

METODO GPS E RILIEVO ARCHEOLOGICO. DEFINIZIONE DI UNA SUPERFICIE DI RIFERIMENTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN GIS SU ALCUNI SITI DELLA VALLE DI CHACAS (PERÙ)

GPS METHODOLOGY AND ARCHAEOLOGICAL SURVEY. DEFINITION OF A REFERENCE SURFACE FOR A GIS ON SOME ARCHAEOLOGICAL SITES OF THE CHACAS VALLEY (PERU)

Capra A. *, Laurencich L. **, Mancini F. ***, Orsini C. **

fmancini@racine.ra.it

Riassunto

Il Progetto Valle di Chacas (Dipartimento di Ancash, Perù), coordinato dalla Prof.ssa Laurencich Minelli dell'Università degli Studi di Bologna, è nato dalla collaborazione tra il Ministero degli Affari Esteri Italiano, la suddetta Università e la Municipio di Chacas. Il fine di tale progetto è avviare un'indagine archeologica e antropologica sulle culture precolombiane della vallata, che può costituire anche la base per la progettazione di diversi percorsi turistici tra i siti archeologici indagati.

In mancanza di una cartografia ufficiale sufficientemente dettagliata, è stato inizialmente necessario definire un sistema di riferimento cartografico a copertura di tutta l'area di interesse del progetto e, in corrispondenza delle zone urbanizzate in epoca precolombiana, di una superficie topografica di dettaglio. La definizione di detta superficie è necessaria per l'individuazione delle strutture architettoniche e della loro destinazione d'uso, oltre che per l'individuazione del rapporto tra l'architettura e la morfologia del terreno, elemento fondamentale nella concezione urbanistica precolombiana. Tali informazioni sono di primaria importanza qualora si proceda alla costruzione di un percorso turistico nelle aree urbanizzate.

Il lavoro che si presenta è relativo all'indagine topografica eseguita nell'ambito di due campagne di rilievo archeologico (1998 e 2000) condotte su alcune cittadelle fortificate di cultura Recuay (II-VI sec. d. C.) nella Valle di Chacas.

Il rilievo topografico è stato di tipo tradizionale durante la prima spedizione, mentre nella seconda è stata applicata la metodologia satellitare GPS (*Global Positioning System*) in post-processamento, l'unica che, per l'alta produttività, permette di acquisire molte informazioni anche su siti di difficile accesso quali le suddette cittadelle (Huacramarca e Riway), poste a quote superiori ai 4000 m ed a diverse ore di cammino dalle località più vicine. Il rilievo GPS ha consentito in definitiva di eseguire contestualmente il rilievo della posizione delle strutture archeologiche e della morfologia dei siti. L'impostazione data al lavoro, con la collocazione spaziale di tutti gli oggetti, permette

l'analisi integrata delle informazioni e, con l'acquisizione di ulteriori dati, costituisce il primo passo verso la realizzazione di un GIS per la valorizzazione di questo patrimonio culturale. Si offre inoltre alla ricerca archeologica uno strumento indispensabile per l'interpretazione dei dati raccolti in integrazione con i caratteri morfologici dell'area e tutte le altre informazioni disponibili.

PAROLE CHIAVE: Perù, Valle di Chacas, GPS cinematico, indagine archeologica.

Summary

The Chacas Valley Project (Dep. of Ancash, Peru), coordinated by Prof. Laurencich Minelli of University of Bologna, is a partnership between the Ministry of Foreign Affairs, the over mentioned University and the Municipality of Chacas. The aim of such project is to carry out an archaeological and anthropological survey on pre-Columbian cultures of the valley. The collected data will be the base for planning some trekking route between the archaeological sites. In lack of sufficiently detailed maps, it has been necessary to define a cartographic reference system to cover all the investigated area. The knowledge of a detailed topographical surface is also crucial to build up an architectural model of the pre-Columbian urbanized areas. Consequently, the definition of this surface is necessary to locate the architectonic structures and to define their destination of use, and also to investigate the relationship between the architecture and the morphology of the landscape, a very important element in the urbanization system of pre-Columbian civilizations. Such information will be obviously of primary importance in order to define some tourist trekking paths between the archaeological zones. This paper introduce the topographic survey carried out in two archaeological expeditions (1998 and 2000) on the fortified Recuay citadels (II-VI sec. a.d.) Huacramarca and Riway. During the first expedition a traditional methodology has been applied while in the second one a relative kinematic satellite GPS (Global Positioning System) methodology was employed. The high productivity of the gps methodology allows to acquire many information in short time, also working in difficult situations (the over mentioned citadels are located at 4000 mt above m.s.l. In a very distant position from the nearest villages). Through gps survey was possible to perform at the same time a survey to define the position of archaeological structures and the morphology of the landscape. This methodology, which allows the space referencing of all the objects and the integrated analysis of the information, is a very powerful tool for the interpretation of the sites. The recollected data could constitute the first step towards the realization of a gis for the cultural heritage valorization of this area, and offer a research opportunity for archaeologist to gather geo-morphological information together with all the other data available from different source of observation.

KEYWORDS: Peru, Chacas Valley, kinematic GPS, archaeological survey.

