

# Attività di strutturazione del patrimonio aerofotografico della Regione Piemonte

## *Structuring activity of the aerial photography archives of the Piedmont Region*

**CARLO TROISI**

### **Abstract**

La Regione Piemonte dispone di un ricco archivio di fotografie aeree riprese sul territorio regionale a partire dal 1944. Tale archivio multi-temporale include oltre 100.000 fotogrammi e rappresenta uno strumento di estrema importanza per la descrizione dell'evoluzione del territorio nel tempo e per molteplici ulteriori aspetti e utilizzi: forestale, paesaggistico, agricolo, culturale, storico. Negli ultimi anni, gli uffici regionali hanno iniziato una sistematica attività di riordino e strutturazione dell'archivio che include: la digitalizzazione di tutti i fotogrammi; la creazione di piani di volo vettoriali (che permettono la localizzazione di ciascun fotogramma tramite sistemi GIS); la redazione di adeguata metadocumentazione, secondo le specifiche nazionali. Il fine dell'attività è la diffusione dell'archivio aerofotografico, con licenze CC0 o CC BY, tramite il GeoPortale Piemonte.

*The Piedmont Region owns a rich archive of aerial photographs taken on the regional territory since 1944. This multi-temporal archive includes over 100,000 frames and represents an extremely important tool for describing the evolution of the territory over time, and for multiple additional aspects and uses: forestry, landscape, agriculture, cultural, historical. In recent years, offices of the Regione Piemonte have started a systematic reorganization and structuring of the archive that includes: the digitization of all frames; the creation of vector flight plans (which allow the localization of each frame via GIS systems); the drafting of adequate metadocumentation, according to national specifications. The purpose of this activity is the dissemination of the aerial photography archive – with CC0 or CC BY licenses – through the GeoPortale Piemonte.*

Carlo Troisi, Regione Piemonte, Settore Geologico.

carlo.troisi@regione.piemonte.it

### **Introduzione**

La Regione Piemonte dispone di un ricco archivio di fotografie aeree riprese sul territorio regionale a partire dal 1944. Il patrimonio aerofotografico deriva da acquisti operati negli anni dai vari uffici interessati al fine di fornire supporto ad attività legate, essenzialmente, agli aspetti urbanistici o di difesa del suolo.

Negli anni recenti l'insieme di tale patrimonio aveva sofferto, se non un abbandono, quantomeno di una sorta di oblio dovuto a problemi di varia natura, non ultimo una certa presunta obsolescenza della documentazione cartacea rispetto alla sempre crescente diffusione di supporti digitali. Ancora oggi è costante la richiesta di consultazione delle riprese aeree da parte di tecnici, professionisti, privati cittadini, sia nella forma digitale sia nella forma cartacea. Ancorché acquisito all'origine con finalità prevalenti nel campo urbanistico e della difesa del suolo, l'archivio aerofotografico multi-temporale rappresenta uno strumento insostituibile e di estrema importanza per la descrizione

dell'evoluzione del territorio nel tempo e per molteplici ulteriori aspetti e utilizzi: forestale, paesaggistico, agricolo, culturale, storico.

## 1. Il riordino dell'archivio

Per preservare, valorizzare e diffondere tale patrimonio due Settori Regionali, *Geologico* e *Sistema Informativo Territoriale e Ambientale*, hanno iniziato una sistematica attività di riordino e strutturazione dell'archivio. Parte delle attività si sono svolte in collaborazione con Arpa Piemonte, che pure dispone di numerosi voli aerofotografici.

Nel complesso, il patrimonio disponibile comprende oltre 100.000 fotogrammi cartacei e circa 30.000 fotogrammi su negativo fotografico (Figura 1) corrispondenti, nel complesso a circa 650 voli diversi.

L'archivio aerofotografico regionale include unicamente fotogrammi zenitali; la ripresa aerea, ovvero, è stata effettuata con l'asse ottico della camera fotografica ortogonale (o circa ortogonale) rispetto al terreno. I fotogrammi cartacei e i negativi fotografici hanno formato di circa 23 x 23 cm. La quasi totalità dei voli comporta la copertura stereoscopica, con i vari fotogrammi che si sovrappongono per circa i 2/3. Questo permette, sia su copie cartacee tramite appositi stereoscopi, sia su copie digitali, a monitor, tramite adeguati applicativi, di avere una visione tridimensionale dell'area fotografata.

