

# LA FOTOINTERPRETAZIONE AL SERVIZIO DELLA BONIFICA AGRARIA

Dr. ENRICO BARBIER  
Ente Italiano Rilievi Aerofogrammetrici (Firenze)

*Comunicazione presentata al IX Convegno della S.I.F.E.T. - Cagliari 1964*

Nel piú ampio significato del termine, per fotointerpretazione s'intende l'esame di fotografie, compiuto usualmente con opportuni accorgimenti, al fine di pervenire al riconoscimento degli oggetti osservati.

Da parecchi anni, ormai, la fotointerpretazione ha abbandonato l'empirismo ed il carattere di arte, che avevano contraddistinto i primi tentativi, per assumere una veste eminentemente tecnica, legata a principi riconosciuti oggettivamente validi, sino ad acquistare la fisionomia di una nuova disciplina. Al giorno d'oggi essa non è piú una prerogativa di pochi iniziati, ma si è trasformata in un efficiente strumento di lavoro nelle mani di tecnici qualificati in questo campo e provvisti, altresí, di una solida preparazione professionale indispensabile per valutare l'informazione ottenuta in questo modo.

La possibilità di risolvere assai rapidamente e con ottima precisione dei problemi militari ha rappresentato il fattore determinante il grande sviluppo della fotointerpretazione negli ultimi decenni e l'affinamento delle tecniche ad essa relative. I risultati conseguiti e le moderne tecniche fotografiche, tuttora in evoluzione, ne hanno ampliato il campo di applicazione e se ne è riconosciuto il valido ausilio nella risoluzione dei piú svariati problemi tecnici relativi a diverse discipline: dall'ingegneria all'urbanistica, dall'agricoltura alla geologia, dall'archeologia alle scienze forestali, rimanendo nell'ambito delle piú comuni applicazioni. Alcune migliaia di pubblicazioni in proposito non fanno che confermare l'efficienza di questo mezzo.

La visione tridimensionale degli oggetti rappresentati sulle fotografie è la condizione indispensabile per fare della fotointerpretazione e lo stereoscopio costituisce il mezzo piú semplice per realizzare questa condizione. Da parte del fotointerprete, l'abilità nel discernere i dettagli fotografici connessi al problema che intende studiare, deve essere sorretta dalla capacità di valutarli nel loro insieme e scoprirne le correlazioni.

La presente nota vuole solo accennare al contributo che la fotointerpretazione può offrire nel campo della bonifica agraria. Dopo alcune considerazioni di carattere del tutto generale, al fine di definire gli elementi del problema, si darà breve notizia di alcuni lavori eseguiti recentemente, od ancora in corso di elaborazione, e per il compimento dei quali la Società E.I.R.A. si è avvalsa di questo metodo di indagine che, nel nostro Paese, inizia ora ad essere conosciuto ed apprezzato.

Il continuo aumento della popolazione nel mondo e la conseguente pressante richiesta di cibo, ha favorito lo studio e l'applicazione di nuove tecniche

all'agricoltura per accrescere il piú possibile la produzione. Tutto ciò, però, risulterà in breve tempo vano se non sarà possibile ottenere maggiori superfici di terreno da coltivare, tenendo presente, per questa scelta, una previa valutazione delle risorse del suolo e delle sue possibilità produttive.

La bonifica agraria di un territorio deve necessariamente prevedere l'opportuna sistemazione di questo, modificandone l'aspetto naturale, per realizzare uno sfruttamento razionale del medesimo dal punto di vista agricolo.

I problemi connessi alla bonifica riguardano il conveniente apporto di acque per l'irrigazione o il prosciugamento di queste qualora in eccesso, la difesa del suolo dall'erosione, il tipo di coltura piú idoneo alle caratteristiche locali del terreno, la lottizzazione di quest'ultimo adeguata alle sue possibilità produttive.

