

STUDIO DELL'INSEDIAMENTO PROTOSTORICO IN UN'AREA DELLA SARDEGNA CENTRO-OCCIDENTALE TRAMITE STRUMENTI GIS ED ANALISI MULTIVARIATE

1. INTRODUZIONE

Il territorio oggetto del presente lavoro, scelto come zona-campione, corrisponde all'areale del Comune di Mogoro, ubicato presso il confine meridionale dell'attuale provincia di Oristano, nella Sardegna centro-occidentale. Lo studio di questo territorio ha origine dalle indagini scientifiche effettuate, a partire dal 1994, presso il nuraghe Cuccurada (Fig. 1), uno dei monumenti protostorici più imponenti della zona (ATZENI *et al.* 2005; CICILLONI 2007). Vi era infatti l'esigenza di analizzare la zona in cui sorge tale monumento, importante centro di vita tra il Bronzo medio e l'inizio della Prima età del Ferro, per individuarne le relazioni col territorio circostante.

Seppure un contesto definito dai limiti amministrativi di un Comune è il risultato di una delimitazione arbitraria, il territorio mogorese può essere



Fig. 1 – Mogoro, nuraghe Cuccurada (da NO). Sullo sfondo la valle del Rio Mogoro e l'altopiano di Perdiana (foto F. Nieddu).

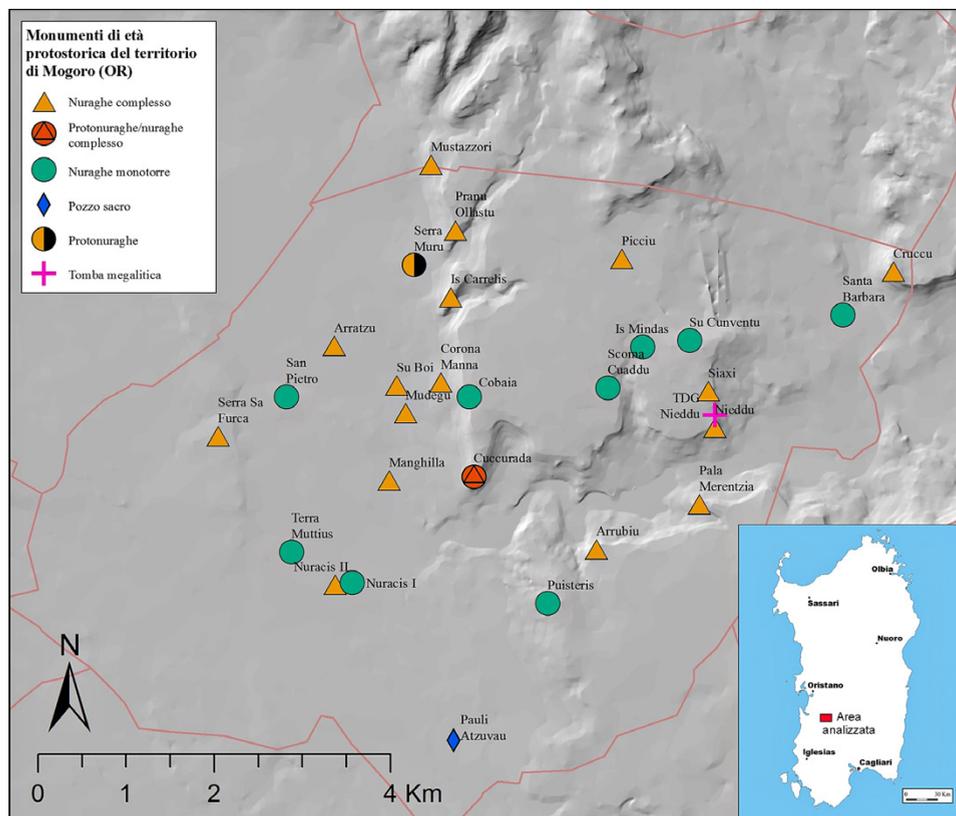


Fig. 2 – Carta di distribuzione dei siti di età protostorica (elaborazione M. Cabras).

analizzato come una significativa area-campione, in quanto comprende una regione geografica ben definita e circoscritta, costituita dalla media valle di un fiume, il Rio Mogoro, tra i più antichi della Sardegna. A N e a S dell'alveo di questo fiume si situano due pianori, Perdiana e Sa Struvina, che hanno attirato l'uomo fin dai tempi più remoti. L'intensità del popolamento di questa regione trova giustificazione nelle valenze economiche plurime offerte dai vari tipi di ambiente, che l'uomo ha utilizzato nelle diverse epoche storiche in base alle proprie esigenze, alle proprie capacità produttive e all'organizzazione sociale. Il territorio, infatti, è stato oggetto di forte antropizzazione sin dal Neolitico, sia per la fertilità dei suoli che per la vicinanza col Monte Arci, il grande centro di estrazione dell'ossidiana. La presenza dell'uomo continuò anche nella successiva fase dell'Eneolitico sino alle fasi protostoriche.

