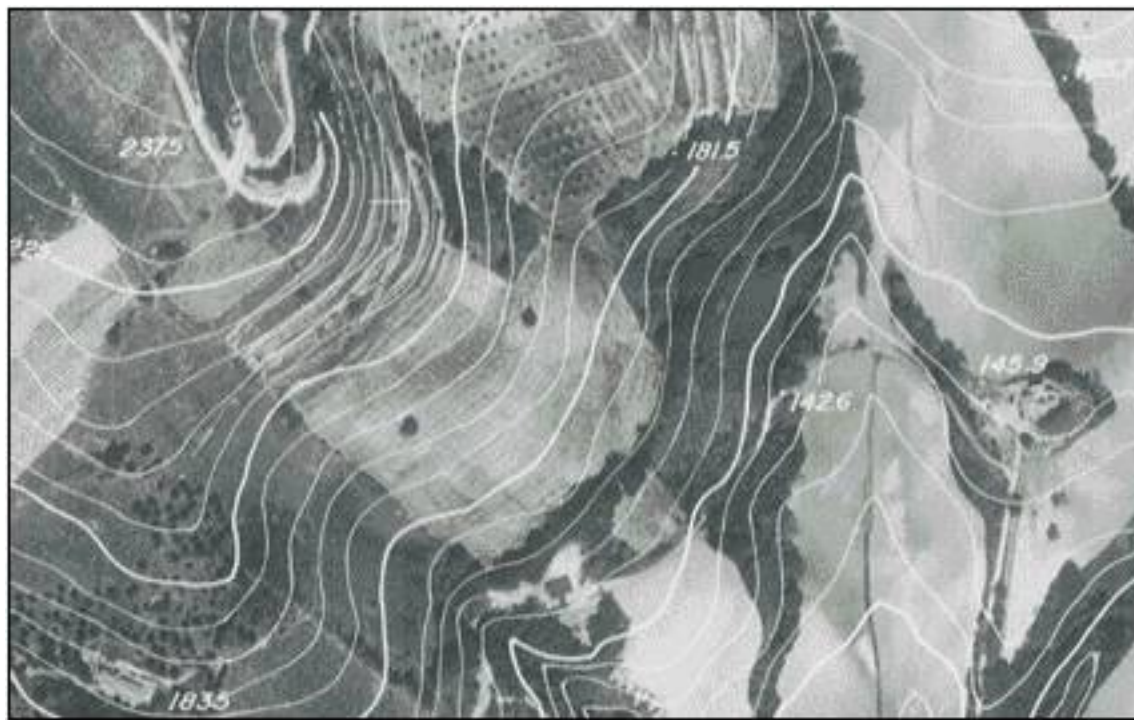


Raddrizzamento digitale dei singoli fotogrammi, fotomosaico e ridisegno al tratto della facciata di un edificio.

Se si applica la tecnica del fotomosaico a un territorio, si ottiene un'immagine definita *ortofotopiano* (qualora sia priva di informazioni altimetriche sugli oggetti riprodotti) oppure *ortofotocarta* (qualora vi siano informazioni relative all'altimetria, come ad esempio curve di livello sovrapposte all'immagine fotografica).