Questi studi possono essere intrapresi con successo solo se si posseggono delle carte appositamente preparate e dalle quali possa ritrarsi un quadro preciso del terreno negli aspetti che maggiormente interessano. È proprio nella realizzazione di questi documenti che la fotointerpretazione apporta il suo fattivo contributo, accrescendo l'efficienza e la rapidità di un rilevamento del terreno, ciò che alla fine si traduce in una notevole economia nel compimento del medesimo.

Elemento fondamentale di una bonifica agraria, intesa in qualunque senso, è la conoscenza dei tipi di suolo esistenti nella regione da bonificare. È questo un elemento dal quale non si può prescindere per la pianificazione o per lo sviluppo dell'agricoltura.

D'altro canto, occorre tener presente che la classificazione dei suoli non è un problema facilmente risolvibile, dal momento che il suolo è un corpo naturale assai complesso e le cui proprietà fisiche, chimiche, biologiche, riflettono l'influenza di diversi fattori naturali quali il clima, la vegetazione, l'acqua e la stessa materia vivente che hanno agito e modificato nel tempo il substrato litologico. È sufficiente, quindi, una variazione di uno qualunque di questi parametri per ottenere sulla stessa roccia madre la formazione di suoli differenti. Si potrebbe perciò ritenere che per la valutazione del tipo di suolo sia sempre ed ovunque necessario il rilevamento diretto sul terreno. In molti casi, particolarmente se occorre spingersi nei dettagli, è inevitabile procedere in questo senso. In casi piú generali o qualora si desideri ottenere una visione meno parziale del problema (per stabilire ad esempio ove conviene spingere il dettaglio) la fotointerpretazione rappresenta, se unita ad opportuni controlli sul terreno, uno strumento assai efficiente.

Il fotointerprete che si accinge al riconoscimento dei suoli attraverso l'esame delle fotografie aeree non può sperare, almeno nei casi piú comuni, che l'oggetto delle sue indagini (il suolo) sia riconoscibile come immagine fotografica, dal momento che assai sovente risulta nascosto dalla vegetazione. Allorché diventa visibile, l'intensità del tono fotografico (sfumature di grigio nelle fotografie « in bianco e nero »), che è l'impressione piú notevole che il cervello riceve in quest'analisi, non è sufficiente a dare da sola, in tutte le circostanze, delle valide indicazioni. In entrambi i casi, quindi, è necessario scoprire delle correlazioni con degli elementi del terreno, e attraverso la valutazione di queste, e sulla base dell'esperienza, pervenire all'identificazione del suolo.

Il riconoscimento dei suoli attraverso la fotointerpretazione si fonda essen-

zialmente sull'analisi della morfologia del terreno, assai ben discernibile sulle foto aeree, e sull'identificazione del tipo di copertura vegetale ove essa è presente, dal momento che sono ormai sicuramente accertate le strette correlazioni tra la morfologia, il tipo della vegetazione ed i suoli. Naturalmente, dietro questi fattori che il fotointerprete può studiare sulle fotografie, si celano gli elementi che li determinano: il clima, la litologia, l'assetto delle rocce. La morfologia del terreno si rivela attraverso la visione stereoscopica in tutti i suoi minimi particolari che, abilmente apprezzati, sono tante tessere nel mosaico degli elementi che definiscono un suolo.

Un paesaggio di dolci colline con deboli pendii ed un'erosione talora spinta al tipo calanchivo è tipico di aree argillose, mentre zone sabbiose presentano già forme assai meno modellate e pendii molto più ripidi. È la differente permeabilità dei due terreni che giuoca in questo caso verso un'erosione maggiore nelle argille. La copertura vegetale, più rigogliosa sui terreni sabbiosi, potrà essere un ulteriore elemento per la distinzione dei due tipi di suolo.

Si è poc'anzi accennato al valore da attribuire al tono che un suolo può assumere in fotografia in vista dell'identificazione di quest'ultimo. Occorre dire che contingenti condizioni, ad esempio di umidità, possono dare in fotografia delle tonalità assai differenti allo stesso suolo se fotografato in momenti diversi. Non è dunque questa una guida sempre sicura per valutarne le caratteristiche, è indispensabile però tenerla sempre presente come sussidio o conferma dell'informazione ottenuta per altre vie. Anche a questo proposito, però, esiste qualche regola generale, per esempio si rileva che in regioni umide i suoli argillosi sono caratterizzati da toni fotografici scuri, al contrario delle sabbie che appaiono solitamente chiare. In regioni aride, invece, tale distinzione è molto più dubbia presentandosi ambedue i suoli con tonalità quasi sempre chiare.