Attualmente conosciamo 29 siti pertinenti sicuramente al periodo protostorico, di altri 4 se ne hanno solo indizi (Fig. 2). Quasi tutti i siti cor-



Fig. 3 – Mogoro, nuraghe Su Cunventu (foto M. Cabras).

rispondono a nuraghi, i tipici monumenti costruiti in opera ciclopica dell'età del Bronzo della Sardegna (Fig. 3), mentre in un sito è presente una tomba di giganti, sepoltura collettiva contemporanea ai nuraghi; si è individuata anche una costruzione di carattere culturale, un "pozzo sacro", però cronologicamente più tarda rispetto ai monumenti precedenti (età del Ferro). Si tratta di edifici pertinenti alla civiltà nuragica, che nasce in Sardegna nelle fasi iniziali del Bronzo Medio (DEPALMAS 2009) e si sviluppa sino alla Prima età del Ferro (XXIII-VIII sec. BC in datazione calibrata). Quest'ultimo termine è in realtà assai dibattuto, anche se viene accettato dalla maggior parte degli studiosi (UGAS 2009; USAI 2012; IALONGO 2013). In ogni caso, a partire dalle fasi finali dell'età del Bronzo tombe di giganti e nuraghi non vengono più costruiti, mentre si conoscono nuove tipologie monumentali come i pozzi sacri, i tempietti "in antis", le "capanne delle riunioni" (CAMPUS *et al.* 2010).

Lo scopo del presente lavoro è quello di analizzare il rapporto tra le vestigia archeologiche e il paesaggio circostante, cercando di individuare le modalità di presa di possesso e di utilizzo del territorio da parte delle popolazioni protostoriche, per ottenere maggiori informazioni anche sulla loro società ed economia. La nostra ricerca si è avvalsa soprattutto di tecniche analitiche in ambiente GIS e di analisi multivariate, in particolare della cluster analysis. Si vuole sottoli-

neare, però, che l'analisi condotta sul territorio in esame rivela alcune criticità riguardanti sia l'esatta definizione tipologica, sia la precisa cronologia dei singoli monumenti. Molte strutture sono in cattive condizioni a causa dei crolli delle murature, che impediscono una corretta lettura dei monumenti, resa spesso difficile anche dall'abbondante vegetazione che li ricopre; inoltre, tra i monumenti considerati, solo il nuraghe di Cuccurada è stato oggetto di scavi archeologici.

R.C.

2. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Il primo passo dello studio delle emergenze protostoriche nel territorio di Mogoro, insieme alla localizzazione dei monumenti e alla lettura del dato topografico, è stata l'analisi geomorfologica del territorio, finalizzata a comprendere il rapporto esistente tra i siti archeologici e il contesto ambientale. L'uomo, infatti, nella scelta del sito sul quale insediarsi, valuta le qualità delle risorse fisiche disponibili e preferisce le aree in grado di soddisfare maggiormente le sue esigenze, in relazione alle conoscenze tecnologiche di cui dispone. A questo livello d'analisi, poiché il contesto ambientale analizzato deve essere inserito in una dimensione temporale (MELIS 1998), la metodologia applicata ha previsto la scomposizione del territorio in unità geomorfologiche omogenee, caratterizzate da costanti pattern litologici e morfologici, sui quali agiscono i fenomeni di morfodinamica, quali erosione e sedimentazione.

Nel territorio mogorese sono state individuate quattro *landform units* (Figg. 4-5):

- *Landform unit 1* “Struvina-Perdiana-Crucu”: comprende un pianoro basaltico originariamente unico (risultato delle ultime colate del Monte Arci, alla fine del Pliocene), inciso successivamente dal Rio Mogoro e distinto in due formazioni, una più alta e con ripidi versanti (Sa Struvina), a NO, e l'altra di minore altitudine, con versanti più dolci (Perdiana), a SE. L'idrologia comprende paludi e falde acquifere sotterranee.
- *Landform unit 2* “Rio Mogoro”: è costituita da una pianura di tipo pedemontano, originatasi dal conoide di deiezione del Rio Mogoro, e formata dai depositi alluvionali trasportati fino a valle. Sotto compaiono formazioni mioceniche, insieme a depositi calcarei organogeni.
- *Landform unit 3* “Campidano Centrale”: parte centro-orientale della fossa tettonica del Campidano, dove scorrono brevi corsi d'acqua su depositi alluvionali più grossolani e più antichi, costituiti da sabbie, ciottoli e lave riferibili al Quaternario, lungo letti di fiume occupati da depositi più recenti. Vi è la presenza di paleo-fiumi, alcuni dei quali oggi imbrigliati in opere di canalizzazione moderne, oppure scomparsi; inoltre si individuano varie sorgenti, in corrispondenza dei paleo-corsi d'acqua.

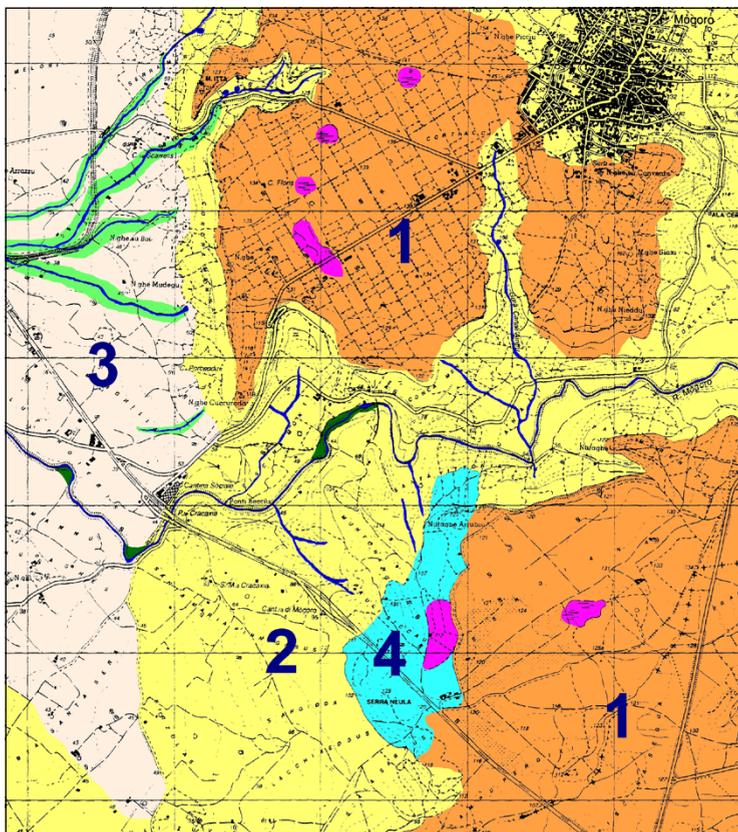


Fig. 4 – Territorio di Mogoro, *Landform units*: 1) pianori basaltici di Sa Struina (NO) e Perdiana (SE); 2) valle del Rio Mogoro; 3) pianura del Campidano; 4) formazioni marnose e calcari (elaborazione R. Cicilloni).

