

In volo nel presente: l'uso della fotografia aerea nella documentazione del patrimonio archeo industriale

Esperienze a confronto

L'Italia, come altri stati europei, ha dovuto pagare un considerevole ritardo, rispetto ai paesi di area anglosassone nell'utilizzo della ricognizione aerea come mezzo di indagine, studio e documentazione del patrimonio culturale. La principale causa di questo ritardo si riconosce nei divieti imposti dalla legislazione, solo recentemente rivista nelle sue disposizioni essenziali con la pubblicazione del DPR n. 367, 29/09/00 nel quale si mantiene il controllo, da parte governativa, delle sole attività commerciali (MUSSON 2004).

Il panorama complessivo è cambiato solo in coincidenza dei mutamenti politico sociali seguiti alla fine della *guerra fredda* aprendo a nuove opportunità per il confronto di idee ed esperienze. Tali mutamenti hanno di fatto permesso l'accesso agli archivi di foto aeree, in particolare quelle realizzate durante la seconda guerra mondiale, e contemporaneamente, stimolato una revisione delle norme vigenti nei diversi paesi in materia di rilevamenti e riprese aeree (BEWLEY, RAÇZKOWSKI 2002, 4).

Solo la Gran Bretagna ha beneficiato, durante la seconda metà del XXI secolo, di norme in grado di garantire la possibilità di effettuare liberamente ricognizioni aeree. L'English Heritage rappresenta l'organizzazione governativa che dal 1965 ha inaugurato un'attività sistematica di ricognizione attraverso l'istituzione di un'unità di fotografia aerea. I risultati ottenuti in pochi decenni hanno portato nel 1992 alla creazione del *National Mapping Programme for England* (NMPE) "il cui scopo è quello di creare mappe e documentazione scritta per tutti gli elementi del paesaggio in disuso che possono essere osservati tramite le fotografie oblique e verticali sull'intero territorio nazionale". Il criterio su cui procede la documentazione privilegia quei siti sottoposti a situazioni di pericolo o scarsamente indagati. I progetti avviati hanno fornito un significativo contributo alla conoscenza delle regioni e all'interpretazione del paesaggio nelle diverse epoche incrementando il numero dei siti medievali, post-medievali e moderni non censiti in precedenza (MUSSON 2004, 28).

Altrove, l'applicazione della foto aerea ha dovuto attendere un più ampio riconoscimento del concetto di tutela del patrimonio culturale; in questo contesto è stata evidenziata l'importanza dell'uso della fotografia aerea legittimata a metodo di ricerca non distruttivo di siti archeologici e paesaggi del passato (*Lausanne Charter 1989 – Malta Convention 1992*). L'apertura dei cieli ha creato in molti paesi (Italia, Lituania, Ungheria) le condizioni per un rapido sviluppo della metodologia. Paesi quali Francia, Belgio, Repubblica Ceca hanno dimostrato come l'archeologia aerea, intrapresa per alcuni anni, può significativamente influenzare la nostra comprensione del paesaggio storico. Più di recente, interessanti risultati provengono da regioni fino ad oggi ritenute meno promettenti per la ricognizione aerea e per le caratteristiche geomorfologiche del territorio (Slovenia, Armenia e Turchia, Lettonia, Grecia). I rapidi progressi compiuti dai paesi *late-comer* confermano che il maggiore limite alla documentazione del territorio rimangono le limitazioni al volo, come ancora accade in Romania, Bulgaria, Spagna, Portogallo (BEWLEY, RAÇZKOWSKI 2002, 84).

Le innovazioni tecnologiche, adottate in archeologia con lo sviluppo di metodi statistici e analisi quantitative, ed il conseguente processamento di immagini, cartografia e GIS, le nuove forme di *remote sensing* (lidar, immagini multispettrali, infrarossi) lasciano intravedere ulteriori possibilità di lettura del paesaggio nella sua complessità e di monitoraggio dello stato di salvaguardia e tutela del patrimonio.

L'esempio dell'English Heritage

La politica di catalogazione, tutela e gestione dei beni culturali, adottata dall' English Heritage si fonda su due linee di tendenza riassumibili nel progressivo ampliamento delle categorie di beni tutelati e conseguentemente delle metodologie di studio adottate, e nella unificazione e normalizzazione delle procedure di lavoro ai diversi livelli di competenza.