Ancora la morfologia, con le sue forme di erosione dovute al lavorio continuo del vento, delle acque, della gravità e dei ghiacci, fornisce notizie significative sulla struttura del suolo, sul suo grado di indurimento e financo gli stessi profili delle incisioni naturali sul terreno, assai evidenti in fotografia, sono altrettante chiavi per l'individuazione qualitativa del materiale costituente il suolo. Forme particolari di erosione quali, ad esempio, le doline nei calcari od i pinnacoli nel loess indicano con molta chiarezza il tipo litologico sul quale ha agito il processo erosivo.

Un elemento che contribuisce a definire le forme di un paesaggio è il reticolo idrografico che lo attraversa e le fotografie aeree sono il mezzo più idoneo per valutarlo nel suo insieme. Le molteplici e talora singolari forme che esso può assumere: radiale, anulare, dendritico, parallelo ecc., sono massimamente espressive all'occhio del fotointerprete, potendo fornire, oltre all'assetto delle rocce sulle quali si sviluppano, utili ragguagli sulla permeabilità, durezza e grado di aggregazione delle medesime per giungere, quindi, alla composizione ed all'origine del suolo.

Assai evidenti in fotografia sono i suoli alluviali, per esempio le spiagge, le dune sabbiose, le alluvioni in generale, in questi casi il controllo diretto sul terreno si riduce ad un minimo e si realizza una notevole economia nel lavoro. Da

notare, ancora, che sovente i limiti di suolo coincidono con dei particolari morfologici (una linea di cresta, il piede di una scarpata) o con variazioni nella vegetazione. Questi limiti possono essere tracciati assai piú rapidamente ed accuratamente sulle foto potendosi valutare, in questa sede, tutti i dettagli attinenti al problema che la visione assai piú limitata sul terreno non consentirebbe di percepire.

L'esatta nozione della natura della vegetazione e delle sue caratteristiche consente un ulteriore approccio nell'identificazione di un tipo di suolo. I mutevoli aspetti di questa sono ascrivibili alla composizione del suolo, all'umidità, alla pendenza, all'esposizione, alla posizione topografica, ovvero dipendono dall'azione dell'uomo e, ciò che qui interessa, sono convenientemente apprezzabili sulle foto aeree. Vaste aree con la stessa copertura vegetale, verosimilmente hanno anche gli stessi suoli.

Un altro problema che interessa da vicino la bonifica agraria ed i suoli è la conoscenza del grado di salinità di questi. È questo un fattore che può diminuire considerevolmente il rendimento agricolo di un terreno sino ad annullarlo. È assai difficile bonificare sotto questo aspetto delle vaste superfici se non si dispone di acque chimicamente idonee ed adeguatamente canalizzate. In ogni caso, qualora si riesca a riportare la salinità del suolo a delle concentrazioni non nocive alle colture, resta sempre indispensabile procedere periodicamente a dei controlli e l'uso a questo proposito delle fotografie aeree è economicamente vantaggioso per la rapidità e l'accuratezza degli accertamenti. Il « termometro » della situazione è l'aspetto della vegetazione. Subordinatamente, variazioni nel tono fotografico correlabili normalmente con quelle della concentrazione dei sali, forniscono elementi di giudizio assai sovente significativi.