– *Landform unit* 4 “Formazioni marnose e calcari”: i depositi miocenici di marne e arenarie rappresentano le formazioni sottostanti i pianori basaltici.

Distinguendo il territorio in fasce altimetriche, poco più della metà dei nuraghi rientra nella fascia media dei pianori (il 52% tra m 100-199 s.l.m.), una percentuale più bassa nella fascia bassa della pianura alluvionale (44% a m 0-99), un solo monumento su un'altura, oltre i 200 m s.l.m. (m 207 s.l.m.). La tomba di giganti è ubicata a quota 132 m s.l.m., mentre il pozzo sacro a 54 m s.l.m., in pianura. Questi dati si riflettono anche sulla distribuzione dei siti nelle *landform units*, dove si segnala subito l'assenza di monumenti nei terreni alluvionali del Rio Mogoro (*landform unit* 2), forse soggetti a allagamenti in seguito alle piene del fiume. Di contro emerge l'alta percentuale di nuraghi



Fig. 5 – Sperone meridionale dell’altopiano di Sa Struvina, col nuraghe Cuccurada sulla sommità (da SE); sullo sfondo il Monte Arci (foto R. Cicilloni).

ubicati sui pianori (*landform unit 1*), pari al 52%, e la corrispondente alta presenza nella piana del Campidano con il 41% di monumenti dell’intera area (*landform unit 3*). In ultimo, si evidenzia l’ubicazione su terreni di formazione miocenica caratterizzati da marne e arenaria (*landform unit 4*) in cui è situato il 7% dei nuraghi. La tomba di giganti rientra nella *landform unit 1*, mentre il pozzo sacro è ubicato nella piana campidanese (*landform unit 3*). Appare, dunque, chiara la preferenza per siti in posizione di grande dominio visivo, come è stato osservato anche in altri distretti territoriali della Sardegna.

R.C.

3. LE ANALISI SPAZIALI IN AMBIENTE GIS

Per chiarire l’articolazione uomo-territorio in età protostorica nella zona campione ci si è serviti di analisi con applicativi GIS. Tali tecniche sono mutuata dalle esperienze sviluppatesi negli ultimi decenni nel campo della Settlement Archaeology. Per definire l’habitat di pertinenza delle comunità protostoriche dell’area oggetto di studio si è presa in considerazione una componente fisica e una documentaria: le caratteristiche geomorfologiche e idrografiche più rilevanti ai fini degli spostamenti attraverso questo territorio e le emergenze archeologiche, ipotetici punti di partenza e di arrivo delle direttrici di movimento nello spazio e funzionali alla presa di possesso di un territorio. Il modello è stato creato grazie

a strumenti geografici digitali reperibili nelle raccolte cartografiche della Regione Sardegna: il Database Multiprecisione (DBMP), da cui sono stati estrapolati i principali corsi d'acqua, e il Modello Digitale del Terreno (DTM) per la rappresentazione della distribuzione delle quote del territorio in formato digitale.

I siti, oggetto di ricognizione, sono stati implementati in un database e rappresentati nel GIS mediante un tematismo vettoriale puntuale relativo ai siti mogoresi. Dal DTM è stata calcolata l'analisi della visibilità (viewshed). Si è creato poi un modello di costo (WHEATLEY, GILLINGS 2002; CONOLLY, LAKE 2006) finalizzato all'analisi dei costi di percorrenza che ha tenuto conto della somma di queste componenti:

– DTM passo 10 metri. Dal DTM si è poi generata la carta delle pendenze, mediante la funzione slope della toolbox di ESRI ArcGIS. I valori relativi alla pendenza sono stati poi riclassificati (reclass) in base ai vari gradi di pendenza.
– Idrografia. Dal DBMP idrografico si è proceduto alla digitalizzazione dei principali corsi d'acqua del territorio, che sono poi confluiti in un unico shape polilinea (merge) e poi convertiti in formato raster (polyline to raster) con l'assegnazione (reclass) per ognuno di un valore legato all'incidenza di ogni corso d'acqua.

I raster relativi alla pendenza e all'idrografia, riclassificati secondo i valori assegnati, sono stati semplicemente sommati mediante map algebra (raster calculator). Per quanto riguarda il raster del reticolo idrografico, al Rio Mogoro è stato dato il valore massimo. Ai corsi d'acqua di entità minore come il Riu Sassu, Riu Murtas, Flumini Mannu, Riu Tamias, Gutturu Gualis, Riu Benas si è attribuito un valore inferiore. Il modello di costo (cost surface model) è scaturito dunque dalla somma di queste due variabili (per alcuni esempi cfr. VAN LEUSEN 2002; PECERE 2006; FABREGA ÁLVAREZ, PARCERO OUBIÑA 2007; LLOBERA *et al.* 2011). Al fine di interpretare le modificazioni occorse al territorio nel corso dei secoli, si sta cercando di ricostruire la complessa storia idrografica dell'areale in oggetto (Tab. 1).

