

# Melka Kunture: tecniche digitali per l'archeologia preistorica



Istruzione e cultura

## Cultura 2000

La musealizzazione del sito di Melka Kunture rappresenta la conclusione di 40 anni di ricerche e scavi compiuti dalla Missione Archeologica Francese diretta da Jean Chavaillon tra il 1965 e il 1995 e dalla Missione Archeologica Italiana dell'Università di Roma "La Sapienza" e del Ministero degli Affari Esteri, diretta da Marcello Piperno a partire dal 1999 e tuttora in corso. L'estensione del sito, la sua lunga sequenza culturale (1.7-0.2 milioni di anni) insieme alla molteplicità e varietà delle situazioni archeologiche presenti nelle sue diverse fasi fanno di Melka Kunture un complesso straordinario e unico, paragonabile soltanto alla Gola di Olduvai in Tanzania.

Il sito di Melka Kunture rientra nell'ambito dei grandi siti dell'Africa orientale conservati all'interno della Rift Valley, che hanno permesso di ricostruire non soltanto la storia delle trasformazioni anatomiche che condussero alla diversificazione dei primi rappresentanti del genere *Homo*, ma anche gli eventi archeologici che documentano l'emergere delle più antiche tecnologie.

Il primo obiettivo del progetto, già realizzato nel corso della Missione effettuata tra la fine di ottobre e la metà di

Il progetto "From the past to the present in Ethiopian Prehistory. An Interactive Museum for the Archaeological Park of the Early Palaeolithic site of Melka Kunture", Agreement n. 2006 – 1033/001 -001 CLT CA12, cofinanziato dalla Commissione europea all'interno del programma Cultura 2000 per l'anno 2006, è stato concepito per la valorizzazione di uno dei siti archeologici più importanti per la conoscenza delle più antiche fasi della Preistoria.

Al progetto partecipano diverse istituzioni nazionali e internazionali: il Ministero degli Affari Esteri, il Dipartimento di Scienze dell'Antichità dell'Università "La Sapienza" di Roma, il Centro di Geotecnologie dell'Università di Siena, l'*Institut de Préhistoire et de Géologie du Quaternaire dell'Université de Bordeaux* (Francia), la Regione Aquitania, l'*International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation* (Olanda), la Facoltà di Geologia e Geofisica dell'Università di Addis Abeba (Etiopia). La collaborazione tra questi enti di ricerca rappresenta un fattore importante di cooperazione europea per la realizzazione di un progetto in un paese in via di sviluppo nell'ambito del patrimonio culturale.

dicembre 2006, è consistito nell'allestimento di quattro strutture museali, costruite grazie a un coraggioso sforzo economico della Regione Oromia, inserite in un parco archeologico-naturalistico. Gran parte dell'area di Melka Kunture si è infatti conservata anche per quanto riguarda i suoi aspetti naturalistici: flora e fauna sono state protette dallo sfruttamento agricolo intensivo della regione.

Le strutture sono dedicate rispettivamente alla Preistoria africana, alla Geologia e Vulcanologia, alla

Fig. 1a e 1b -  
Misurazione di una  
delle nove basi di  
nuova generazione  
in modalità  
differenziale statica  
(foto L. Carmignani)



Paleoantropologia e all'Archeologia di Melka Kunture. Oltre queste quattro strutture, è possibile visitare anche due aree di scavo (*Open Air Museum*) che permettono di entrare direttamente in contatto con due località frequentate dai nostri progenitori circa 800.000 anni fa.

L'intento è quello di attivare un circuito turistico di cui si prevede beneficeranno soprattutto gli studenti delle scuole di Addis Abeba, ma anche turisti, sia etiopici che stranieri, da qualche anno sempre più numerosi. L'attivazione del Museo porterà inoltre vantaggi economici immediati agli abitanti del vicino paese di Awash e della regione circostante, che potranno essere impiegati nella gestione del Parco stesso.