Le attività riguardano sia la digitalizzazione dei fotogrammi (cartacei e su negativo) sia la produzione in forma strutturata di informazioni di contorno fondamentali per il corretto utilizzo delle foto stesse, al fine di:



Figura 1. Esempio di immagine aerofotografica zenitale. Le dimensioni totali sono circa 23 x 23 cm. La banda laterale riporta, tipicamente: il numero del fotogramma, la quota di volo, una bolla per la verifica dell'orizzontalità, l'orologio e, talvolta, la data della ripresa.

- strutturare in forma logica i materiali aerofotografici e i relativi piani di volo;
- rendere la documentazione fruibile agli uffici pubblici (regionali, provinciali, comunali, Arpa) tramite strumenti di diffusione interna, per permetterne l'utilizzo nell'ambito di attività istituzionali ed istruttorie;
- rendere fruibile al pubblico, tramite il GeoPortale Piemonte, la parte di documentazione per la quale non sussistano problematiche legate al diritto d'autore perché di proprietà regionale o perché trascorsi venti anni dalla produzione e quindi considerate dalla Normativa di *pubblico dominio* (art. 92 L. 633/1941 e s.m.i.).

Le attività di strutturazione del patrimonio aerofotografico in corso includono:

- scansione, tramite scanner piano, di tutti i fotogrammi cartacei disponibili, con risoluzione di 600 dpi;
- scansione dei negativi aerofotografici tramite scanner fotogrammetrico, con risoluzione di 1200 dpi;
- attribuzione di un nome univoco a ciascun fotogramma;
- creazione, per tutti i voli, del piano di volo secondo le specifiche nazionali relative ai database geo-topografici ([https://geodati.gov.it/geoportale/images/Specifica\\_GdL2\\_09-05-2016.pdf](https://geodati.gov.it/geoportale/images/Specifica_GdL2_09-05-2016.pdf)), di cui le informazioni su voli aerei fanno parte;
- verifiche di congruità e allineamento tra i piani di volo e i fotogrammi disponibili;
- redazione di adeguata metadocumentazione, secondo le specifiche nazionali del Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali ([https://geodati.gov.it/geoportale/images/Decreto\\_10112011\\_RNDT.pdf](https://geodati.gov.it/geoportale/images/Decreto_10112011_RNDT.pdf)).

## 2. I voli

L'unità base dell'archivio è il *volo*, che corrisponde a un insieme di fotogrammi, commissionato da un committente per un qualche fine. Il numero di fotogrammi per ciascun volo varia da alcune unità ad alcune migliaia. Ogni volo si compone poi di una o più *strisciate*, che rappresentano i vari *assi di volo* che il velivolo ha percorso per realizzare le riprese aeree. Ogni *volo* è caratterizzato da:

- committente: il soggetto che ha commissionato il volo (Regione, Provincia, Comunità Montana, Comune...);
- ditta esecutrice: la ditta che ha effettuato le riprese aeree;
- data ripresa: i voli sono di norma realizzati in intervalli di tempo ristretti, da un giorno per i voli minori ad alcune settimane per i voli a copertura più estesa;
- area coperta: i voli coprono di solito settori di territorio limitrofi anche se sono numerosi i voli che seguono assi vallivi, fluvio-torrentizi, stradali, ferroviari, acquedotti od altre infrastrutture lineari;
- scala: ogni volo presenta di norma scala omogenea, il che viene ottenuto mantenendo la quota di volo costante rispetto al piano campagna;
- tipo ripresa: colori, bianco e nero o infrarosso.

Nell'ambito del riordino, a ogni volo è stata assegnata una sigla univoca di identificazione a sei caratteri.

### 3. Scansione e trattamento dei fotogrammi

Le scansioni dei fotogrammi cartacei sono state effettuate internamente, a 600 dpi, tramite uno scanner automatico Kodak i1410 messo a disposizione da Arpa Piemonte; sono stati scannerizzati la quasi totalità dei fotogrammi disponibili presso Regione e presso Arpa Piemonte.