L'analisi del campo visivo dalle torri nuragiche e dai nuraghi complessi ha avuto lo scopo di individuare tendenze significative legate al posizionamento dei monumenti rispetto alle caratteristiche geomorfologiche circostanti e alle risorse disponibili. Lo strumento ha permesso di riprodurre situazioni ormai non più riscontrabili tramite ricognizione a causa del precario stato di conservazione degli edifici e della scarsa percezione delle caratteristiche visive dovuta alle variazioni della vegetazione odierna. La portata visiva di ogni insediamento di età nuragica è stata quantificata in base al numero di celle visibili da ogni torre nuragica sul DTM. L'offset selezionato è stato di 12 m dal suolo, assegnato ad un osservatore posizionato sul terrazzo di ogni nuraghe. Il procedimento si è ripetuto per quattro lunghezze di raggio visivo (Tab. 2).

– 1 km: visibilità relativa ad un forte controllo delle immediate vicinanze, con possibilità di interazione uditiva. Per questo raggio visivo si segnalano, con

Gradi di pendenza	Valore	Corso d'acqua	Valore
0-2	1	No data	1
2-4	3	Riu Sassu	100
4-6	10	Riu Murtas	100
6-8	50	Riu Benas	100
8-12	60	Flumini Mannu	250
12-22	100	Rio Mogoro	500
22-30	500	/	/
30-60	1000	/	/

Tab. 1 – Valori assegnati ai gradi di pendenza e ai corsi d'acqua nella costruzione del modello di costo.

	Monumento	1 km	3 km	6 km	10 km
1	Nuracis II	30529	175870	446993	981617
2	Nuracis I	31314	169678	410449	914379
3	Terra Muttius	29615	179027	493202	1052741
4	San Pietro	30248	176124	461669	1045996
5	Manghilla	27923	139679	278200	625673
6	Mudegu	27504	139133	292991	703253
7	Su Boi	26336	134200	280085	646536
8	Corona Manna	19854	132345	392352	1013511
9	Cobaia	20047	180946	625616	1510239
10	Cuccurada	25518	178057	574425	1467150
11	Puisteris	18012	168284	563692	1546121
12	Arrubiu	23168	87367	238575	630745
13	Pala Merentzia	26658	80719	151530	291575
14	Nieddu	21422	101475	175634	314880
15	Siaxi	15833	150127	263400	543943
16	Scoma Cuaddu	23648	84130	186105	502761
17	Is Mindas	17424	59903	101987	221740
18	Su Cunventu	19482	143390	317642	879397
19	Santa Barbara	24915	87071	139537	186593
20	Cruccu	23878	198268	451162	635847
21	Is Carrelis	21098	161695	520304	1243856
22	Picciu	21948	50081	123330	385027
23	Pranu Ollastus	20464	162124	489735	1189925
24	Arratzu	29908	148360	327887	760833
25	Serra Muru	24061	127514	358082	857105
26	Mustazzori	19401	143008	426568	1043753
27	Serra Sa Furca	28359	238314	746367	1511925

Tab. 2 – Quantità di celle visibili da ogni monumento nelle quattro lunghezze di raggio visivo analizzate.

potenza visiva maggiore, i nuraghi di pianura di Nuracis, San Pietro, Arratzu, Manghilla, Mudegu e Terra Muttius. I nuraghi ubicati sull'orlo dei pianori o su rilievi si attestano tra gli intermedi anche se la differenza tra il numero

di celle visibili non è eccessiva (30.000-20.000). Tra gli ultimi si distingue il monumento di portata visiva massima sui 10 km: il nuraghe di Puisteris, in prossimità del villaggio neolitico (CICILLONI 2014) e altri, come Mustazzori, che presenta tra le misure intermedie i 10 km di visibilità.

– 3 km: visibilità ridotta rispetto alla banda precedente ma che permette di scorgere con considerevole chiarezza gli elementi. A questa distanza è possibile distinguere un gruppo di persone che camminano lungo un sentiero (RUESTES BITRIÀ 2008). In corrispondenza di questo raggio visivo lo scenario cambia: tra i monumenti con maggior visibilità cominciano ad affermarsi i nuraghi posizionati presso rilievi e bordi di pianori. I monumenti di pianura perdono lievemente il proprio primato attestandosi verso misure intermedie. Il nuraghe con più celle visibili è il Serra Sa Furca, quello col minor numero il nuraghe Picciu. Le misure intermedie si attestano intorno a 140.000 celle (60% del massimo).

– 6 km: visibilità di lungo raggio. La nitidezza decade significativamente. L'efficacia di questo raggio dipende dall'osservatore e dalle condizioni atmosferiche (RUESTES BITRIÀ 2008). In questo caso si confermano grossomodo le tendenze evidenziate per la classe precedente. È importante notare che tra le quantità visive minori si distinguono i nuraghi in stretto rapporto con la valle del Rio Mogoro, di portata visiva limitata e forse destinati, come già ipotizzato, ad un controllo di settori più prossimi. Il monumento con più portata visiva è ancora Serra Sa Furca, quelli con la minor portata Is Mindas e Picciu. Per questi è possibile pensare ad una forma di controllo verso aree più prossime, probabilmente zone di passaggio, come evidenzierà l'analisi dei costi di percorrenza. L'area in cui è ubicato il nuraghe Picciu, infatti, è un'area pianeggiante connessa a N verso il Monte Arci. Le misure intermedie si attestano tra 300.000 e 400.000 dei nuraghi Corona Manna, Serra Muru, Arratzu e Su Cunventu (46% del massimo).