Ciò si concretizza nell'adozione, a partire dal 1986, del *Monuments Protection Programme* (MPP), un progetto di valutazione sistematica delle risorse storico-archeologiche presenti sul territorio nazionale. Per alcune tipologie di monumenti, la cui conoscenza e capacità di analisi è stata ritenuta insufficiente per compiere una corretta valutazione, sono stati sviluppati nuovi settori di ricerca e progetti tesi ad individuare criteri e metodi di studio (aree urbane, sistemi agrari, cropmarks, paesaggi, archeologia industriale, siti militari XX sec., siti ecclesiastici).

Per l'**archeologia industriale** l'obiettivo dell'MPP è stato quello di adottare un sistema univoco di valutazione e classificazione dei siti archeoindustriali rispetto alle numerose e diversificate esperienze presenti sul territorio nazionale, la cui validità non era verificata ed uniformata ad alcun standard. Il progetto sviluppato in tre fasi, (individuazione e localizzazione dei siti; riconoscimento del valore di testimonianza; determinazione delle forme di tutela) ha prodotto nei primi sette anni di lavoro l'analisi di 1500 siti ed edifici (equivalenti a 6000 unità) dei quali 502 sono stati proposti per la schedatura, 697 per altri tipi di destinazione e gestione (ENGLISH HERITAGE, in MPP2000).

Il *National Mapping Programme* si inserisce nel più ampio progetto di ricognizione aerea, *Aerial Reconnaissance*, voluto dall'English Heritage. Esso fornisce allo stato attuale, le principali informazioni di sintesi relative a siti archeologici ed al paesaggio nella sua complessità in un arco temporale che si estende dal Neolitico fino al XX secolo. Il lavoro dell'NMP coniuga alla ricognizione aerea per l'acquisizione di nuove immagini, la catalogazione del patrimonio aereo fotografico prodotto in Inghilterra dal 1945 nonché l'interpretazione e la mappatura delle informazioni contenute nelle immagini. I risultati fino ad oggi ottenuti, grazie anche all' incremento registrato nella catalogazione di nuovi siti, hanno dato avvio alla trasformazione delle conoscenze acquisite chiarendo di fatto le trasformazioni subite dal paesaggio attraverso l'uso del suolo.

Il progetto TWENTIETH CENTURY MILITARY SITES: l'adozione di una metodologia di lavoro per la documentazione di siti ed aree industriali nel contesto italiano

L'efficacia della strategia di lavoro emersa con il progetto, promosso dall'English Heritage su scala nazionale, *Twentieth century military sites* ha suggerito la possibilità di adottare il metodo utilizzato per la documentazione delle aree e dei siti industriali oggetto di questa ricerca. Il progetto si è sviluppato prendendo in esame, quattro delle dieci classi previste dall'MPP, per i siti militari (stazioni radar e depositi di munizioni, la guerra mondiale; postazioni antiaeree, 1914-1946; batterie costiere, 1900-1956) per i quali sono stati individuati tre livelli di analisi:

- 1 ricerca archivistica
- 2 analisi da foto aeree
- 3 ricognizioni sul campo

In particolare la metodologia sviluppata con l'ausilio della fotografia aerea ha permesso, nonostante la scarsa conoscenza iniziale dei siti, la localizzazione delle strutture ed una valutazione della loro consistenza attuale. La lettura delle immagini ha permesso di ricostruire l'estensione del paesaggio militarizzato e chiarire tempi e modalità seguite, negli ultimi sessanta anni, nelle procedure di smantellamento dei siti militari. Sono stati inoltre evidenziati i rischi maggiori a cui il patrimonio è

sottoposto e, conseguentemente stabilite adeguate forme di tutela: le principali cause di perdita e degrado del patrimonio sono state attribuite all'espansione urbana, successiva alla seconda guerra mondiale ed alla creazione di aree industriali che, occupando le zone destinate alla difesa della città durante il periodo di guerra, hanno cancellato le preesistenti postazioni antiaeree ed siti militari. Altre cause sono state riconosciute nella crescente meccanizzazione dell'agricoltura nonché nell'erosione della costa per gli effetti prodotti nel lungo periodo, sullo stato di conservazione del patrimonio. Trattandosi di fenomeni prevedibili essi costituiscono, nell'ambito della programmazione nazionale per il monitoraggio del rischio, il punto di partenza per la compilazione di elenchi di siti sottoposti a rischio imminente; strumenti questi necessari ad ipotizzare tempi di sopravvivenza e stabilire priorità di catalogazione delle stesse testimonianze (J.SCHOFIELD in BEWLEY, RACZKOWSKI 2002, 269).