Introduzione

Nel corso degli ultimi anni si sono notevolmente sviluppate le conoscenze in ambito informatico e contestualmente si è allargato il campo applicativo di tali conoscenze. L'uso di sistemi informativi nell'ambito dell'archeologia ha senza dubbio fornito un fondamentale aiuto alla ricerca, soprattutto in contesti dove le indagini di tipo tradizionale risultavano di difficile applicazione. In questa nota si presenta un progetto in fieri, il Progetto Valle di Chacas, coordinato dalla Prof. Laurencich Minelli dell'Università degli Studi di Bologna, che ha messo in opera la sperimentazione della metodologia GPS finalizzata al rilievo di dettaglio su alcuni siti archeologici delle Ande Centrali (dipartimento di Ancash, Perù). Per un inquadramento della zona si veda la figura 1. Questo metodo si è rivelato estremamente utile in quanto ha permesso un'indagine precisa e veloce di siti che presentano elementi architettonici in un eccellente stato di conservazione, tale per cui il rilievo al centimetro di esattezza darà la possibilità di ricostruire metricamente al computer parti significative degli insediamenti (in particolare si tratta di cittadelle fortificate). Tale lavoro, completamente originale nel contesto dell'archeologia dell'Ancash, costituisce un interessante punto di partenza non solo per lo studio dei modelli strutturali e di insediamento nella regione, ma anche per la realizzazione di progetti di tutela e di valorizzazione.

Il progetto Valle di Chacas

Il progetto valle di Chacas è nato nel 1996 dalla collaborazione tra l'Università degli Studi di Bologna (in particolare il Dipartimento di Paleografia e Medievistica e il DISTART), il Ministero degli Affari Esteri e alcuni enti locali della valle di Chacas.

La valle di Chacas si trova in Perù, nella grande provincia di Asunción, in una zona intermontana tra la Cordillera Blanca e la selva, nel cosiddetto Callejón de Conchucos.

Sin dai suoi inizi, il progetto è nato con un duplice scopo: da una parte uno scopo scientifico, e dall'altra uno scopo sociale di cooperazione con gli enti locali finalizzata alla riqualificazione economia dell'area, alla valorizzazione e tutela del patrimonio archeologico e ambientale. Le finalità scientifiche che animano il progetto sono effettuare uno studio sui sistemi d'insediamento nella regione di Chacas durante il Primo periodo intermedio (III-VII d.C.), che corrisponde anche al periodo di massima urbanizzazione della vallata, mirato alla comprensione dell'organizzazione socio- culturale degli spazi urbanizzati. Questo avverrà anche attraverso una restituzione metrica

degli edifici collocati nel loro territorio geografico.

Una seconda tappa sarà quella di interpretare tale organizzazione dal punto di vista antropologico attraverso una raccolta capillare di dati non soltanto archeologici, ma anche topografici, storici, linguistici, etnografici e di toponomastica. Per quanto riguarda invece l'obiettivo di riqualificazione economica, valorizzazione e tutela del patrimonio archeologico della vallata, si avvierà un lavoro di ricerca sulla conservazione del patrimonio architettonico e in seguito si programmerà una serie di percorsi turistici.

È importante sottolineare che la zona di Chacas, nonostante il suo rilevante patrimonio archeologico e naturalistico, non ha mai sviluppato un'economia basata sui servizi a causa dell'importante azione avviata in questa zona da parte dei Guerriglieri di Sendero Luminoso che, fino ai primi anni 90, avevano uno stabile controllo politico sulla vallata. La presenza di Sendero in questa zona ha lasciato il territorio in un grave stato di arretratezza. Dunque, la creazione di percorsi turistici permetterebbe una protezione maggiore dei siti archeologici, che negli ultimi anni sono oggetto di razzie sempre più invasive da parte dei *hauqueros* (tombaroli), e costituirebbe un'occasione di lavoro per buona parte della popolazione locale.

Il contesto archeologico

La valle di Chacas offre una grande abbondanza di siti archeologici, molti dei quali hanno caratteristiche comuni: in genere questi luoghi sono ben conosciuti dalla popolazione locale, e alcuni di essi sono riportati addirittura in mappe non georeferenziate.

Le zone archeologiche identificate sino ad oggi sono collocate sia nella parti più basse della vallata (soprattutto le vestigia di centri cerimoniali), sia nelle zone elevate, nella cosiddetta *puna* ovvero quel territorio che va dai 4100 ai 4800 metri s.l.m.. Probabilmente gli insediamenti erano collocati nelle zone più alte della vallata per motivi di difesa e perché l'ambiente della *puna* è adatto alla pastorizia, su cui si fondava l'economia Recuay (1).

Purtroppo la mancanza di strade e di mezzi di locomozione, e la stessa collocazione e morfologia dei siti rendono molto difficoltosa l'applicazione dei metodi tradizionali di rilievo. Oltre a ciò, la metodologia di ricognizione impiegata in questi primi anni di campagna è stata fortemente influenzata dalla leggibilità quasi nulla delle aerofotografie fornite dal S.A.N. (Servicio Aereografico Nacional del Perú). Dunque solo la ricognizione a piedi sul territorio, l'analisi dei toponimi e di alcune mappe locali hanno permesso di individuare una prima serie di siti, in particolare le due cittadelle di Riway e Huacramarca

Indagine archeologica preliminare

L'uso del GPS in archeologia è prassi ormai assodata, soprattutto per quanto riguarda quelle aree che sono prive di cartografia di base con sufficiente dettaglio, quindi in scala superiore all'1:25.000 (si veda, tra gli altri, Azzena 2001) oppure dove non esistono supporti cartografici di alcun tipo in formato cartaceo o numerico (Capra et al. 2000).