– 10 km: le bande oltre i 6 km prevedono la possibilità di osservare ma non la possibilità di distinguere cosa si vede. È probabile che gli abitanti di luoghi alti potessero avere la possibilità di comunicare tra di loro mediante particolari segnali di fumo per il giorno e segnali di fuoco per la notte (RUESTES BITRIÀ 2008). I nuraghi con maggior portata visiva sono Puisteris, Serra Sa Furca, Cobaia, Cuccurada, Is Carrelis e Pranu Ollastus (valori tra 1.5 e 1.2 milioni di celle), tutti posizionati sul bordo di altopiani e presso alture significative, tranne Serra Sa Furca, edificato su una bassa dorsale al centro della pianura tra Mogoro e Uras. I livelli intermedi di potenzialità visiva si attestano tra 1 milione e 800.000 celle con nuraghi di ubicazione mista tra pianura, a ridosso di pianori e su alture. Un altro gruppo con le stesse caratteristiche ubicazionali si attesta invece tra 600.000 e 400.000 celle. I valori più bassi si riscontrano nei nuraghi Nieddu, Pala Merentzia, Is Mindas e Santa Barbara. Si tratta di nuraghi ubicati su bordi di pianori o in formazioni lievemente ondulate con-

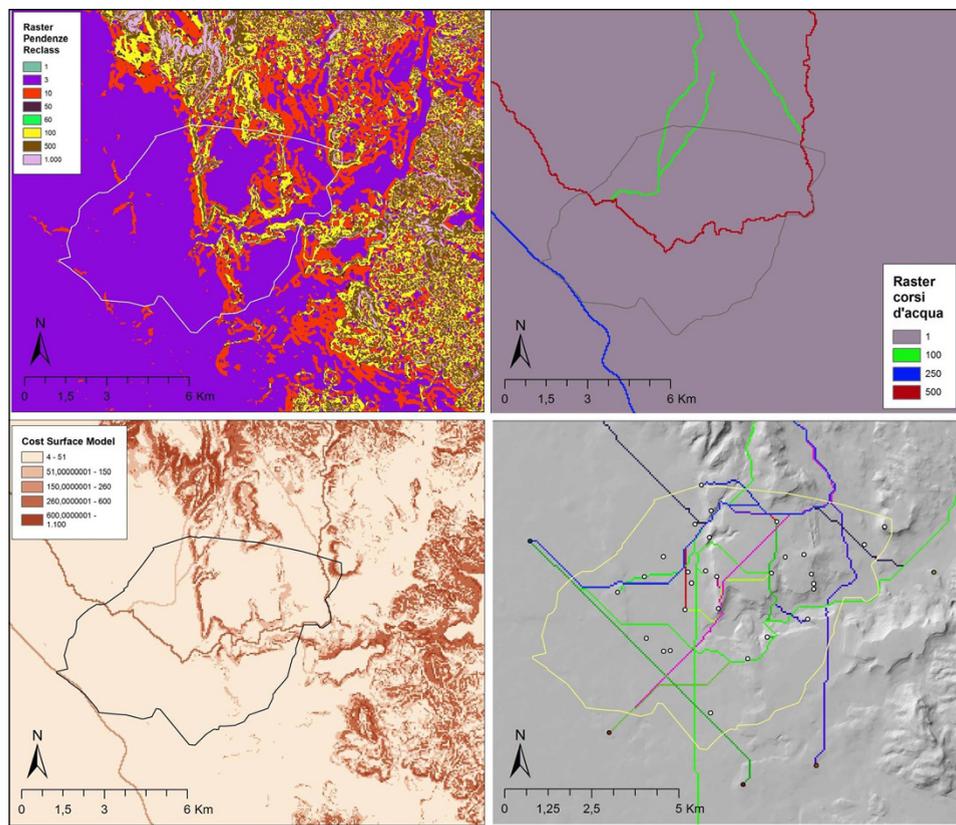


Fig. 6 – Creazione del modello di costo e percorsi a minor costo di percorrenza all’interno del territorio di Mogoro (elaborazione M. Cabras).

centrati prevalentemente nella porzione NE del territorio mogorese al confine con Gonnostramatza, un’area dove la densità insediativa di età protostorica è notevole. Il raggio di 10 km evidenzia relazioni visive con monumenti di regioni più distanti a SE fino alla Giara di Siddi e al nuraghe Genna Maria di Villanovaforru, a S al Nuraxi Scrocca di San Gavino, a SO fino ai rilievi dei nuraghi Urralidi e Saurecci di Guspini, a NE fino alla zona di San Salvatore e is Lapeddhas a Gonnostrada, a N al nuraghe Truncu de Is Pillonis presso Morgongiori, al nuraghe Mandonis di Ales e Santu Miali di Pompu, a NO fino all’insediamento di Cuccuru Spignau a Marrubiu.

Sulla base del modello di costo creato (Cost Surface Model) si è condotta l’Analisi dei costi di percorrenza. Gli algoritmi di tipologia “cost” permettono di calcolare il costo energetico speso da un individuo per muoversi

nello spazio. Il modello ha costituito la base per considerare le direttrici di minimo sforzo (Least Cost Path Analysis: WHEATLEY, GILLINGS 2002; CONOLLY, LAKE 2006) che, collegando insediamenti esterni all'areale di studio, si rapportavano, attraversando il territorio mogorese, con il nostro record monumentale. Per questa analisi tutti gli insediamenti di età nuragica sono stati considerati come contemporaneamente esistenti tra la fine del Bronzo Medio e il Bronzo Recente.