Analisi e caratterizzazione della documentazione fotografica e cartografica tramite GIS

La ricerca, condotta nell'area di Niccioleta, si è posta l'obiettivo di documentare le trasformazioni subite dal territorio, a partire dal decennio 1920 - 1930 fino all'epoca attuale, a seguito dell'industrializzazione dei processi di estrazione del minerale di pirite, proponendo la sperimentazione e la valutazione di metodologie di lavoro utilizzate in area anglosassone.

Il villaggio minerario, compreso entro i confini amministrativi del comune di Massa Marittima (GR) e costruito dalla Società Montecatini, si inserisce nella più ampia zona delle Colline Metallifere la cui storia estrattiva è documentata sin dall'Eneolitico.

Il metodo di indagine adottato ha seguito, nelle sue linee generali, la strategia di lavoro utilizzata dall'English Heritage nel progetto di documentazione e catalogazione dei siti militari di XX secolo - *Twentieth century military sites* - precedentemente descritta.

L'impiego della foto aerea, verticale ed obliqua, per eccellenza il miglior modo per individuare gli elementi caratterizzanti del paesaggio, è associato alla lettura delle informazioni relative a documenti d'archivio, mappe catastali e, non ultima, all'acquisizione di dati tramite ricognizioni di superficie a conferma di quanto osservato dalle foto.

Definiti gli obiettivi di studio, l'area di interesse ed i termini cronologici sono state selezionate le seguenti tipologie di testimonianze:

- aree di estrazione del minerale
- aree e strutture produttive
- aree e strutture residenziali

per le quali sono stati individuati tre livelli di analisi:

- analisi della cartografia storica
- analisi di aerofoto zenitali e oblique
- ricognizioni di superficie.

L'impostazione metodologica proposta si è avvalsa, per l'analisi del territorio e delle evidenze in esso presenti, di visualizzazioni multi livello, di cui sarà possibile leggere in chiave diacronica il susseguirsi dei segni lasciati sul paesaggio stratificato.

In un primo momento il Gis ha svolto un ruolo di supporto all'acquisizione e all'informatizzazione di tutti i dati, poiché si è provveduto alla georeferenziazione della documentazione e all'integrazione di queste entro i sistemi cartografici; nella seconda fase alla digitalizzazione e caratterizzazione delle evidenze ed ad un primo tentativo di analisi metrico - valutative delle tracce evidenziate.

Di seguito l'elenco della **cartografia storica** utilizzata:

Mappa Inghirami 1820

Catasto Leopoldino 1825

Nuovo Catasto 1929, Comune di Massa Marittima, scala 1:2.000

Istituto Geografico Militare 1883-1927, scala 1:50.000.

Per le **aerofoto zenitali** sono stati utilizzati i voli:

Volo Gai 1954, scala 1:33.000 1954/56,

Voli regionali 1975/1988, scala 1:13.000 1975/1988

Volo AIMA scala 1:40.000 1996

Le aerofoto oblique sono state prodotte dal Laboratorio di Archeologia dei Paesaggi e Telerilevamento (Lap&T) del Dipartimento di Archeologia e Storia dell'Arte dell'Università di Siena nell'ambito del progetto Cultura 2000 *European Landscapes past, present and future*. Nell'ambito della XIV *Summer School* sono state effettuate le ricognizioni per l'acquisizione delle aerofoto oblique con aeromobile Cessna ad ala alta, utilizzando per le riprese una macchina digitale reflex CANON EOS 20D, 8 Mega pixel; per la registrazione delle rotte di volo Tablet PC e dispositivo ricevitore GPS. Le ricognizioni effettuate (1-3/06/2005) hanno prodotto 1189 fotogrammi.