Inoltre il metodo GPS si presta particolarmente al tipo di indagine prevista nella valle di Chacas in quanto la finalità della ricerca è quella di redigere una cartografia che rappresenti allo stesso tempo le strutture archeologiche, la morfologia del territorio e le informazioni di interesse turistico (strade, città, toponomastica, etc.), esplicitando in questo modo la relazione tra tutti questi elementi. Questi obiettivi trovano nello strumento GIS una risposta nella gestione delle fasi di acquisizione, aggiornamento, rappresentazione delle informazioni e soprattutto nell'analisi delle correlazioni fra gli elementi.

La metodologia impiegata è stata la stessa per ciascuno dei due luoghi, con alcune differenze. Una volta identificate le cittadelle e le aree attigue di interesse archeologico, si è proceduto con una mappatura delle strutture architettoniche disegnando la planimetria degli edifici. Per fare questo si sono utilizzati i metodi tradizionali con cordella metrica e bussola per l'orientamento dei muri. Allo stesso tempo, mentre si disegnava la planimetria delle strutture, è stato assegnato un codice a tutti i recinti identificati. In questo modo è stato possibile, all'arrivo dell'équipe dei topografi, avere immediatamente disponibile una prima rappresentazione cartacea di riferimento sulla quale sono stati definiti i punti considerati importanti ai fini del rilievo topografico, che successivamente sono stati rilevati con la strumentazione GPS. Tali punti, ovviamente georeferenziati, costituiscono poi il riferimento per la ricostruzione ed il disegno delle strutture.

Il rilievo GPS

In mancanza di una cartografia ufficiale alla scala idonea e sufficientemente dettagliata, è stato inizialmente necessario definire "ad hoc" un sistema di riferimento cartografico a copertura di tutta l'area di interesse del progetto e, in corrispondenza delle zone urbanizzate in epoca precolombiana, di una superficie topografica di dettaglio. La definizione di detta superficie è necessaria per la collocazione delle strutture architettoniche e per caratterizzarne la destinazione d'uso, oltre che per l'individuazione del rapporto esistente tra l'architettura ed i caratteri che contraddistinguono la morfologia del terreno nei siti, elemento fondamentale nella concezione urbanistica precolombiana. Il rilievo topografico, sia per la definizione del sistema di riferimento che per il rilievo di dettaglio nelle cittadelle, è stato effettuato con la metodologia satellitare GPS (*Global Positioning System*) in

post-processamento dei dati, l'unica che, per l'alta produttività in termini di informazioni acquisite nel tempo, permette di rappresentare dettagliatamente anche siti di difficile accesso quali Huacramarca e Riway, poste a quote superiori ai 4000m ed a diverse ore di cammino dalle località più vicine. Il rilievo GPS ha consentito in definitiva di eseguire contestualmente il rilievo della posizione delle strutture archeologiche e della morfologia dei siti.

Alla base del rilievo di dettaglio c'è la definizione di un sistema di riferimento generale in cui inquadrare i risultati ottenuti nei siti.

La situazione ideale è quella in cui sono noti e disponibili in monografia punti ufficiali nel sistema di coordinate nazionale a cui riferire il rilievo GPS attraverso l'acquisizione di dati sul vertice stesso. In questa situazione i vertici diventano noti nel doppio sistema di riferimento e definiscono le equazioni che consentono il passaggio fra il sistema di riferimento assoluto, caratteristico del posizionamento GPS, e quello su cui si basa la cartografia del paese in cui si opera. Purtroppo i pochi capisaldi ufficiali nell'area della Valle di Chacas non sono stati utilizzati perché in parte irreperibili o non univocamente identificati. La scelta a questo punto è stata quella di creare un nuovo sistema di riferimento basato su alcuni punti fissi istituiti nelle località circostanti i luoghi del rilievo, adottando per questi punti le coordinate geografiche nel *datum* WGS84. I siti di istituzione di questi vertici opportunamente monografati sono: Piscobamba, Huallin, San Luis, Riway e Huacramarca. Gli ultimi due sono stati utilizzati come punto di emanazione per i rilievi cinematici di dettaglio nelle cittadelle omonime. Per la localizzazione di questi vertici si osservi la figura 1 di inquadramento cartografico.

In questa configurazione il passaggio fra i sistemi di riferimento può essere condotto per via speditiva attraverso i parametri di traslazione fra gli ellissoidi di riferimento dei due sistemi. L'operazione comporta un errore di qualche metro in senso assoluto, ma non compromette l'accuratezza e l'integrità del rilievo. In ogni caso errori di questo tipo non producono effetti nel momento in cui si vanno a rappresentare i dati in cartografia a scala media considerando unicamente l'errore di graficismo associato (5 metri nell'esempio di una cartografia 1:25.000).

La rete costituisce anche un sistema di inquadramento per i futuri rilievi in altri siti della valle di Chacas, con eventuale ampliamento della rete stessa, che in questo caso forniranno un risultato coerente, dal punto di vista spaziale, con quelli che si illustreranno più avanti.