L'incidenza ulteriore dei rapporti visivi coi percorsi a carattere naturale evidenziati dalla Least Cost Path Analysis non ha fatto che evidenziare la relazione della stragrande maggioranza delle torri nuragiche con questi insediamenti. Ma già l'ubicazione strategica sui bordi dei pianori e su punti di quota superiore rispetto all'intorno aveva suggerito questo aspetto. Di particolare interesse sono due aree: la valle del Rio Mogoro a S e la località Cortiaccas, a NO dell'odierno paese di Mogoro. Si tratta di vie d'accesso naturali: la prima controllata sistematicamente all'imboccatura, sia in pianura che sui bordi dei pianori, lungo il corso del Rio Mogoro fino a N al confine con Gonnostramatza e Masullas. La seconda, invece, più a N, connessa coi canali d'accesso presso Monte Itta e Pranu Ollastu, si configurerebbe come una importante area di transito verso il Monte Arci. A riguardo si è notato che il nuraghe Picciu si troverebbe in prossimità di questa zona di passaggio e il nuraghe Cuccurada occuperebbe un'altra zona sensibile, in prossimità di un punto d'accesso a carattere naturale presso l'altopiano di Struvina.

I dati sottolineano un controllo capillare del territorio e delle sue vie d'accesso e percorrenza naturali dovute a consolidate logiche di gestione del territorio, una predisposizione alla comunicazione tra diversi insediamenti che ne sottintendono probabilmente una presa di possesso e una volontà di comunicarla a chi si trovasse di passaggio in queste aree (Fig. 6).

M.C.

4. LA CLUSTER ANALYSIS

La cluster analysis è un insieme di tecniche statistiche introdotte tra i primi in archeologia da F.R. HODSON (1969) e poi applicate in ambito spaziale da I. HODDER e C.R. ORTON (1976). L'utilizzo di tale analisi può rappresentare un valido strumento per comprendere l'evoluzione delle dinamiche di stanziamento. Gli indici utilizzati per questo tipo di studio, teorizzati per la prima volta da F. NOCETE (1989) per il Grupo de Estudios de la Prehistoria Reciente de Andalucía, riguardano l'insediamento nella sua dimensione territoriale. Da circa 10 anni a questa parte il team iberico ha ottenuto interessanti risultati scientifici sull'organizzazione delle comunità protostoriche nuragiche e sul ruolo rivestito dai nuraghi nel controllo del territorio e nella gestione delle sue risorse. In merito all'argomento si possono citare i lavori sul sistema

insediativo costiero del Golfo di Orosei (SPANEDDA *et al.* 2007) e dell'agro di Dorgali (SPANEDDA *et al.* 2010).

L'insieme degli indici si riferisce al monumento e alla sua dimensione spaziale, cioè il raggio d'azione di 1 km entro cui gli occupanti praticavano la maggior parte delle proprie attività (SPANEDDA 2006). Per ogni contesto è necessario conoscere quattro dati: la quota s.l.m. del monumento, l'altezza massima e quella minima del paesaggio circostante e la relativa distanza tra questi punti. I valori ottenuti vengono messi in relazione con diverse combinazioni, a seconda del risultato che si vuole ottenere e del raggiungimento o meno di risultati soddisfacenti e coerenti con la collocazione spaziale degli insediamenti oggetto di studio.

Tramite l'analisi cluster gerarchica con distanza euclidea al quadrato è stato elaborato un dendrogramma, la cui lettura dev'essere strettamente relazionata a ciascuno dei grafici a dispersione di punti. L'applicazione del metodo statistico è stata eseguita esclusivamente per le fasi del Bronzo Medio/Recente, tenendo conto della frequenza o meno degli insediamenti nel range cronologico considerato. I seguenti indici riguardano l'insediamento e il territorio che lo circonda in un campo d'azione di 1 km, dove le genti nuragiche erano dedite a gran parte delle proprie attività.

– a) YCAIP: *Índice de pendiente del área geomorfológica* (Indice di pendenza dell'area geomorfológica). Mette in rapporto l'insediamento con le risorse sussistenziali e gli ostacoli naturali che ne favoriscono o condizionano il controllo e le funzioni strategiche. Si ottiene dividendo la differenza dell'altezza maggiore e di quella minore dell'area per la distanza tra esse.

– b) YCAI1: *Índice de dominio visual 1* (Indice di dominio visivo 1). Mette in rapporto l'altezza dell'insediamento con l'altezza maggiore dell'area ed è utile per capire quanto la scelta dell'insediamento sia di natura strategica. Si ottiene dividendo tra loro i valori succitati.

– c) YCAI2: *Índice de dominio visual 2* (Indice di dominio visivo 2). Mette in relazione l'altezza dell'insediamento con l'altezza minima dell'area e si utilizza per individuare gli insediamenti dipendenti. Si ottiene dividendo tra loro i valori appena enunciati.

In questo caso di studio è stata effettuata una sola analisi sul controllo globale del territorio che ha confermato l'effettiva posizione spaziale dei nuraghi. Essa ha fornito un risultato soddisfacente, avvalendosi esclusivamente dell'utilizzo dell'indice di pendenza dell'area geomorfológica (YCAIP), messo in relazione con quelli di dominio visivo 2 (YCAI2). Attraverso questa combinazione di fattori è stata messa in luce la capacità delle costruzioni nuragiche di possedere un controllo o meno a vasto raggio; perciò si è potuta stabilire una chiara gerarchia e il modello di gestione territoriale adottato (Tab. 3).

L'analisi delle componenti principali è stata realizzata utilizzando tutti gli indici ottenuti: i risultati dimostrano che la percentuale di varianza cumulata nella prima componente è del 61,04%; questo dato, già importante di per sé, presenta una differenza solo del 26% rispetto a quello della terza componente con valore pari all'87,75% (Tab. 4).