Acquisita la conoscenza dei tipi di suolo predominanti nella regione in esame, è indubbio che nella valorizzazione dei medesimi per accrescerne il potenziale agricolo, sia determinante una conveniente distribuzione delle acque. Siano queste in eccesso, od in difetto, solo un'indagine accurata sulla densità e sull'andamento del reticolo idrografico naturale sviluppatosi nella zona può fornire gli elementi indispensabili per un'adeguata sistemazione idraulica. Nello stesso tempo, producendo lo scorrimento delle acque dei fenomeni di erosione piú o meno vistosi, la nozione dell'andamento di esse è ovviamente indispensabile per individuare le zone piú interessate e formulare dei provvedimenti difensivi. È ormai manifesto il contributo che a queste indagini può portare la fotografia aerea se intelligentemente interpretata. Il preciso e rapido riconoscimento del reticolo idrografico fin nei suoi minimi dettagli, l'aspetto e l'assetto di questo, consentono di formare delle opinioni attendibili sulla quantità di acque disponibile in un territorio. Queste osservazioni, compiute interamente a terra, richiederebbero assai piú tempo e comunque sarebbe difficile raggiungere quella sintesi che attraverso la fotointerpretazione è invece possibile conseguire.

Utilissime indicazioni, nell'intento di accrescere il rendimento agricolo di un territorio, provengono dalla conoscenza dell'uso che già viene fatto del terreno preso in esame. Si presume, infatti, che l'esperienza acquisita dagli agricoltori suggerisca loro delle preferenze per determinate colture meglio adattabili al terreno sul quale operano e, in una valutazione di produttività, non si possono ovvia-

mente trascurare queste informazioni. Ancora, per la progettazione di opere di irrigazione o per una piú adeguata lottizzazione, è evidente la necessità di adeguare i programmi di sviluppo al tipo di colture che ne saranno interessate. Tutto ciò richiede, naturalmente, la preparazione di carte esprimenti lo stato del terreno in funzione dell'uso che ne viene fatto.

Con la fotografia aerea e la fotointerpretazione è possibile conseguire a questo proposito dei risultati tecnicamente apprezzabili, ai quali si perviene, ciò che piú importa commercialmente, con grande risparmio di tempo e di denaro rispetto ai metodi a terra tradizionali.

L'identificazione delle colture sulle foto aeree presenta le stesse difficoltà già prospettate nei riguardi dei suoli. I molteplici fattori che ne definiscono l'aspetto sul terreno e quindi la corrispondente immagine fotografica sono diversi e, al solito, assai variabili.

Alcune caratteristiche qualitative osservate sulle fotografie forniscono tuttavia una possibile chiave per l'identificazione delle colture. Il tono fotografico, la struttura dell'immagine e la posizione topografica sono gli elementi sui quali può farsi assegnamento per l'identificazione.

Il tono dell'immagine, inteso sempre come le infinite sfumature dal bianco al nero percepibili sulla foto (e le variazioni di colore che hanno il medesimo significato nelle fotografie a colori), soccorre sovente il fotointerprete nella sua indagine. Non è da credere però che questo sia un mezzo di identificazione in senso assoluto, dal momento che una stessa coltura ha toni differenti nelle diverse stagioni dell'anno, conseguentemente ai vari stadi del suo ciclo evolutivo e quindi risulta praticamente impossibile codificare una relazione stabile tra tono fotografico e specie di coltura. L'identificazione di alcuni campioni sul terreno nelle varie fasi di sviluppo ed il loro riconoscimento fotografico è l'unico mezzo che permette al fotointerprete di crearsi delle chiavi alle quali ricorrere continuamente per il confronto. A questo proposito giova notare che le stesse colture non hanno ovunque, nel mondo, le medesime caratteristiche. Ciò dipende dalle condizioni ambientali diverse nelle quali si sviluppano e dai metodi di coltivazione che non sono i medesimi. Il fotointerprete deve ovviamente tenere conto di questo fatto per non rischiare di cadere in errori grossolani.

La struttura dell'immagine è un altro elemento da tenere in debito conto. Essa deriva dalla fusione di elementi singoli, troppo piccoli per essere riconosciuti individualmente, che tuttavia nel loro insieme determinano il particolare aspetto che caratterizza l'immagine stessa. Per esempio, su foto ad uguale scala, è abbastanza agevole riconoscere un campo di riso in maturazione da un analogo ancora in fase di sviluppo. La struttura del primo si rivela assai piú compatta poiché il rigoglio delle piantine tende a mascherare in fotografia gli aspetti individuali ed a dare un'immagine assai piú uniforme.