Completato il calcolo delle posizioni dei punti facente parte della rete di inquadramento, si è passati alla determinazione delle posizioni dei punti acquisiti in modalità cinematica nelle due cittadelle al fine di rappresentare in modo rigoroso tutte le strutture antropiche presenti e di limitare spazi che si ritiene venissero destinati a particolari usi dalle popolazioni che vi erano insediate. La

strumentazione utilizzata per il rilievo, oltre all'elevato numero di punti che si possono acquisire, consente anche di associare ad ogni posizione registrata delle altre caratteristiche numeriche ed alfanumeriche (secondo classi definite dall'utente) che definiscono in maniera esauriente l'oggetto rilevato e consentono di rappresentarlo secondo modalità grafiche rappresentative di questi attributi. In pratica il rilievo stesso genera un vero e proprio archivio di dati. Questi punti, il cui insieme rappresenta il rilievo archeologico, sono stati scelti in base alla pre-ricognizione sul campo condotta dagli archeologici. La schema di lavoro descritto è rappresentato nella figura 2.

Il tipo di calcolo adottato è quello in post-processamento (eseguito in laboratorio) secondo la tecnica OTF (On The Fly) per la risoluzione delle ambiguità di fase sempre associate al segnale GPS registrato, problema in genere noto come "inizializzazione" del sistema. Per ogni file registrato nell'attività di campagna dalla stazione mobile si ottiene il tragitto completo dal quale si estraggono i punti "marcati" in quanto rappresentativi di un oggetto qualsiasi. La figura 3 riporta una fase del trattamento cinematico dei dati GPS.

Contemporaneamente al rilievo delle strutture, durante gli spostamenti fra i punti, sono stati anche acquisiti in campionamento automatico un notevole numero di punti per la definizione della superficie del sito stesso. La relazione fra gli elementi strutturali e la morfologia fornisce importanti indicazioni sul tipo di urbanizzazione presente. Proprio questo era uno degli scopi principale del progetto. Le figure 4 e 5 rappresentano rispettivamente i modelli digitali del terreno dei siti di Haucramarca e Riway a cui sono sovrimposte le strutture rilevate. Il modello, che naturalmente può essere osservato secondo tutte le prospettive, dà una chiara indicazione del grado e tipo di urbanizzazione dei siti ed è anche un punto di partenza per le considerazioni inerenti le relazioni fra fattori ambientali/territoriali ed archeologici.

L'analisi integrata delle informazioni è, in un certo senso, garantita dalla struttura del dato composto da una posizione nello spazio associata a caratteri alfanumerici facilmente aggiornabili e rappresentabili. A titolo di esempio si riporta in figura 6 la rappresentazione cartografica ottenuta in maniera semi-automatica, attraverso il software Esri ArcView, di una piccola area della cittadella di Huacramarca. Questo costituisce il primo passo verso la realizzazione di un GIS per la valorizzazione del patrimonio culturale ed ambientale della valle di Chacas. Si offre inoltre alla ricerca archeologica uno strumento indispensabile per l'interpretazione dei dati raccolti in integrazione a tutte le altre informazioni disponibili. Tale strumento è anche il principale punto di partenza per le attività di ricerca che saranno condotte nella stessa regione nei prossimi anni e, allo stesso tempo, identifica anche una metodologia operativa applicabile in tutti quei contesti territoriali dove sono presenti le limitazioni descritte inizialmente, oppure in quei casi in cui il dato è destinato

ad integrare sistemi informativi già progettati.

Conclusioni

I risultati ottenuti durante i primi due anni di vita del progetto confermano l'efficacia del rilievo GPS in siti come quelli descritti. In particolare è di grande interesse per la ricerca il poter disporre di una efficace prospettiva d'insieme di territorio e strutture urbane al fine di interpretare in maniera corretta le funzioni d'uso delle strutture, e il rapporto strutture- ambiente naturale, elemento particolarmente importante nei modelli d'insediamento andini. La produttività del metodo, inoltre, ha permesso di concludere il lavoro illustrato in soli 4 giorni di rilievo ed ha gettato le base per i rilievi futuri e per l'integrazione dei dati già disponibili con quelli che saranno in futuro raccolti per tutti gli altri siti archeologici della vallata.

La struttura dei dati consente la loro facile integrazione in un sistema informativo geografico (GIS) che è attualmente in fase di realizzazione e costituisce il traguardo finale del progetto. Tale sistema conterrà informazioni archeologiche, geografiche ma anche antropologiche e di toponomastica antica, e sarà messo a disposizione delle autorità locali per usi turistici.

Riferimenti bibliografici

G. Azzena, *Verso lo standard: riflessione in margine al caso della FIAT di Melfi*, in «Atti del convegno di studi su cartografia archeologica e tutela del territorio - *Rischio archeologico se lo conosci lo eviti* (Ferrara, 24-25 mar. 2000)» a cura di Maria Pia Guermandi, Bologna, Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali della regione Emilia Romagna, 2001, pp. 77-86.

A. Capra, F. Mancini, M. A. Tini, *Rilievo e rappresentazione di siti archeologici: l'isola di Nelson (Alessandria, Egitto)*. In «Atti 4^a Conferenza Nazionale ASITA - *Informazione geografica; Innovazione e formazione* (Genova, 3-6 Ott. 2000)» a cura della Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali, Daverio, Artestampa, 2000, pp. 333-340.