In questo quadro, la creazione di un portale internet, secondo obiettivo fondamentale del progetto, rappresenterà una tappa fondamentale, sia per il grande pubblico che per gli specialisti, finalizzata alla conoscenza e la diffusione della preistoria di questa regione dell'Etiopia a livello internazionale. Il percorso all'interno delle quattro strutture museali e dell'*Open Air Museum* si tradurrà in un viaggio virtuale attraverso le più antiche fasi della nostra storia. L'ultima struttura introdurrà alla visita di Melka Kunture, il cui territorio sarà poi virtualmente percorribile e i cui siti saranno *visitabili* in estremo dettaglio attraverso foto, piante e informazioni legate alle diverse aree di scavo. La parte *territoriale* del sito internet, ricostruibile attraverso le funzionalità proprie del Web GIS, si basa sulla prima carta topografico-archeologica-geologica di Melka Kunture, di cui si discuterà in dettaglio nelle pagine successive, che verrà consegnata al Servizio Archeologico Etiopico e diventerà un utile strumento di salvaguardia dei diversi siti sparsi in un'area vasta diverse decine di chilometri quadrati. Inoltre, tale carta di dettaglio è un documento essenziale per completare il dossier che il governo etiopico ha già presentato all'UNESCO, affinché il sito di Melka Kunture

venga inserito tra i monumenti appartenenti al patrimonio culturale dell'umanità.

Questo progetto realizza oggi l'idea-museo di Melka Kunture, concepita sin dagli anni Settanta e parte importante delle ricerche sul sito durante le diverse missioni. Se oggi essa si concretizza è anche e soprattutto grazie alla collaborazione, all'interesse e al supporto di diverse istituzioni etiopiche: il *Center for the Research and Conservation of the Cultural Heritage, Ministry of Culture & Tourism*, la Regione Oromia e il Museo Nazionale di Addis Abeba. Il continuo servizio di custodia che tali enti sono riusciti a garantire sin dall'inizio delle ricerche ha preservato l'integrità culturale e naturalistica del sito, senza la quale nessun progetto avrebbe potuto trovare realizzazione.

### La carta geo-archeologica e la fotogrammetria digitale: metodologie di lavoro

Il ruolo del Centro di Geotecnologie (CGT) all'interno del progetto è stato quello di creare un sistema informativo geografico contenente dati a carattere archeologico, geologico e topografico relativi all'area di Melka Kunture e di elaborare e gestire il Web GIS da realizzare in collaborazione con l'*International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation ITC*.

Per raggiungere questi obiettivi si è fatto ricorso alla fotogrammetria satellitare e terrestre, tecniche di rilievo che permettono di ottenere informazioni metriche (forma e posizione) di oggetti tridimensionali mediante interpretazione e misura di immagini.

Per rilevare tutti i dati necessari all'elaborazione del geodatabase, dal 13 al 30 novembre 2006 un gruppo di ricerca del CGT si è recato, all'interno della Missione Archeologica Italiana, sul sito e, in collaborazione con archeologi e geologi, ha condotto una campagna di rilevamento GPS. La strumentazione utilizzata è consistita in due ricevitori *Leica SR530*, un ricevitore *Leica 1200* ed un ricevitore *Leica GS20*.

L'area da rilevare corrisponde a una superficie di circa 100 km<sup>2</sup>, generalmente pianeggiante, ma non sempre facilmente accessibile alle auto a causa di mancanza di piste o per motivi morfologici. Per poter garantire un'elevata accuratezza e, contemporaneamente, tempi di acquisizione compatibili con il periodo di svolgimento della missione, le misure sono state registrate sia in modalità differenziale statica che in modalità RTK.

La modalità statica, che consente elevata precisione anche su lunghe distanze (alcune decine di km) con tempi di acquisizione piuttosto lunghi, è stata utilizzata per misurare il punto di triangolazione BNP 267, di coordinate note grazie alla monografia della *Mapping Agency* di Addis Abeba; contemporaneamente ad essa sono state materializzate e misurate ulteriori nove basi di nuova generazione dislocate uniformemente nell'area di studio (Fig. 1a e 1b).

Tutti gli altri punti GPS sono stati acquisiti in modalità

RTK, permettendo tempi di osservazione di pochi minuti e rapidi spostamenti.