La documentazione, acquisita tramite scanner, con risoluzione di 300 dpi, in formato TIF e georeferenziata su piattaforma GIS è stata utilizzata per la lettura sovrapposta delle immagini e la successiva caratterizzazione, in sequenza temporale, dei contesti prescelti.

Niccioleta nella cartografia storica

La ricerca delle fonti cartografiche, nel caso di studi territoriali storici ed archeologici, costituisce una parte fondamentale nel processo di acquisizione dei dati utili alla creazione di un Sistema Informativo Territoriale e, conseguentemente, alle possibilità di analisi.

La cartografia storica ha pertanto reso possibile la verifica delle trasformazioni avvenute nell'area di Niccioleta fino al 1929, tramite una fase preliminare di lettura ed interpretazione ed una successiva georeferenziazione, in ambiente GIS, dei singoli documenti sulla base cartografica di riferimento -IGM scala 1:25.000 anno 1988, CTR scala 1:10.000 anno 1994-.

La sovrapposizione ed il confronto dei piani cartografici hanno confermato, fino al 1906, la presenza del solo toponimo "Niccioleta Vecchia" e la comparsa, dal 1926, delle miniere localizzate sul limite sud ovest della Val d'Aspra.

I Fogli di mappa 78 e 80 del Nuovo Catasto, relativi all'anno 1929, permettono di collocare cronologicamente ed identificare lo sviluppo delle strutture industriali ed abitative, nonché evidenziare, rispetto alla cartografia di base, la non coincidenza dei tracciati viari (fig.1):

- Foglio 78, la planimetria colloca a nord l'abitato di Niccioleta Vecchia, definito come unità podereale; nell'area collinare, limitata a nord dal Poggio della Madonna, e ad est dal Fosso Val d'Aspra, il primo nucleo del nuovo centro abitato di Niccioleta costituito, in questa fase, da un esiguo numero di strutture abitative .

- Foglio 80, la planimetria evidenzia l'area e la distribuzione degli impianti industriali: la laveria disposta lungo il Fosso Val d'Aspra e, più a nord, il nucleo originario degli edifici di servizio all'attività mineraria.

L'indagine fotointerpretativa

L'analisi del paesaggio per l'area industriale di Niccioleta è stata condotta su riprese aerofotografiche con caratteristiche di multiscalarità e multitemporalità.

L'analisi fotointerpretativa rivela, rispetto alla cartografia catastale più recente, un sostanziale incremento degli edifici ad uso residenziale e la conseguente definizione del villaggio industriale. Contemporaneamente la lettura evidenzia l'ampliamento dell'area produttiva con l'edificazione di nuove strutture nonché dei confini delle superfici interessate dai processi estrattivi e la presenza di tracciati viari coincidenti alla attuale viabilità.

L'interpretazione dei fotogrammi, relativi ai Voli Gai, Regionale e AIMA, ha inoltre permesso di evidenziare le anomalie legate alla presenza, fino agli anni '70, del sistema di teleferiche utilizzato per il trasporto del minerale, assente in cartografia.

Il Volo regionale, su cui è stato condotto parte del lavoro di dettaglio, per la scala adottata e la buona risoluzione dei fotogrammi, si è mostrato particolarmente utile per definire i caratteri delle singole testimonianze presenti nell'area. Sono state in questo senso evidenziate consistenza e tipologia degli impianti industriali nonché effettuate misurazioni relative all'estensione delle aree estrattive per il periodo coincidente alla prima fase di dismissione dell'industria(fig. 2).

Rispetto alla lettura relativa al Volo Gai, il fotogramma in esame mostra una sostanziale continuità di distribuzione e consistenza delle unità abitative mentre, per gli edifici industriali, è possibile cogliere il potenziamento dell'area circostante il nucleo originario della miniera e la demolizione delle strutture collocate sul Poggio della Madonna (fig. 3).

Le fotografie d'alta quota (Volo AIMA 1996) hanno permesso uno sguardo globale della superficie, con immagini ad alta risoluzione, consentendo di riconoscere, in un contesto generale, le trasformazioni subite dall'area a circa un decennio dalla sospensione dell'attività estrattiva. L'area abitativa mantiene la configurazione della planimetria originaria, mentre decresce l'estensione delle aree estrattive, progressivamente ricoperte dalla vegetazione, così come la superficie occupata dagli impianti produttivi in fase di demolizione.