L. Laurencich Minelli, *An archaeological research in the Chacas Valley, Peru*, in *Culture in Sustainable Development-Research*, Roma, Ministero degli Esteri, Tipografia dello Stato, 1999.

L. Laurencich Minelli, *Il Museo di Chacas: il cuore dell' ecomuseo*, in L. Laurencich Minelli e S. Wegner, *El Museo de Chacas*, Bologna, Editori Compositori, 2001.

C. Orsini, *Espacio simbólico en la cerámica de cultura Recuay de la colección de la Alcaldía de Chacas*, in L. Laurencich Minelli e S. Wegner, *El Museo de Chacas*, Bologna, Editori Compositori, 2001.

*Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria di Taranto

** Università degli Studi di Bologna - Dip. di Paleografia e Medievistica

*** Università degli Studi di Bologna - DISTART - Facoltà di Ingegneria

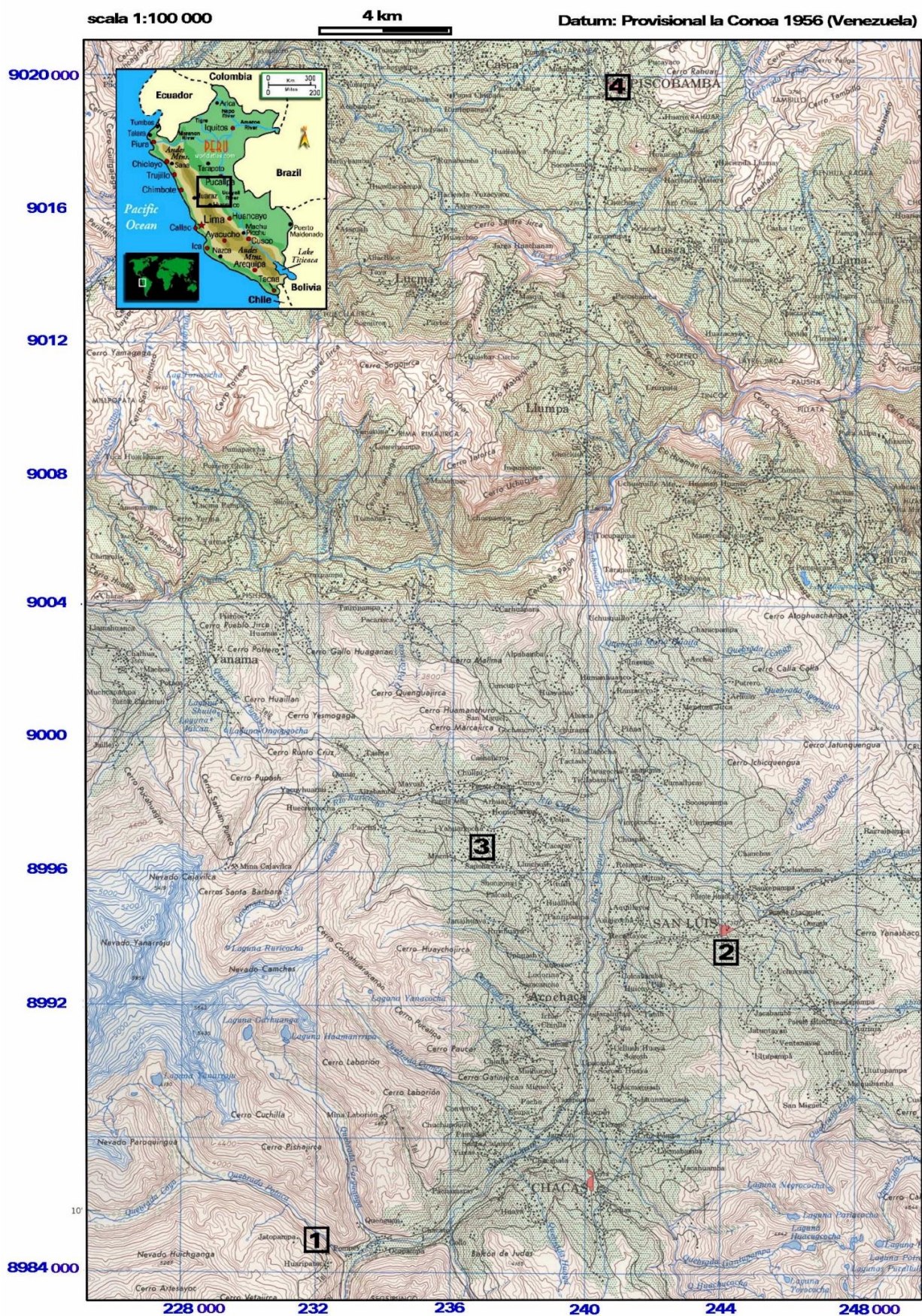


Fig. 1 - Inquadramento generale dell'area della Valle di Chacas con indicazione delle aree operative. 1) stazione di Huallin ed area del rilievo cinematico di Huacramarca; 2) stazione di San Luis; 3) area del rilievo cinematico di Riway; 4) stazione di Piscobamba.