Le correlazioni tra le variabili non sono globalmente alte, ad eccezione del rapporto tra l'indice di pendenza dell'area YCAI e di dominio visivo 2 YCAI2 (0,586); si presentano ugualmente elevate le correlazioni tra i due indici di dominio visivo 1 e 2 YCAI1 e YCAI2 (0,421). Tra le correlazioni con valori molto bassi abbiamo il rapporto tra l'indice di pendenza dell'area YCAIP e l'indice di dominio visivo 1 YCAI1 (0,212) (Tab. 5).

Riguardo l'importanza delle variabili nelle diverse componenti, si può dire che nella prima colonna primeggia come valore positivo YCAI1 (0,79) e YCAI2 (0,886); nella seconda colonna abbiamo rispettivamente YCAIP (0,738) tra i positivi e YCAI1 tra i negativi (-0,497). Infine, nella terza colonna abbiamo YCAIP (0,181) e YCAI1 (0,359) che risultano essere le componenti meno rilevanti (Tab. 6).

L'analisi cluster ha ritenuto validi tutti i casi considerati (100% del totale). Lo studio è stato effettuato utilizzando gli indici di pendenza dell'area e di dominio visivo 2 al fine di mettere in evidenza i monumenti in grado di avere un vasto controllo sul territorio attorno ad un areale di 1 km, con particolare attenzione a quelli edificati in prossimità di punti nevralgici sia dal punto di vista economico che strategico. Pur non avendo una funzione di controllo del paesaggio antropizzato, è stata inserita nell'elenco dei monumenti la Tomba dei Giganti di Nieddu, l'unica area sepolcrale dell'agro mogorese, con l'intento di dimostrare a quale sfera di influenza fosse pertinente.

Il dendrogramma ha riunito i monumenti nuragici in due gruppi distinti (Tab. 7; Fig. 7). Seguendo la lettura dal basso verso l'alto appare immediatamente chiaro che il primo cluster (Fig. 8, a-b) è costituito da sette monumenti ubicati in quote variabili dai 41 m s.l.m., come il nuraghe Arratzu, agli 84 m del nuraghe Santa Barbara.

Gran parte di questi nuraghi possiedono un bassissimo indice di dominio visivo 1 (YCAI1), il che ne fa degli insediamenti la cui salvaguardia dipende esclusivamente dal controllo di ulteriori monumenti costruiti sui pianori basaltici di Serra Muru e Cuccurada. Questi edifici, posti in aree quasi esclusivamente pianeggianti favorevoli all'agricoltura lambite dal Rio Mogoro e dal Rio Flumineddu o su dolci terrazzamenti alluvionali, presentano nella maggior parte dei casi, ad eccezione del nuraghe Santa Barbara, tipologie planimetriche complesse.

Il dendrogramma ha distinto per questo primo gruppo due sottogruppi ("Ia" e "Ib"), determinati dall'YCAI1 avente un bassissimo peso, e due tipi ("Ib1" e "Ib2") caratterizzati da un buon YCAI2, ovvero da una discreta

N°	Toponimo	Dati per 1 km di raggio		
		YCAIP	YCAI1	YCAI2
1	Arratzu	0,008	0,094	1,24
2	Arrubiu	0,094	1	2,48
3	Cobaia	0,076	0,92	2,77
4	Corona Manna	0,049	0,52	1,89
5	Cruccu	0,248	1	2,68
6	Cuccurada	0,066	0,9	3,21
7	Is Carrelis	0,058	0,89	2,63
8	Is Mindas	0,092	0,75	1,28
9	Manghilla	0,048	0,28	1,13
10	Mudegu	0,053	0,33	1,36
11	Mustazzori	0,078	0,71	2,47
12	Nieddu	0,081	0,73	2,27
13	Nuracis I	0,006	0,73	1,16
14	Nuracis II	0,007	0,91	1,31
15	Pala Merentzia	0,059	0,89	2,25
16	Picciu	0,046	0,67	1,13
17	Pranu Ollastu	0,079	0,85	2,62
18	Puisteris	0,085	1	2,91
19	San Pietro	0,011	0,93	1,25
20	Santa Barbara	0,177	0,4	1,31
21	Scoma Cuaddu	0,074	0,81	2,25
22	Serra Muru	0,049	0,43	1,41
23	Serra Sa Furca	0,015	0,87	1,59
24	Siaxi	0,083	0,9	2,61
25	Su Boi	0,054	0,34	1,39
26	Su Cunventu	0,089	1	1,69
27	Terra Mutius	0,027	0,73	1,2
28	Tomba dei Giganti Nieddu	0,08	0,73	2,27

Tab. 3 – Seriazione dei monumenti e relative variabili.

Componente	Autovalori iniziali		
	Totale	% di varianza	% cumulata
1	1,831	61,04	61,04
2	0,801	26,71	87,75
3	0,367	12,25	100

Tab. 4 – Valori e varianze dell'analisi delle componenti principali.

	YCAIP	YCAI1	YCAI2
Correlazione	YCAIP	1,000	0,212
	YCAI1	0,212	1,000
	YCAI2	0,421	0,586

Tab. 5 – Matrice di correlazione tra le variabili utilizzate.