La documentazione dello stato attuale: l'utilità della fotografia obliqua

L'esperienza inglese testimonia delle enormi potenzialità che la ricognizione aerea può mettere in campo non solo nella ricerca di nuovi siti ma anche nelle attività di monitoraggio e tutela del patrimonio culturale.

Diversamente da quanto avviene con le aerofoto verticali generalmente realizzate a scopo cartografico, la fotografia aerea obliqua garantisce la possibilità di ottenere una documentazione complessiva del contesto, grazie alla libertà dell'archeologo di effettuare riprese con lo specifico obiettivo di documentare siti ed aree ritenuti rilevanti. Un punto di vista privilegiato permette di cogliere il contesto nella sua completezza, descrivendone le caratteristiche del territorio e contemporaneamente ricostruire le connessioni originarie di elementi difficilmente identificabili a terra. Ciò si è reso ad esempio evidente nell'analisi dei fotogrammi relativi ai siti di Niccioleta, dove il villaggio minerario e l'area estrattiva costituiscono, rispetto all'ambiente circostante, elementi di cesura, rappresentazioni di logiche e strutture di organizzazioni produttive e sociali proprie di un'epoca che assiste all'affermazione della grande industria quale nuovo protagonista dello sviluppo economico moderno (fig. 4); di Gavorrano, in cui è possibile cogliere la continuità ancora esistente fra l'area estrattiva, le zone residenziali circostanti, il parco minerario (fig. 5); di Valpiana, dove il punto di vista privilegiato permette di catturare l'immagine complessiva della pianificazione urbana e della distribuzione degli impianti per la lavorazione del ferro di epoca settecentesca.

Le foto oblique costituiscono inoltre, anche in presenza di ortofoto, una fonte di analisi approfondita degli insediamenti e degli scenari indagati grazie alla possibilità di effettuare riprese a quote relativamente basse e da punti di vista diversificati; caratteristiche queste in grado di incrementare qualità e quantità delle informazioni contenute nelle immagini come l'opportunità di ripetere, in tempi diversi, le ricognizioni. Tale strumento ha in questo caso permesso di superare i limiti imposti dalla proprietà e principalmente dell'inaccessibilità ai luoghi ed alle strutture il cui stato di conservazione appare oggi seriamente compromesso.

L'analisi delle immagini aeree, confrontate quando disponibili con riprese dal basso e con fotografie storiche ha permesso di evidenziare quanto è andato perduto della struttura originaria in conseguenza alla dismissione e l'abbandono degli impianti.

Analisi conclusive

Se per lo studio del territorio nelle epoche precedenti non mancano esperienze, anche italiane, meno produttivo sembra essere il settore dedicato alla ricerca delle sopravvivenze lasciate sul paesaggio attuale dall'organizzazione delle attività industriali di epoca moderna e contemporanea. Sembra questa un'esperienza utile da cui partire per la quale proponiamo alcune considerazioni circa gli obiettivi posti inizialmente.

L'analisi del paesaggio per l'area industriale di Niccioleta, ha trovato nella fotointerpretazione uno dei momenti più qualificanti della ricerca sia nella parte preliminare, permettendo una prima osservazione dell'intera area massetana, sia successivamente nella definizione tipologica e geometrica dei singoli eventi analizzati.

L'approfondimento del processo fotointerpretativo, ottenuto con l'introduzione di una fase di confronto e sovrapposizione delle immagini disponibili con caratteristiche di multiscalarità e multitemporalità, ha permesso l'individuazione di aree e strutture con un margine di errore estremamente basso. L'osservazione del territorio dall'alto ha consentito infatti di apprezzare le relazioni intercorrenti tra i diversi elementi del paesaggio e delineare i rapporti spaziali intercorsi fra i diversi fenomeni. In questo senso, il punto di vista inusuale e l'ampiezza del territorio all'interno di un fotogramma hanno permesso di valutare la consistenza e le caratteristiche delle aree indagate altrimenti non individuabili sul terreno, talvolta perché situate in zone non visibili o inaccessibili, altre perché, se osservati a terra da punti non troppo elevati, visibili sotto prospettive non favorevoli.