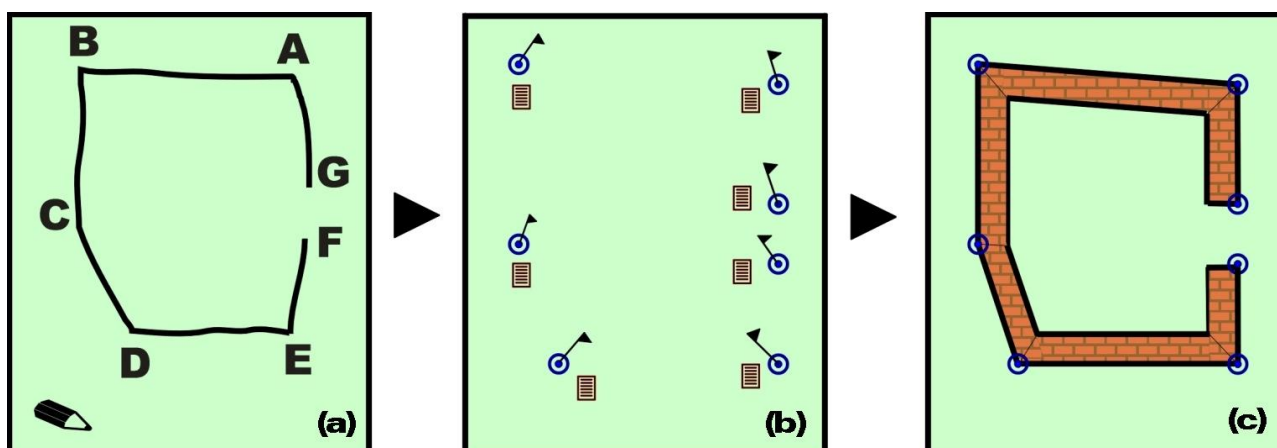


Fig. 2 - Il passaggio fra le informazioni raccolte dal rilievo archeologico preliminare (a) il rilievo topografico dei punti tramite GPS con le informazioni alfanumeriche associate (b) ed il prodotto restituito con programmi CAD (c).

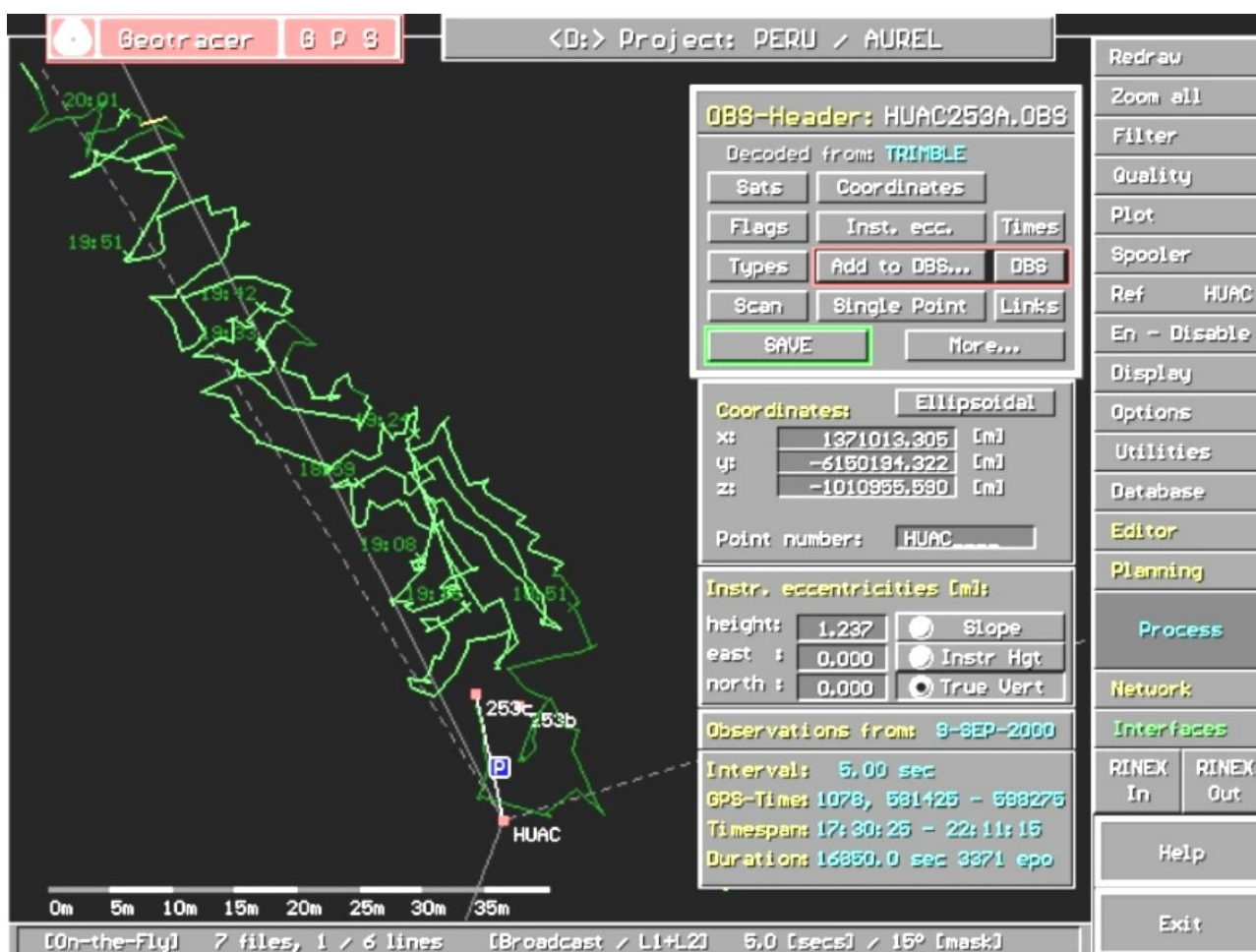


Fig. 3 - Una fase dell'elaborazione dei dati GPS cinematici. Dal tracciato si estraggono i punti acquisiti in corrispondenza degli elementi di interesse.