La scansione dei negativi aerofotografici è stata effettuata tramite scanner fotogrammetrico Z/Imaging PhotoScan2000, a 1200 dpi, dalla ditta CGR S.p.A. (Compagnia Generale Ripresearee) di Parma.

I fotogrammi non sono (quantomeno per ora) né georiferiti né ortorettificati.

Ciascun fotogramma digitale è denominato in maniera univoca tramite una stringa di 18 caratteri così strutturata:

siglavolo(6 caratteri)\_strisciata(6 caratteri)\_fotogramma(5 caratteri).tif (o jpg)  
 esempio: OVAD77\_00003A\_00345.tif

La siglavolo è rappresentata da un identificatore univoco per ciascun volo. Seguono il numero/codice della strisciata ed il numero del singolo fotogramma. I fotogrammi digitali sono stati acquisiti in due formati: .tif non compresso ad alta definizione e .jpg con dimensioni di 1-3 MB.

Al fine di facilitare l'analisi i file-immagine dei fotogrammi sono sempre orientati, per quanto possibile, mantenendo il nord verso l'alto.

### 4. Strutturazione dei piani di volo

I piani di volo sono rappresentazioni geografiche che permettono di ubicare i voli e ciascun fotogramma sul territorio. Per i voli più antichi i piani di volo erano tipicamente costituiti da cartografie cartacee con indicazione dell'ingombro al suolo dei fotogrammi (Figura 2). In fase di riordino tutti i piani di volo vengono ora strutturati tramite sistemi GIS (Sistemi informativi geografici). Ciascun volo prevede quattro coperture vettoriali (Figura 3):

1. centri di presa, corrispondenti ai punti centrali di ciascun fotogramma, ovvero il punto sulla verticale del quale si trovava la fotocamera al momento dello scatto;