I punti rilevati in questa modalità sono stati di tipo archeologico, geologico e topografico (Fig.2); questi ultimi sono stati utilizzati come GCP (*Ground Control Point*) per l'orientamento esterno delle immagini stereoscopiche IKONOS, appositamente riprese per questo progetto e utilizzate per la creazione della nuova carta topografica dell'area di Melka Kunture in scala 1:10 000.

Per tal motivo i punti sono stati individuati in modo da essere uniformemente distribuiti nell'area di interesse e collocati in zone ben riconoscibili nell'immagine (spigoli di tetti in lamiera, recinti di *tukul*, ecc.), tenendo conto anche della risoluzione a terra di quest'ultima (1 m).

I punti di interesse archeologico costituiscono la parte preponderante dei dati collezionati: per quanto riguarda i siti oggetto di scavi sistematici, dei quali esisteva già un *database* non georiferito, il rilievo è stato effettuato per ogni livello archeologico, in modo da consentire operazioni di *overlay*. In aree più vaste, ad esempio i grandi accumuli di ossidiana nei pressi di Balchit, o in siti non più in luce, il rilevamento è stato realizzato in modalità punto singolo. Ad ogni punto è associata una scheda descrittiva che ripercorre la storia del sito e ne traccia le caratteristiche peculiari da inserire nel geodatabase.

I punti di interesse geologico, anch'essi accompagnati da una scheda esplicativa, riguardano elementi ricollegabili a depositi di origine sedimentaria e vulcanica, che costituiscono fondamentali punti di riferimento e di raccordo stratigrafico tra i vari affioramenti nelle diverse località.

Tutti i dati raccolti e elaborati sono stati georeferenziati con coordinate assolute nel sistema *UTM*, ellissoide *Clarke 1880*, datum *Adindan*, zona 37 N, secondo la convenzione etiope, in conformità al riferimento stabilito per tutto il materiale già disponibile.

Nel corso delle successive elaborazioni dei dati, obiettivo principale è stata la creazione della nuova carta topografica dell'area di Melka Kunture in scala 1:10 000 che aggiornerà la carta in uso fino ad oggi, in scala 1:50 000 e relativa al 1973. Il *software* utilizzato per tutte le applicazioni fotogrammetriche è stato *Erdas Imagine 9.1*.

Negli ultimi anni l'alta risoluzione a terra raggiunta dai sensori ha fatto sì che, per la produzione di carte su scala medio-grande, la fotogrammetria satellitare venga considerata una valida alternativa a quella aerea, consentendo notevoli risparmi economici rispetto alla produzione di foto aeree.

Le immagini acquistate sono due stereocoppie IKONOS tipo *Standard Stereo 1m Pansharpened*, in cui la banda pancromatica e quelle multispettrali (sono presenti le bande del blu, del verde, del rosso e dell'infrarosso vicino) vengono fornite già *fuse*, raggiungendo la risoluzione spaziale di un metro.

L'orientamento esterno delle scene satellitari (Fig. 3) è

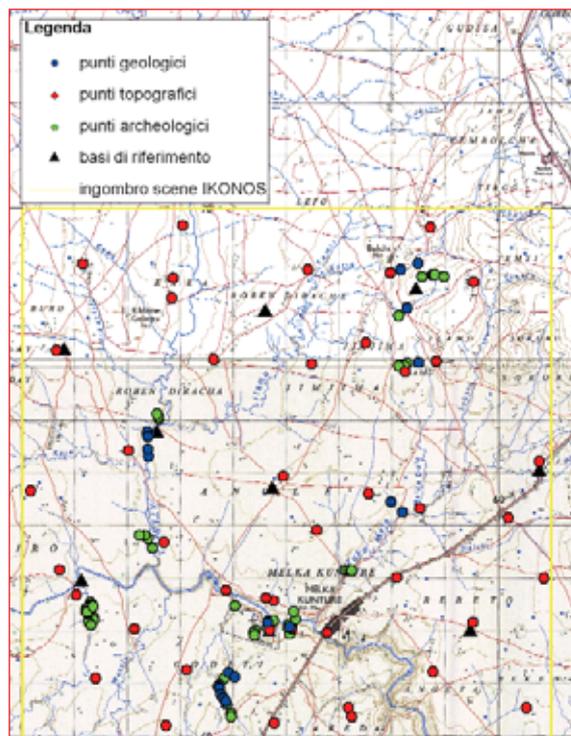


Fig. 2 - Distribuzione nell'area di tutti i punti rilevati con il GPS in modalità statica e RTK

stato effettuato utilizzando le terne di coordinate ricavabili dai GCP rilevati con la strumentazione GPS durante la missione.