Il diverso orientamento delle strisciate, la differente posizione del punto di ripresa dei singoli fotogrammi e la variazione di scala tra le coperture, hanno permesso in sostanza di osservare e confrontare elementi e fenomeni contenuti nelle foto da punti di osservazione diversi, cogliendo di volta in volta particolari nuovi e di grande importanza.

Le aerofoto, verticali ed oblique, diversamente da quanto ipotizzato ad inizio lavoro, hanno rappresentato per questo tipo di testimonianze, un ottimo mezzo di interpretazione nonostante la morfologia del territorio, a carattere prevalentemente montuoso, e la dominante boschiva del paesaggio.

La costruzione della piattaforma Gis ha rappresentato in sé una strategia di lavoro poiché ha determinato l'organizzazione dei dati acquisiti, la georeferenziazione delle immagini, la definizione, caratterizzazione e visualizzazione di aree e anomalie nonché le successive operazioni di sovrapposizione e analisi. In questo senso il Gis elaborato, con la sua base di dati, elementi cartografici, aerofoto acquisite ed interpretazioni rappresenta da solo un risultato e contemporaneamente costituisce la base per la produzione di ulteriori analisi.

Gli strumenti utilizzati hanno permesso di delineare le fasi principali dell'evoluzione storica del territorio di Niccioleta, a partire dall'introduzione dei processi industriali nell'estrazione del minerale. Si collocano, in questa fase, la rottura degli equilibri storici che avevano visto l'opera dell'uomo agire all'interno dell'ambiente in modo relativamente limitato e integrato, e la progressiva inversione degli stessi equilibri. Il compiersi di tale passaggio è da ricercarsi nelle profonde modificazioni scientifico-tecnologiche, produttive e socio-economiche compiutesi a partire dalla fine del XIX secolo che, di fatto, promuovono un salto di scala nelle potenzialità dell'agire umano nei confronti dell'ambiente. La formazione del nuovo contesto paesaggistico si struttura dunque in coincidenza della crescita esponenziale del potere tecnologico dell'uomo sul territorio, configuratasi nel nostro caso, attraverso una prima fase di insediamento riferibile alla fine degli anni Venti con la stratificazione degli elementi caratterizzanti l'industria.

Nel periodo compreso fra il 1930 ed il 1950 si verificano, a livello territoriale, le maggiori trasformazioni con la definizione del nuovo insediamento residenziale, in risposta alle esigenze imposte dalle cadenze del lavoro industriale, la localizzazione delle aree estrattive e la conseguente edificazione degli impianti produttivi in corrispondenza dei rilievi a nord del centro abitato, come indicato dalle caratterizzazioni relative ai voli del '54 (fig.6).

L'incremento dello sfruttamento delle risorse minerarie coincide inoltre con il progressivo disboscamento dei versanti, e l'evidente abbandono dei suoli agrari circostanti fino alla definizione, come evidenziato nel dettaglio relativo al fotogramma del 1984, di un paesaggio segnato, nonostante le escavazioni in galleria, dall'incremento delle superfici sfruttate. Gli stessi fotogrammi mostrano la distribuzione e configurazione raggiunta dagli impianti durante il periodo di massima espansione dell'attività estrattiva: l'area ad est del fosso della Val d'Aspra mostra il sensibile incremento della superficie occupata nonché del complesso sistema costituito dagli impianti di estrazione, trasporto e trattamento del minerale (fig.7).

La cessazione dell'attività estrattiva, avvenuta nella prima metà degli anni '80, e la conseguente dismissione dell'industria, nel 1992, determinano un'ulteriore progressiva trasformazione del paesaggio industriale le cui connotazioni presentano nella distribuzione spaziale un maggior carattere di

discontinuità oltre ad una minore incisività dei segni presenti sul territorio, progressivamente obliterati dalla ricomparsa della vegetazione e dai processi di demolizione delle superfici coperte (fig.8).

Alle più recenti opere di bonifica, documentate tramite aerofoto oblique, è da attribuire la demolizione, fatta eccezione per il castello di estrazione del pozzo Rostan, dell'insieme di impianti e strutture adibite ai processi di trattamento del minerale; sopravvivono invece le officine, alcuni depositi e magazzini, parte degli edifici sede dell'amministrazione della miniera.