La posizione topografica influenza la forma dei campi, le loro dimensioni e talora può rivelarsi un elemento utile per il riconoscimento delle colture.

In linee estremamente generali è questo il contributo che la fotointerpretazione può portare alla bonifica agraria. Essa si rivela un mezzo particolarmente utile per la preparazione di carte che illustrino determinate caratteristiche del terreno sul

quale si intende intervenire o per eseguire indagini dirette ad accertare particolari situazioni, purché spinte ad un dettaglio compatibile con la scala delle fotografie sulle quali si lavora. Tutto ciò, si è detto, è possibile realizzarlo in un tempo relativamente breve, ad un costo minore e con un'accuratezza sovente maggiore di quanto le tecniche tradizionali, per rilevamento diretto sul terreno, hanno sinora consentito di fare.

Per conseguire dei risultati positivi attraverso la fotointerpretazione è ovviamente indispensabile che le fotografie da interpretare rispondano a determinati requisiti. Oltre ad avere una sovrapposizione sufficiente a consentire la visione stereoscopica è indispensabile che le fotografie offrano una buona risoluzione dei dettagli per riuscire ad estrarre da esse il massimo possibile di informazione. Questa possibilità è funzione di molteplici fattori ed alcuni tra essi sono la camera fotografica usata, le condizioni atmosferiche al momento della fotografia, il tempo di esposizione del film, la qualità di questo ed infine il procedimento di sviluppo e stampa cui viene sottoposto.

È opportuno che il fotointerprete posseda una buona conoscenza delle caratteristiche del materiale fotografico e delle possibilità di questo, per valutarne il rendimento secondo il genere di indagine che intende eseguire e suggerire così l'impiego di quei materiali che appaiono particolarmente idonei al fine da perseguire. A questo riguardo si potrebbe, ad esempio, ritenere estremamente vantaggioso poter contare sull'uso del colore nella fotointerpretazione.

Il progresso della fotografia a colori negli ultimi anni, è stato assai significativo e l'accuratezza della riproduzione può ben dirsi soddisfacente. Ovviamente, si è pensato di estenderne l'uso alla risoluzione dei problemi connessi alla fotointerpretazione, ma le possibilità del mezzo appaiono ancora limitate per un'indiscriminata applicazione a questo riguardo per cui si può sostenere, sotto diversi punti di vista, non ultimo quello economico, che la pellicola pancromatica da anni d'uso generale nella fotografia aerea non appare ancora superata.

L'opinione più diffusa tra gli specialisti non attribuisce dei vantaggi particolari ad un'interpretazione condotta su foto a colori, almeno in quei casi, e sono i più comuni, nei quali l'oggetto delle ricerche non rivesta un carattere del tutto speciale e la cui identificazione sia essenzialmente legata alla percezione del colore che lo definisce. Ciò può accadere in certe circostanze, per esempio in ricerche geologiche di grande dettaglio, allorché s'incontri una grande varietà di tipi litologici differenti o, nel tema della presente nota, per identificare la vegetazione dalle variazioni stagionali di colore. In ogni caso, i migliori risultati con la fotografia aerea a colori richiedono condizioni atmosferiche di particolare limpidezza e, se non si realizza questa circostanza, la fotografia in bianco e nero, con emulsioni pancromatiche, è per quantità di dettagli decisamente superiore. Questo significa praticamente l'estrema difficoltà di ottenere delle foto a colori accettabili a piccola scala (assai economiche, ove non occorra spingere le indagini al dettaglio, per il più grande abbracciamento rispetto al numero dei fotogrammi) a causa della forte foschia che, volando ad alta quota, fa apparire il terreno sempre molto velato, mentre le emulsioni pancromatiche, più penetranti a questo riguardo, risentono in assai minor misura di questo inconveniente.

Il maggior tempo di esposizione che richiedono le emulsioni a colori (rapporti anche di 6 ad 1 con le pancromatiche) e le ore del giorno utilizzabili per le riprese a colori assai più limitate (si può contare su circa la metà del tempo usualmente disponibile lavorando in bianco e nero), incidono notevolmente sul costo di una missione fotografica.