La triangolazione aerea ha permesso di rendere le immagini georiferite, osservabili in stereoscopia e di passare alla fase di restituzione necessaria alla creazione della carta topografica, attualmente ancora in corso.

E' stato inoltre creato un DEM (*Digital Elevation Model*) preliminare della zona, ottenuto grazie ad algoritmi di autocorrelazione tra *pixel*, tramite il quale è stato possibile ortorettificare le scene satellitari rendendole geometricamente corrette e georeferenziate.

Durante la missione sono inoltre stati compiuti rilievi di fotogrammetria digitale terrestre presso i siti di Gombore II OAM (*Open Air Museum*) e Simbiro III.

A tale scopo sono state utilizzate una barra fotogrammetrica calibrata di proprietà del CGT, due camere digitali non metriche (*Hp Photosmart C945* e *Nikon Coolpix serie S1*) e una stazione totale laser *Leica 1200*.

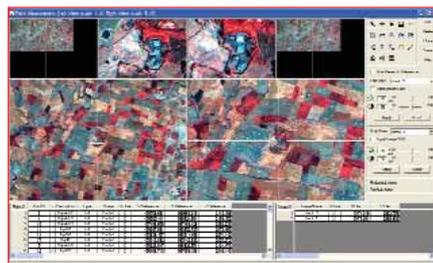


Fig. 3 - Orientamento esterno delle immagini satellitari IKONOS



Fig. 4 - Operazioni di presa fotogrammetrica: acquisizione di immagini presso il sito di Gombore II OAM (foto G. Gruppioni)

Il sito di Gombore II OAM è costituito da una paleosuperficie datata a circa 800-700.000 anni fa (Acheuleano medio). Nel sito sono conservati migliaia di strumenti litici e resti di fauna. La ripresa fotogrammetrica ha riguardato la superficie orizzontale dello scavo, ottenuta con riprese dall'alto utilizzando l'impalcatura che costituisce il telaio del tetto del museo (Fig. 4). La camera fotografica è stata posizionata sulla barra munita di livelle toriche di controllo, in modo tale che, in seguito, fosse possibile eseguire in modo accurato gli orientamenti esterni delle immagini e avere la conseguente visione stereoscopica. La presenza del tetto ha permesso, ed allo stesso tempo condizionato, le modalità della ripresa fotografica: a copertura totale dello scavo sono state infatti necessarie dieci strisciate di foto, sette orientate circa Nord-Sud e tre orientate circa Est-Ovest.

Il rilievo sul giacimento di Simbiro III è invece consistito nella ripresa della sezione principale, in cui sono esposti quattro livelli archeologici relativi alle prime fasi acheuleane di Melka Kunture (1 milione di anni di anni fa). Le riprese sono avvenute frontalmente rispetto alla sezione, orientando la barra in direzione Nord e utilizzando un treppiede fotografico di supporto.

Successivamente all'acquisizione dei fotogrammi, sia per Gombore II OAM che per Simbiro III si sono misurati con la stazione totale i punti che avrebbero costituito i GCP necessari all'orientamento delle foto. Di entrambi i

siti sono state rilevate le coordinate assolute mediante GPS in

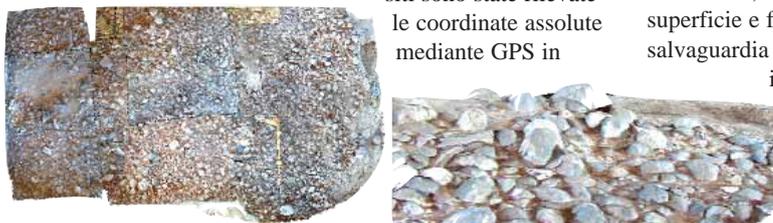


Fig. 5 - A sinistra, mosaico delle ortofoto relative all'intero scavo di Gombore II OAM; a destra modello 3D di un particolare dello scavo.

modalità differenziale RTK. In questo modo è stato possibile georiferire tutti i GCP da utilizzare nell'orientamento esterno dei fotogrammi, in modo che essi siano consultabili nel futuro sito GIS rendendo possibili analisi spaziali *intra* e *intersite*.