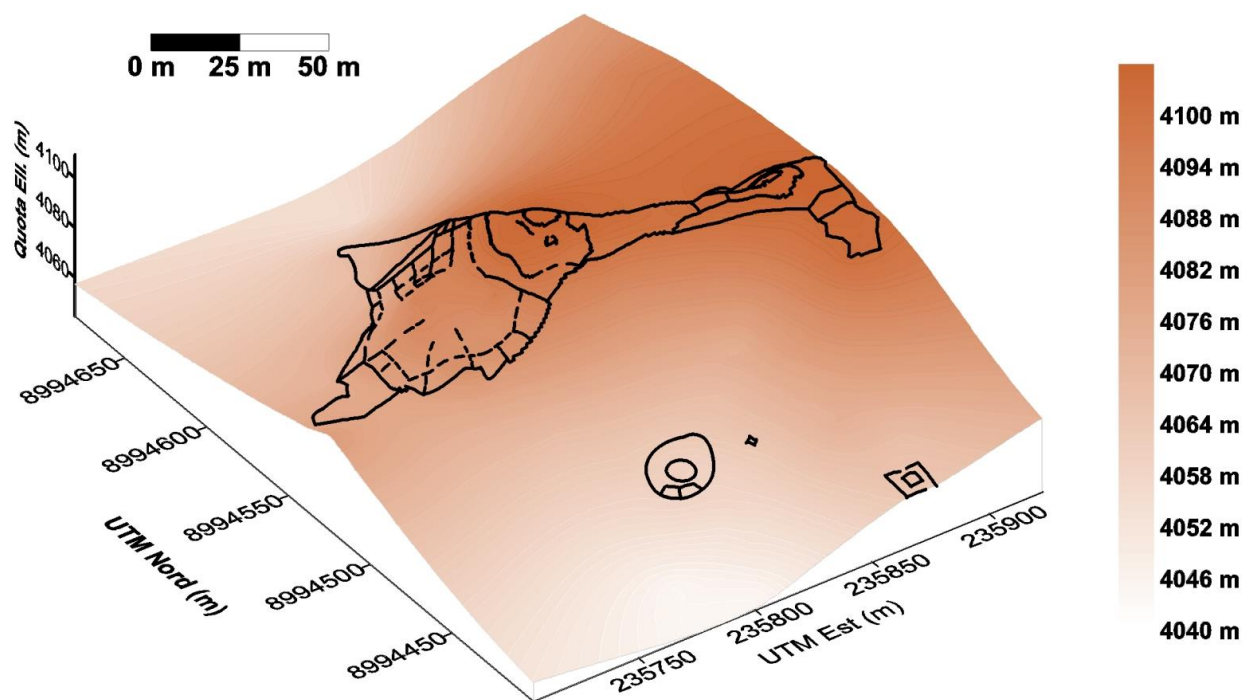


Fig. 4 - Modello di urbanizzazione della cittadella di Huacramarca ottenuto dalla sovrapposizione fra le strutture rilevate e la morfologia del sito.