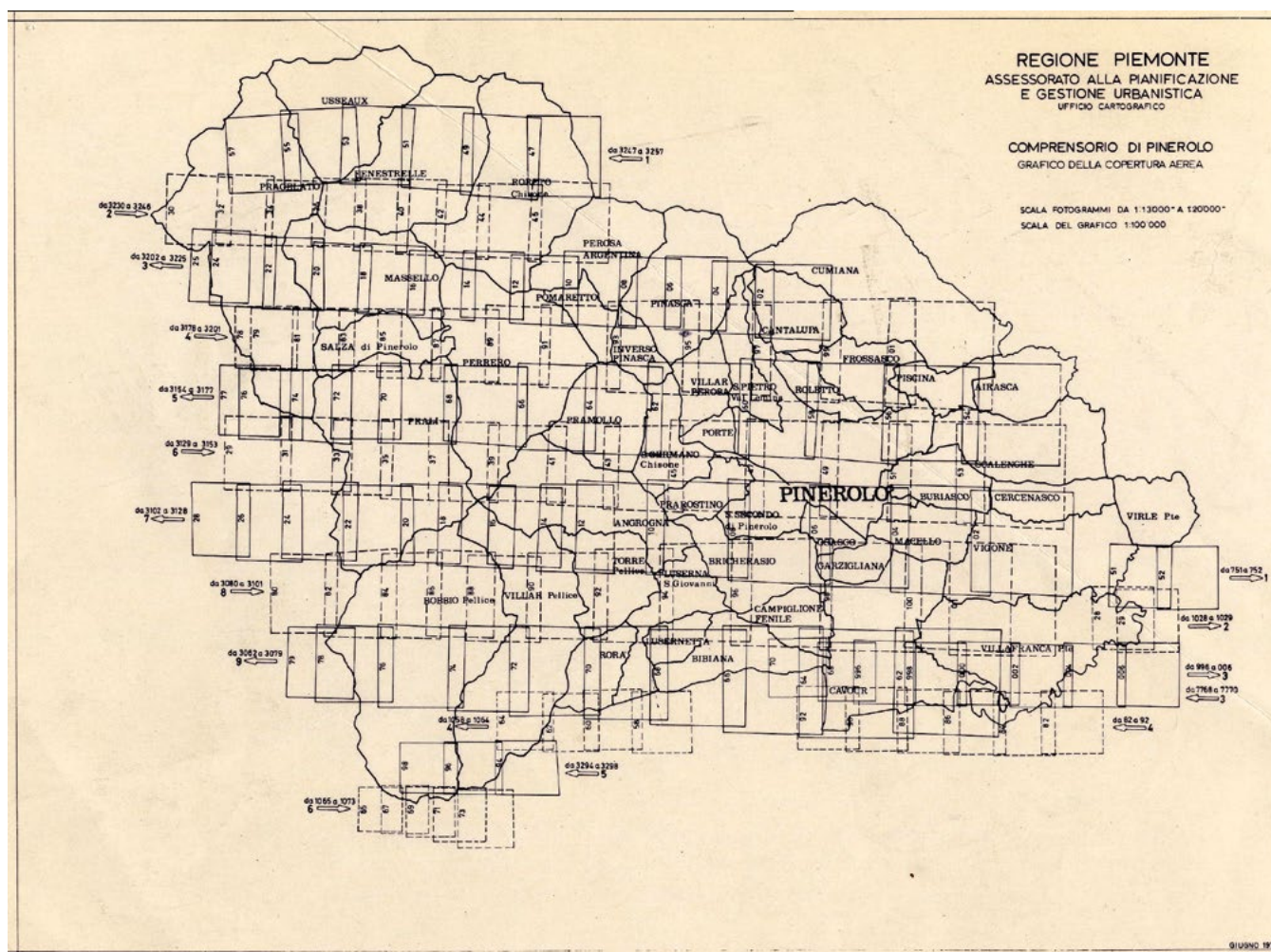


Figura 2. Esempio di piano di volo cartaceo; i poligoni rappresentano l'ingombro al suolo (approssimativo) di ciascun fotogramma. In fase di strutturazione dell'archivio circa 150 piani come questo sono stati scannerizzati e digitalizzati.

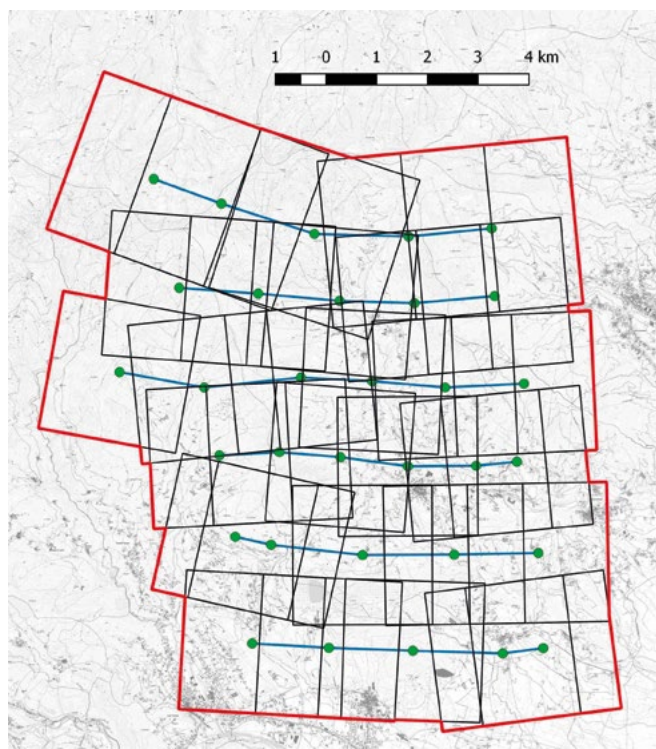


Figura 3. Esempio di coperture vettoriali relative ai piani di volo. In rosso, il poligono di ingombro totale del volo; in nero, i poligoni di ingombro al suolo di ciascun fotogramma; in verde, i centri di presa, ovvero i punti centrali di ciascun fotogramma; in blu, gli assi di volo, corrispondenti alle varie strisciate delle quali si compone il volo.

2. poligoni di ingombro al suolo (approssimativo) di ciascun fotogramma;
3. traccia dell'asse di volo di ciascuna strisciata aerofotografica;
4. poligono di ingombro totale del volo.

Per circa 250 voli erano disponibili piani di volo in formato cartaceo, immagine o vettoriale (ancorché difforme dalle specifiche regionali).