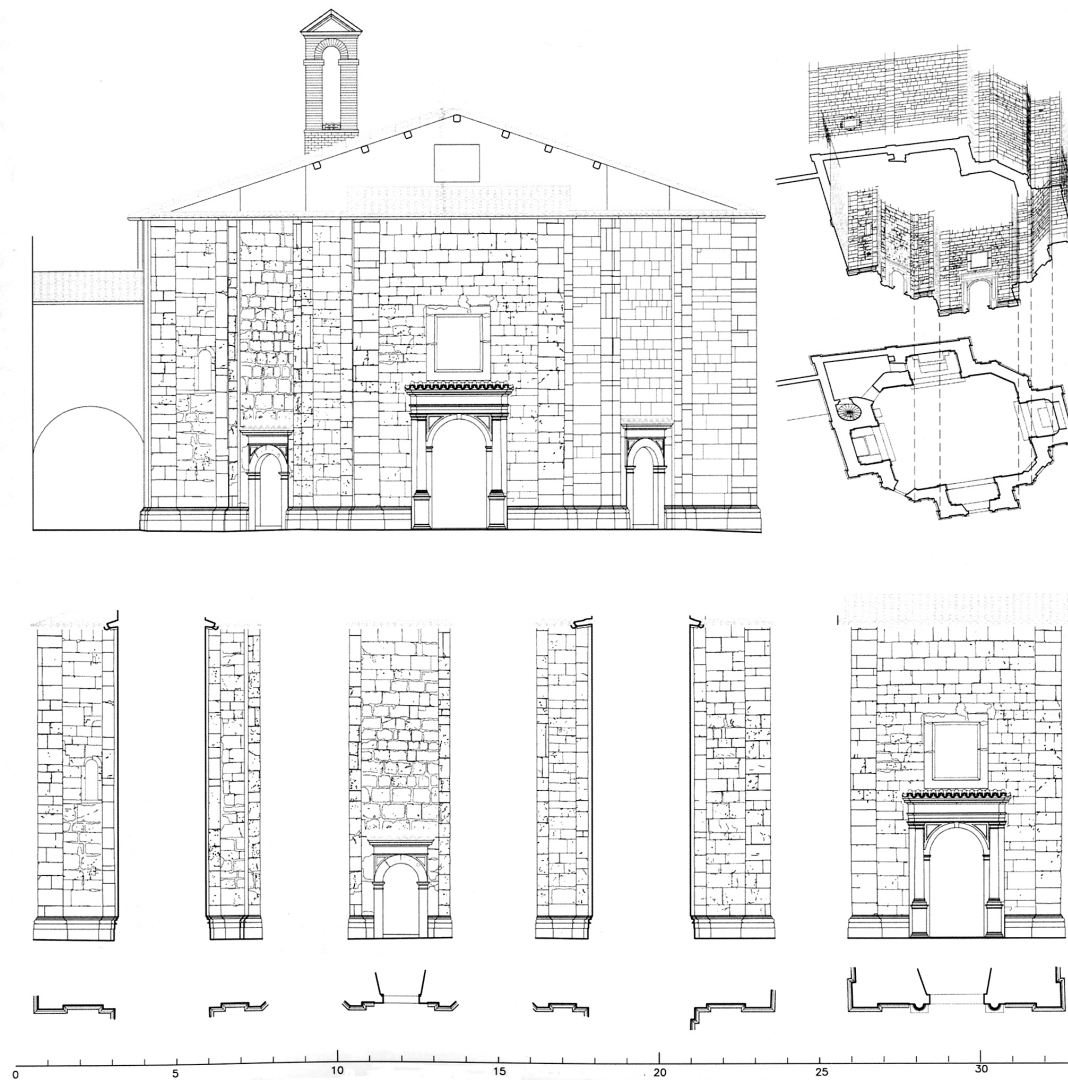


Ortofotopiano della città di Imola.



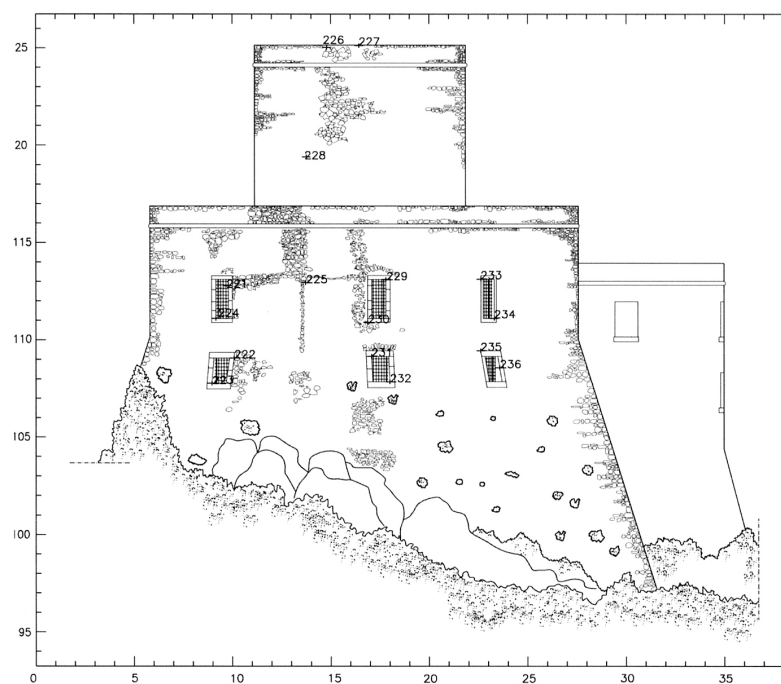
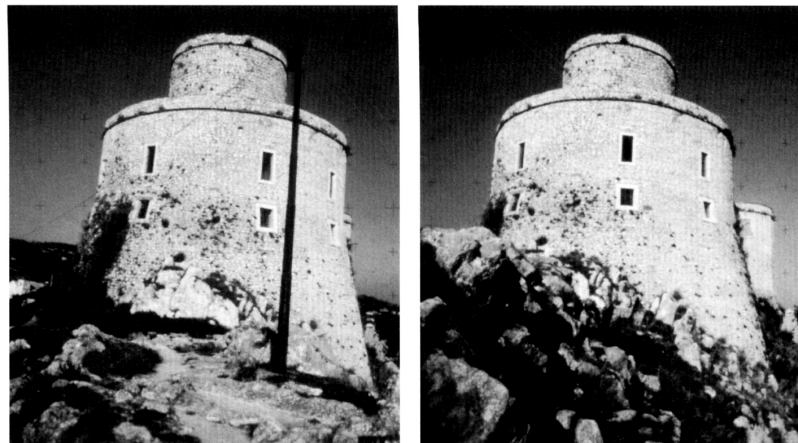
Ortofotocarta in scala 1:5000 di un'area extraurbana nella regione Marche.

Nel caso in cui un edificio abbia una forma complessa, il raddrizzamento va effettuato per ogni porzione di facciata giacente su differenti piani. Successivamente è possibile comporre il prospetto d'insieme.



Esempio di raddrizzamento fotografico di edificio dalla pianta complessa. Le operazioni di appoggio topografico, in questo caso e in casi ad esso analoghi, permettono di rimontare tridimensionalmente i prospetti parziali e, poi, di ottenere i prospetti d'insieme.

Se l'edificio è privo di prospetti piani, la restituzione non può che essere effettuata mediante procedura tradizionale e il raddrizzamento è utile per la catalogazione delle immagini fotografiche ma non per il rilievo metrico.



Stereocoppie e restituzione della torre di Montesarchio (BN).



Stereocoppie del cratere del vulcano di S. Elena (stato di Washington).