Il processo fotointerpretativo ha inoltre permesso l'identificazione delle anomalie relative al sistema di teleferiche utilizzato dalla Società Montecatini per il trasporto della pirite dai centri di estrazione di Niccioleta, Boccheggiano e Gavorrano fino allo scalo ferroviario di Scarlino per le spedizioni via terra e l'imbarco di Portiglioni per le spedizioni via mare. Nei fotogrammi a nostra disposizione, Volo Gai - 1954, si evidenzia la presenza della struttura mentre nelle coperture di epoca successiva il dato disponibile si limita alle anomalie rilevate.

E' stato inoltre compiuto il tentativo di verificare, tramite operazioni di buffering, l'ampiezza e l'influenza esercitata sul territorio dai centri minerari (fig.9). L'analisi, compiuta su tre insediamenti che presentano caratteristiche omogenee per la tipologia del minerale estratto, la proprietà e la gestione degli impianti, mostra che l'area di incidenza sul territorio, calcolata per ciascun caso a partire dal pozzo estrattivo principale, presenta un raggio di influenza compreso fra i 2 km per Niccioleta ed i 2,5 km per Boccheggiano e Gavorrano.

È attualmente in corso la catalogazione informatica delle aerofoto oblique, per la quale è stata seguita l'impostazione metodologica utilizzata dal Lap&t per la schedatura delle anomalie da foto aerea, e definita una griglia rispondente alle esigenze descrittive delle testimonianze in esame.

Ad essa si integrano ricognizioni mirate di verifica del dato rilevato (fig. 10).

Bibliografia

AERIAL RECONNAISSANCE = *Aerial Reconnaissance for Archaeology*, CBA Research Report N. 12.

BEWLEY, RACZKOWSKI 2002 = R. BEWLEY, W. RACZKOWSKI (a cura di), *Aerial archaeology: developing future practice*, NATO Science Series I: Life and Behavioural sciences, 337, IOS Press, Amsterdam.

CLARK, DARLINGTON, FAIRCLOUGH 2003 = J. CLARK, J. DARLINGTON, G. FAIRCLOUGH, *Pathways to Europe's landscape*, European Pathways to the Cultural Landscape, Heide.

CUTERI, MASCARO 1995 = F. CUTERI, I. MASCARO (a cura di), *Colline Metallifere. Inventario del patrimonio minerario e mineralogico. Aspetti naturalistici e storico-archeologici*, Biblioteca della Giunta regionale toscana, 2 vol., Edizioni Regione Toscana, Firenze.

ENGLISH HERITAGE 2000 = ENGLISH HERITAGE, *MPP 2000, A review of the Monuments Protection Programme, 1986-2000*, Sterling Press, UK.

ENVIRONMENT-MINERAL DIVISION 1994 = DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT-MINERAL DIVISION, *The reclamation and management of metalliferous mining sites*, HMSO, London.

FALCONER 2005 = K. FALCONER, *The industrial heritage in Britain*, c. s.

FAIRCLOUGH, RIPPON 2002 = G. FAIRCLOUGH, S. RIPPON (ed.), *Europe's cultural landscape: archaeologists and the management of change*, Europae Archaeologiae Consilium, Brussels.

JONES, WALTERS, FROST 2004 = N. JONES, M. WALTERS, P. FROST, *Mountains and orefields: metal mining landscapes of mid and north-east Wales*, CBA Research Report 142, Council for British Archaeology.

MUSSON = C. MUSSON, *Wales from the air. Patterns of past and present*, Royal Commission on the Ancient and Historical Monuments of Wales, Bridgend, UK.

MUSSON, PALMER, CAMPANA 2005 = C. MUSSON, R. PALMER, S. CAMPANA, *In volo nel passato. Aerofotografia e cartografia archeologica*, Biblioteca del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti – Sezione Archeologica – Università di Siena, 12, All’Insegna del Giglio, Firenze.

PALMER, NEAVERSON 1994 = M. PALMER, P. NEAVERSON, *Managing the Industrial Heritage*, Leicester Archaeology Monographs, n. 2.