Per circa 400 voli non era disponibile alcun supporto e il piano di volo ha quindi dovuto essere ricostruito ubicando manualmente e singolarmente i fotogrammi (circa 30.000) mediante GIS. Questo impegnativo lavoro ha quindi comportato, a fotogrammi alterni:

1. ubicazione su GIS di un punto sul terreno in corrispondenza del centro del fotogramma (*centro di presa*);
2. creazione, intorno al centro, di un *poligono* di dimensioni tali da coprire l'*ingombro al suolo* (approssimativo) del fotogramma;
3. creazione degli *assi di volo per ciascuna strisciata*, determinati dall'unione dei centri di presa;
4. rotazione dei poligoni (*poligoni di ingombro al suolo*) al fine di renderli paralleli agli assi di volo.

La maggior parte della strutturazione dei piani di volo è stata sviluppata dalla ditta GeneGIS GI di Torino (2018-2019), utilizzando l'applicativo QGIS e realizzando flussi Geo-ETL con FME per l'ottimizzazione del *post-processing* e della validazione dei dati secondo le specifiche nazionali.

Per i voli di maggiore complessità, meno strutturati o di difficile ubicazione (circa 170), il cui riordino richiedesse una buona conoscenza del territorio, si è provveduto internamente, sempre mediante utilizzo dell'applicativo QGIS (Figura 4).

L'attività di strutturazione include anche la verifica della piena coerenza tra il piano di volo e i fotogrammi disponibili, in termini di numerazione delle strisciate, dei singoli fotogrammi, di coperture ecc.

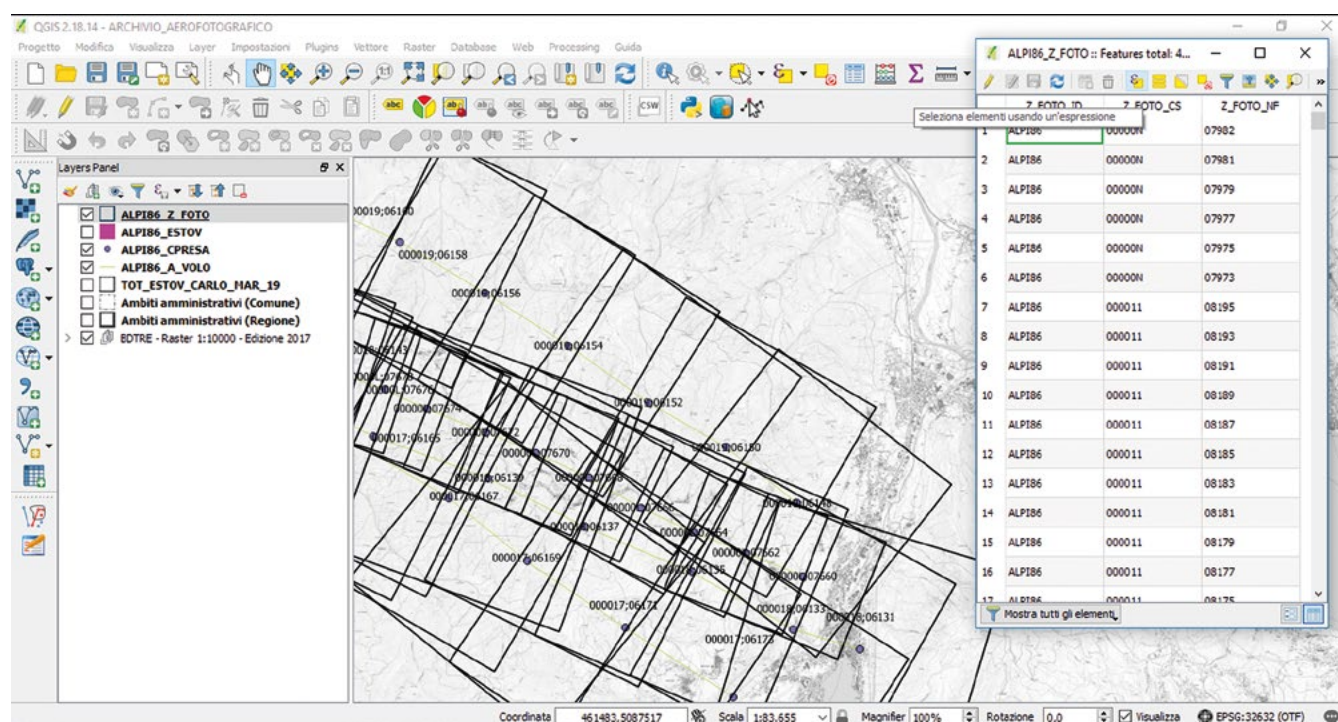


Figura 4. Elaborazione di piani di volo tramite applicativo QGIS.