A tutto ciò deve aggiungersi la tecnica assai complessa per lo sviluppo del film e la preparazione della diapositiva o della copia su carta, possibile solo con attrezzature particolari e personale altamente specializzato; l'impossibilità di conservare per lungo tempo il materiale non impressionato; la cura particolare che si deve porre nel maneggiarlo e, non ultima, la tendenza a sbiadire che le diapositive ed in genere il materiale a colori mostra se esposto sovente alla luce del giorno o ad altre sorgenti ricche di radiazioni ultraviolette.

Tutto questo, dunque, contribuisce ad innalzare il costo di una copertura fotografica a colori verso cifre proibitive che solo circostanze del tutto particolari e condizioni di ripresa particolarmente favorevoli possono giustificare.

Nei riguardi poi del rendimento del fotointerprete, è opinione comune che il colore lo ponga in condizioni di più facile distrazione, portandolo sovente a trascurare il dettaglio per il più forte stimolo che il colore di un oggetto esercita sul cervello umano rispetto alle altre caratteristiche dell'oggetto osservato.

Le difficoltà tecniche considerevoli per realizzare delle soddisfacenti riprese aeree ed i costi eccessivamente alti, escludono al momento attuale per le pellicole a colori un valore competitivo rispetto alle ormai classiche pancromatiche.

Risultati notevoli, in alcuni campi della fotointerpretazione, si sono invece ottenuti impiegando in certe circostanze le emulsioni sensibili all'infrarosso. In fotografia aerea le emulsioni infrarosse di più alto rendimento, per rapidità e stabilità, non sono sensibili a radiazioni di lunghezza d'onda superiore a 9.000 Å (0,9 micron). La loro sensibilità rimane dunque confinata, nell'infrarosso, ad una gamma di radiazioni assai prossima alla regione visibile dello spettro. Poiché, però, rivelano anche una discreta sensibilità per l'intero spettro visibile, particolarmente nella regione blu-violetta di questo, s'impone l'uso di opportuni filtri qualora si desiderino ricevere unicamente radiazioni infrarosse.

L'utilità del film all'infrarosso, nella fotointerpretazione, si compendia in una gamma più vasta di toni sulla fotografia per paesaggi con vegetazione verde o con acque, nell'accentuazione delle ombre (assai opportuna in terreni pianeggianti) ed in una maggiore penetrazione nella foschia.

Le piante verdi vengono riprodotte con queste emulsioni in toni assai più chiari che nelle corrispondenti pancromatiche e ciò consente una maggiore definizione rispetto ai restanti oggetti del paesaggio. Questo effetto è conseguenza del particolare spettro di assorbimento della clorofilla, alla quale si attribuisce il colore verde delle piante, che indica un massimo di riflessione per radiazioni di lunghezza d'onda compresa nella zona del verde medio, un minimo nella zona del rosso, mentre si ha un'altissima riflessione nell'infrarosso. Questa può raggiungere, in tale zona, il 40% della luce incidente ed ovviamente sensibilizza una pellicola adatta a riceverla in misura assai superiore di quanto non accada per l'emulsione pancromatica, dal momento che la riflessione media della vegetazione, nella

banda di lunghezze d'onda che interessano questa emulsione (da 5.200 a 6.500 Angstrom con filtro giallo) è di circa il 10%.

Le emulsioni all'infrarosso appaiono particolarmente convenienti, si è detto, per indagini forestali o qualora sia necessario intraprendere riprese fotografiche in condizioni atmosferiche di scarsa trasparenza. I risultati del mezzo sono abbastanza soddisfacenti per suggerire l'impiego in queste circostanze.

Come si è accennato all'inizio di questa nota, alle considerazioni generali sulle possibilità della fotointerpretazione per risolvere problemi di bonifica agraria fanno seguito ora dei brevi cenni sui lavori intrapresi e parzialmente già completati in questo campo dalla Società E.I.R.A..