Ad oggi il lavoro è proseguito solo per il sito di Gombore II OAM del quale sono state realizzate le operazioni di orientamento dei fotogrammi, compiute orientando simultaneamente le diverse strisciate indipendentemente dalla loro direzione di scatto.

Grazie al blocco ottenuto dall'orientamento esterno, è stato creato, utilizzando algoritmi di autocorrelazione tra *pixel*, un DEM unico di tutto lo scavo con risoluzione spaziale pari a 3 mm.

Si sono potute a questo punto generare ortofoto ad alta risoluzione spaziale, che sono state mosaicate, permettendo anche la creazione del modello 3D del giacimento, visualizzabile in ambiente *Erdas 9.1 VirtualGIS* sovrapponendo il mosaico di ortofoto al DEM (Fig. 5).

Per gli elementi peculiari presenti nel sito è in corso la restituzione stereoscopica attraverso la quale sarà possibile estrarre dati quali la pendenza e l'inclinazione dei singoli reperti, essenziali per l'identificazione delle dinamiche deposizionali e post-deposizionali che hanno portato alla formazione del livello archeologico in questione.

Ulteriori e più dettagliate analisi spaziali *intra-site* verranno elaborate grazie alla sovrapposizione delle piante di scavo vettoriali (già esistenti) al modello stereoscopico.

### Conclusioni e prospettive future

Oltre che strumento di tutela del sito e base per il Web GIS del sito internet, la carta geo-archeologica di Melka Kunture è anche un elemento di ricerca essenziale. Infatti, visualizzando in un unico ambiente di lavoro tutti i dati archeologici e quelli di tipo paleo-ambientale, ciascuna informazione può essere analizzata in rapporto alle caratteristiche paleo-geografiche del territorio. I dati così ottenuti potranno essere ulteriormente elaborati, mediante specifici *software*, per proporre uno o più modelli, sincronici e diacronici, di frequentazione antropica. Inoltre, sulla base dei risultati acquisiti con la *locational analysis*, potrà essere avanzata un'ipotesi che, partendo dalle variabili territoriali analizzate, possa predire la localizzazione di nuovi insediamenti non ancora individuati, orientando in tal modo nuove ricerche di superficie e favorendo il processo di conservazione e salvaguardia di questo inestimabile patrimonio di informazioni.

Il sistema Web GIS fungerà da finestra mondiale sulla regione di Melka Kunture, costituendo un sistema aperto a nuove integrazioni, aggiornato e aggiornabile.

Non meno importante viene considerata all'interno del progetto la funzione didattico-divulgativa del sito Web, al fine di favorire e facilitare la conoscenza della storia delle origini di questa regione.

Data l'assenza o la scarsa velocità di collegamento Internet in gran parte dell'Etiopia, è prevista a tale scopo la distribuzione nelle scuole e nei musei etiopi di un CD contenente il sito web in versione *off-line*.

Una tale struttura museale rappresenta attualmente una situazione inedita e potenzialmente vincente in un Paese in via di sviluppo come l'Etiopia con un patrimonio preistorico così ricco e significativo, ma finora poco conosciuto e valorizzato se non in ambiente specialistico.

### Il sito di Melka Kunture



Melka Kunture si trova circa 50 km a sud di Addis Abeba nell'alta valle del fiume Awash. Il sito fu scoperto e segnalato per la prima volta nel 1963 da G. Dekker e fu oggetto di ricognizioni nello stesso anno da parte dell'archeologo preistorico francese G. Bailloud. Le diverse missioni archeologiche, dirette da Jean Chavaillon dal 1965 al 1999 e successivamente, dal 1999 ad oggi, dall'Università di Roma "La Sapienza", con finanziamenti del Ministero degli Affari Esteri, della Regione Aquitania e del CNRS, hanno effettuato lo studio sistematico del giacimento attraverso una serie di scavi estensivi, la ricognizione della vasta area interessata dagli insediamenti preistorici e la definizione della cronostratigrafia del giacimento.