## 5. Il recupero dell'archivio Alifoto

I circa 30.000 fotogrammi su negativo fotografico sono stati acquisiti nell'ambito delle attività di recupero dell'archivio storico della società Alifoto di Torino, che si occupava di riprese aerofotografiche e che ha chiuso la propria attività nel 2014. Prima della chiusura, il Settore Geologico regionale ha acquistato da Alifoto 155 rotoli di pellicola negativa aerofotografica per complessivi 30.000 aerofotogrammi circa; tale materiale rappresenta la quasi totalità delle riprese effettuate da Alifoto sul Piemonte tra il 1973 e il 2011. I negativi si presentano come bobine ad altezza di circa 23 cm e contenenti ciascuna da alcune decine a 300 fotogrammi circa. L'operazione è stata effettuata per evitare che un prezioso patrimonio documentale potesse andare disperso. Una parte dei voli acquisiti da Alifoto erano infatti disponibili, sotto forma di stampa cartacea, presso la Regione o presso le province ma:

- con il tempo le copie cartacee tendono inevitabilmente a deteriorarsi;
- con il tempo molti fotogrammi cartacei sono stati persi o danneggiati e, in assenza dei negativi originali, è impossibile recuperarli;
- per le elaborazioni tramite strumenti digitali, tipicamente tramite i sistemi GIS, la qualità delle scansioni da negativo è di gran lunga migliore di quella da copia cartacea;
- molti voli erano stati effettuati da soggetti pubblici (Comprensori, Comunità Montane, Consorzi...) poi scomparsi o riorganizzati con totale perdita del materiale documentale.

Nel complesso l'intera attività di recupero dell'Archivio storico Alifoto (acquisto; scansioni; riordino piani di volo), ha comportato una spesa complessiva di circa 140.000 euro, totalmente coperta con fondi derivanti da progettazione europea. Al 2014, il valore di una ripresa aerea aerofotografica era stimabile in circa 60-70 euro per ciascun fotogramma; i 30.000 fotogrammi recuperati presentano quindi un valore complessivo di acquisizione, riportato al 2014, di oltre 2 milioni di euro. Tali costi furono sostenuti per la quasi totalità da soggetti pubblici (Regione, Province, Comunità Montane, Comprensori, Comuni...). L'operazione di recupero, quindi, si caratterizza anche per aver impedito che un investimento pubblico fosse vanificato e perso per sempre. La maggior parte dei voli Alifoto ha scale comprese tra 1:12.000 e 1:15.000. Le scansioni a 1200 dpi dei negativi aerofotografici presentano definizione elevata e permettono di apprezzare dettagli anche minuti; le Figure 5, 6 e 7 riportano alcuni esempi.

## 6. Attività future

Una volta completato il riordino degli archivi si prevede, tra il 2019 e il 2020, la pubblicazione dei piani di volo e lo sviluppo di servizi tramite il GeoPortale regionale, per consentire la piena fruizione dei materiali da parte degli uffici

pubblici, dei professionisti e dei cittadini. Il materiale sarà utilizzabile tramite licenze di pubblico dominio (CC0) per i voli con più di venti anni e tramite licenze CC BY per i voli più recenti.

Nel nuovo palazzo uffici regionale, presso il Lingotto a Torino, sarà infine prevista apposita sala per l'archiviazione e la consultazione di tutto il materiale aerofotografico cartaceo disponibile.



Figura 5. Fotogramma ripreso sulla frana di Cigliè del 1963. La qualità della ripresa e della restituzione permettono un'ottima definizione del fenomeno.



Figura 6. Dettaglio della figura precedente. L'elevata definizione permette di apprezzare particolari minuti, quali i dettagli delle zolle di frana e alcuni edifici distrutti.



Figura 7. Ponte distrutto sul torrente Pellice, ripresa post evento alluvionale del 1977.