Un'esposizione in dettaglio del lavoro eseguito figurerà tra breve nelle pubblicazioni edite a cura della stessa Società.

Nel 1961 l'E.I.R.A. di Firenze e la consociata C.A.R.T.A. di Buenos Aires hanno avuto l'incarico dalla Provincia di Misiones (Argentina) di allestire una carta topografica dell'intera regione, unitamente ad una cartografia speciale in scala 1:50.000 comprendente una carta dei suoli, una geologica ed una dei consorzi forestali, sempre per la medesima superficie. Queste carte speciali hanno il preciso scopo di consentire una valutazione delle risorse naturali della Provincia per la valorizzazione delle possibilità minerarie ed agricole del territorio. Il contratto prevedeva una realizzazione delle carte con i procedimenti della fotointerpretazione, integrati naturalmente con opportuni controlli sul terreno.

In questa sede vengono discusse le modalità di esecuzione della sola carta pedologica che, nei confronti delle altre due, ha senz'altro un interesse preminente nei riguardi della bonifica agraria.

La Provincia di Misiones si estende per circa 30.000 km<sup>2</sup> e geograficamente rappresenta la punta nord-orientale dell'Argentina, compresa tra i fiumi Paranà, Iguazú ed Uruguay. La ripresa aerea stereoscopica è stata eseguita tra il gennaio ed il marzo del 1962, che è parso il periodo più favorevole per la scarsità di precipitazioni, in altri mesi piuttosto abbondanti. Il film, pancromatico, impiegato è il Kodak Super XX - Aerographic con filtro giallo e camera fotografica Galileo-Santoni con focale di 153,28 mm, montata su Aerocommander. Le fotografie sono a scala 1:33.000, formato utile 23x23 cm. Le fotografie aeree destinate alla fotointerpretazione sono state stampate in modo convenzionale e non trattate con apparecchi automatici al fine di produrre dei toni uniformi. Questo procedimento è stato invece applicato nella realizzazione dei fotomosaici, previsti anch'essi nel contratto. La diversità di trattamento nei due casi è dovuta all'importanza che ha il tono fotografico nell'identificazione degli oggetti e le apparecchiature automatiche, se consentono di ottenere delle copie esteticamente più gradevoli, smorzando convenientemente i contrasti, limitano, così facendo, le possibilità di interpretazione.

La preparazione della carta dei suoli, in collaborazione con l'Istituto di Geologia Applicata dell'Università di Firenze, è iniziata con una fotointerpretazione preliminare al fine di valutare il materiale fotografico a disposizione e di tracciare alcuni limiti particolarmente evidenti e presumibilmente definitivi. Si è provveduto ad identificare, segnando su apposito materiale trasparente sovrapposto alle fotografie, il reticolo idrografico, le terrazze fluviali, le zone idromorfe evidenti per i



toni fotografici assai scuri in aree prive di foresta e per la particolare morfologia. In zone coperte da foresta, per la diversa vegetazione. Assai facile a discernere sulle foto il paesaggio di dolci colline lungo il corso del Paranà ed i rilievi assai più accentuati con altipiani nella parte settentrionale della Provincia.

A questa interpretazione preliminare, compiuta in pochi mesi, è seguito un rilevamento diretto sul terreno, con opportune campionature, per accertare i tipi di suolo e la loro distribuzione in relazione ad elementi morfologici, geologici ed alla vegetazione, ciò al fine di stabilire delle chiavi che sarebbero state indispensabili per la fotointerpretazione definitiva.

Sulla base di tutti questi elementi è stato possibile associare, per esempio, i suoli lateritici rossi originati da un'alterazione spinta del basalto, ad un'idrografia assai caratteristica. Inoltre, si è osservato una stretta connessione tra le profondità di questi suoli ed un tipo particolare di vegetazione. Le stesse colture agrarie sono risultate assai utili nell'indicare determinati tipi di suolo. La canna da zucchero ed il tabacco hanno rappresentato degli indici pedologici assai certi. Il the, il mate ed il tung hanno rivelato la correlazione con suoli lateritici assai profondi.