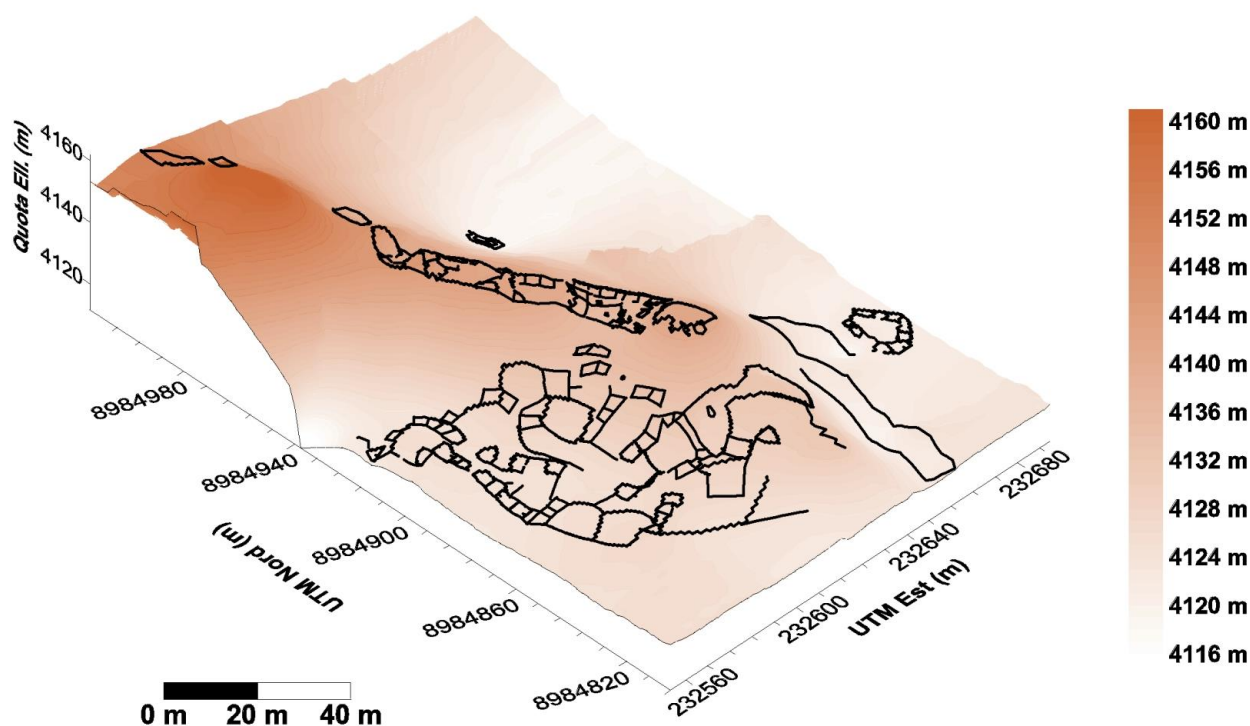


Fig. 5 - Modello di urbanizzazione della cittadella di Riway ottenuto, come nel caso precedente, dalla sovrapposizione fra le strutture rilevate e la morfologia del sito.

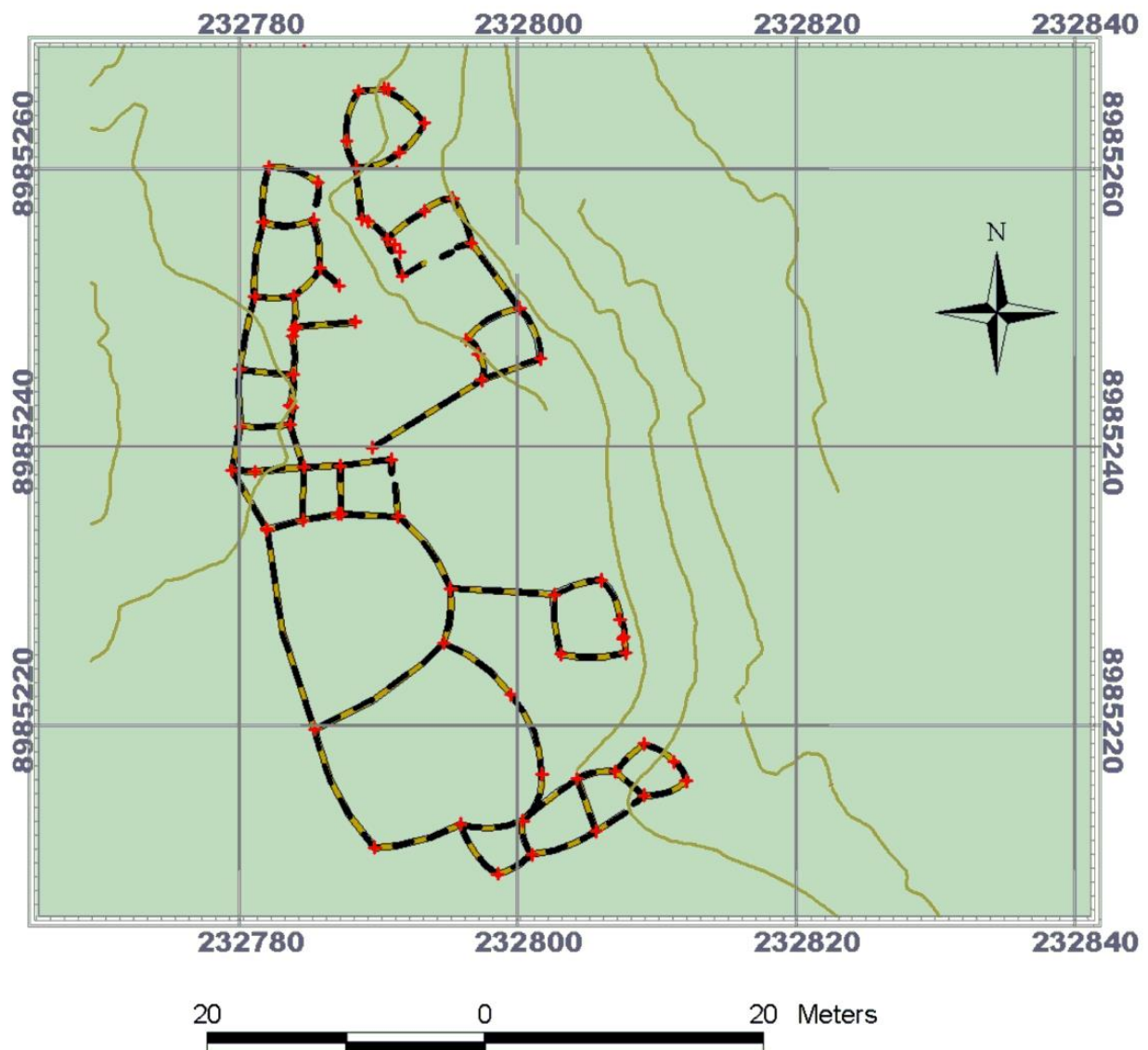


Fig. 6 - Esempio di rappresentazione cartografica di un settore della cittadella di Huacramarca ottenuto tramite "layout" del progetto predisposto con software ArcView (Esri).