Melka Kunture è un giacimento di vallata con terrazzi sovrapposti, i cui sedimenti sono conservati per oltre 100 m complessivi di spessore. Nella sua lunga sequenza, gli apporti fluviali (ciottoli, ghiaie, sabbie, argille) sono stati spesso interrotti da eruzioni vulcaniche i cui prodotti (tufi, lave) costituiscono essenziali punti di riferimento e di raccordo stratigrafico tra i vari affioramenti nelle diverse località del giacimento. Degli oltre 70 livelli archeologici finora individuati, circa 30 sono stati oggetto di scavi più o meno estensivi. Gli scavi di vaste superfici hanno permesso di mettere in luce da 50 a 250 m<sup>2</sup> per ciascun giacimento, e di raccogliere in ognuno dei livelli archeologici diverse migliaia di manufatti litici e resti faunistici. In alcuni di questi siti sono stati anche scoperti resti umani attribuiti sia a *Homo erectus* sia a forme arcaiche di *Homo sapiens*.

### Bibliografia

- Berthelet A., Bulgarelli G.M., Chavaillon J., Piperno M. (eds.) 2001, *Melka Kunture. La Guida Finiguerra Arti Grafiche, Lavello, 32 schede.*
- Bulgarelli G.M., Piperno M. (eds.) 2000, *Melka Kunture. Immagini, Finiguerra Arti Grafiche, Lavello, pp. 37.*
- Campana S., Forte M. (eds.) 2001, *Remote sensing in archaeology. XI ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia. Certosa di Pontignano (Siena, 6-11 Dicembre 1999), Edizioni all'Insegna del Giglio, Firenze, pp. 373.*
- Chavaillon J., Piperno M. (eds.) 2004, *Studies on the Early Paleolithic site of Melka Kunture, Ethiopia, Vol. I e II, pp. 745, Finiguerra Arti Grafiche, Lavello.*
- Gottarelli A. 1995, *La modellazione tridimensionale dal documento archeologico: livelli descrittivi e processamento digitale, Archeologia e Calcolatori, 6, pp. 75-103.*
- Jacobsen K. 2003, *Mapping with IKONOS images, in T. Benes (ed.) Geoinformation for European-wide Integration, Atti del 22<sup>a</sup> EARSeL Symposium on Remote Sensing (Praga, 4-6 Giugno 2002), Millpress, Rotterdam, pp. 149-156.*
- Kraus K. 1993, *Photogrammetry, Volume I, Fundamentals and Standard Processes, Dümmlers Verlag, Bonn, pp. 397.*
- Leica Geosystems 2003, *Il sistema GPS: applicazioni e sviluppi nel rilievo del territorio, Maggioli, Rimini, pp. 227.*
- McPherron S. J. P. 2005, *Artifact orientations and Site formation processes from total station proveniences, Journal of Archaeological Science, 32, pp. 1003-1014.*
- Piccarreta F., Cerando G. 2000, *Manuale di aerofotografia archeologica. Metodologia, tecniche e applicazioni, Edipuglia, Bari, pp. 218.*
- Piperno M. 2002, *Le origini del comportamento umano e le più antiche tecnologie, Il Mondo dell'archeologia, Enciclopedia Archeologica Treccani, pp. 477-482*

### Autori

LEONARDO CARMIGNANI, GIULIA GRUPPIONI  
MARIA CRISTINA SALVI, RICCARDO SALVINI  
Centro di GeoTecnologie - Università di Siena  
[www.geotecnologie.unisi.it](http://www.geotecnologie.unisi.it)

MARIA GRAZIA BULGARELLI  
Soprintendenza al Museo Nazionale Preistorico  
Etnografico "L. Pigorini"  
[www.pigorini.arti.beniculturali.it/index.html](http://www.pigorini.arti.beniculturali.it/index.html)

ROSALIA GALLOTTI, GUY KIEFFER, MARCELLO PIPERNO  
Dipartimento di Scienze Storiche, Archeologiche e  
Antropologiche dell'Antichità - Università di Roma «  
La Sapienza»  
[www.uniroma1.it](http://www.uniroma1.it)