Tutte le osservazioni citate, ed altre che sono servite a selezionare gli elementi utilizzabili per la fotointerpretazione, provengono da operazioni di confronto tra le immagini fotografiche della vegetazione, della morfologia, dell'uso della terra e dei suoli. Questo lavoro è stato svolto, sul terreno, lungo itinerari prestabiliti ed ha costituito la base della fotointerpretazione definitiva.

Al termine della prima campagna sono stati eseguiti in laboratorio i saggi necessari sui campioni di suolo prelevati e si è completato la loro classificazione.

Una seconda campagna di alcuni mesi, nel 1963, ha permesso di controllare in loco la cartografia provvisoria già eseguita, di apportare alcune modifiche e di terminare le campionature. Sulla base di tutti i dati raccolti si è proceduto alla fotointerpretazione definitiva e quindi all'esecuzione delle carte finali.

Di tutt'altro genere, anche se per i medesimi fini, è il lavoro attualmente in corso di completamento che l'ITALCONSULT compie per la Repubblica Araba Unita e la cui progettazione è stata affidata all'E.I.R.A. Si tratta di un'operazione di bonifica, su vasta scala, intesa a realizzare un'efficiente sistemazione irrigua di un territorio lungo il corso del Nilo.

Il procedimento seguito nella progettazione esce dagli schemi tradizionali in quanto prevede l'utilizzazione della fotografia aerea allo scopo di realizzare una opportuna suddivisione del terreno in particelle irrigue e di definire, in funzione della sistemazione che a questo converrà dare, la posizione più conveniente per i canali d'irrigazione. Lo stesso lavoro, eseguito con i sistemi consueti, richiederebbe delle carte topografiche molto ricche in dettaglio, disegnate a grande scala e con punti quotati a maglia molto fitta. La soluzione più conveniente del problema deve prevedere il minimo spostamento di terra nell'interno della parcella relativamente alla più economica costruzione di opere d'arte lungo i canali d'irrigazione.

Il metodo di lavoro seguito, ideato dal Dr. G. Bellipanni, realizza la « parcellazione » direttamente sulle fotografie aeree, attraverso la visione stereoscopica del terreno, in seguito ad un'accurata analisi della morfologia del suolo. La deter-

minazione della fitta rete di quote indispensabile per il calcolo dei volumi di terra da spostare avviene per via fotogrammetrica, sulla base, s'intende, di opportune misure prese precedentemente sul terreno. I calcoli relativi ai volumi, alquanto laboriosi, sono compiuti con l'ausilio di calcolatori elettronici.

Nei riguardi del parcellamento, compiuto per mezzo della fotointerpretazione ed al quale solo qui si accenna, esulando le altre operazioni dal tema della presente nota, il fotointerprete-progettista provvede ad individuare, sulla base degli studi preliminari delle opere generali (che vengono riportate su una delle foto di ciascuna coppia stereoscopica), i bacini ed i sotto-bacini idraulici nell'ambito dei quali eseguire lo studio delle unità di sistemazione. Per questa fase sono sufficienti fotografie aeree a scala compresa tra 1:6.000 e 1:9.000. L'esame di dettaglio per l'apprezzamento delle pendenze del terreno e della micromorfologia del suolo necessita invece immagini fotografiche a scala assai più grande (1:500-1:1000), ottenute per ingrandimento e raddrizzamento della ripresa aerea originale. La bontà di questa condiziona ovviamente la soddisfacente riuscita di tutte le operazioni ad essa conseguenti. Attualmente, sulla base di numerosi esperimenti compiuti, sembra possibile ottenere il migliore rendimento con fotografie a scala 1:6000, a quota relativa di circa 900 metri. Le riprese debbono essere effettuate nelle prime ore della mattina (tra le 7 e le 9) quando il sole è ancora relativamente basso sull'orizzonte, al fine di utilizzare le ombre dei particolari del terreno per l'accentuazione delle forme di questo che l'altimetria assai uniforme della zona non consentirebbe altrimenti di percepire e quindi di interpretare.