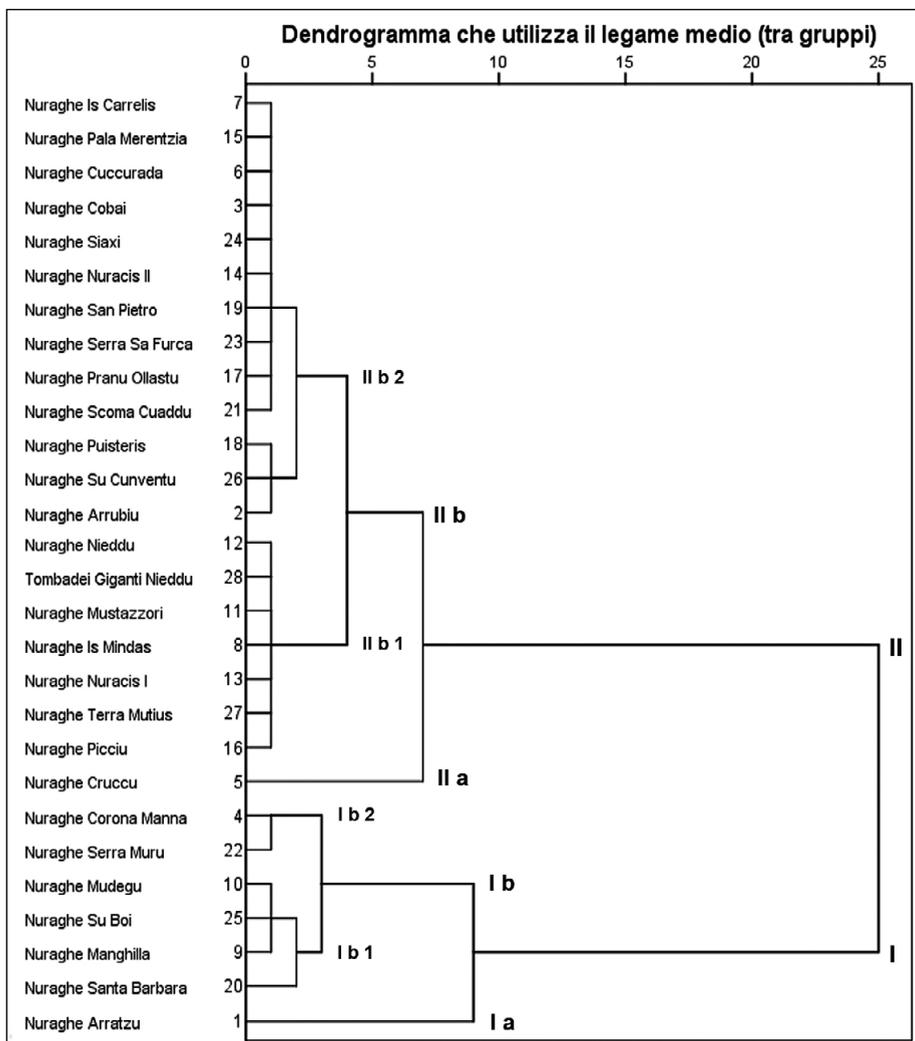


Fig. 7 – Dendrogramma con il risultato dell’analisi cluster eseguita sulla variabile della pendenza dell’area geomorfologica e di dominio visivo 2 (elaborazione A. Mossa).

capacità di controllare l’immediato territorio, ma pur sempre limitati dalla natura del territorio, non particolarmente elevata, e da ostacoli visivi quali i pianori basaltici (Tab. 8-9).

Il secondo cluster, che include il 75% dei monumenti oggetto di studio (Fig. 7), risulta suddiviso in due ben distinti sottogruppi: il “IIa” costituito esclusivamente dal nuraghe Cruccu (Fig. 8, a-b Quadrante N-E), caratteriz-

Variabili	Componente		
	1	2	3
YCAIP	0,65	0,738	0,181
YCAI1	0,79	-0,497	0,359
YCAI2	0,886	-0,098	-0,453

Tab. 6 – Incidenza degli indici per ciascuna delle componenti.

Gruppo	YCAIP	YCAI1	YCAI2
I	0,008-0,177	0,094-0,52	1,13-1,89
II	0,006-0,248	0,67-1	1,13-3,21

Tab. 7 – Valori di ciascuna delle variabili relativi ai principali gruppi riconosciuti attraverso l'analisi cluster.

Sottogruppo	YCAIP	YCAI1	YCAI2
I a	0,008	0,094	1,24
I b	0,048-0,177	0,28-0,52	1,13-1,89
II a	0,248	1	2,68
II b	0,006-0,094	0,67-1	1,13-3,21

Tab. 8 – Valori di ciascuna delle variabili relativi ai sottogruppi riconosciuti attraverso l'analisi cluster.

Tipo	YCAIP	YCAI1	YCAI2
I b1	0,048-0,177	0,28-0,4	1,13-1,39
I b2	0,049-0,049	0,43-0,52	1,41-1,89
II b1	0,006-0,092	0,67-0,75	1,13-2,47
II b2	0,007-0,094	0,85-1	1,25-2,91

Tab. 9 – Valori di ciascuna delle variabili relativi ai tipi riconosciuti attraverso l'analisi cluster.

zato dal valore elevato di tutti e tre gli indici che ne fanno un'ideale vedetta, posta in un punto visibilmente nevralgico e orograficamente sguarnito (Tab. 8-9). Questo nuraghe, che domina la piana compresa tra i territori comunali di Masullas, Mogoro e Gonnostamatza, assicura il controllo di possibili vie di penetrazione che si dirigono verso l'Alta Marmilla.

Il sottogruppo "IIb" racchiude tutti i monumenti che posseggono ottimi indici di dominio visivo (YCAI1 e YCAI2) e di pendenza dell'area geomorfologica (YCAIP) e che in qualche modo hanno sfruttato al meglio la morfologia del territorio, nella fattispecie i pianori basaltici e le colline isolate, per amplificare le capacità visive e monitorare il paesaggio. A sua volta in questo sottogruppo si distinguono due "tipi" (Fig. 8, a-b): nell'insieme "IIb1"

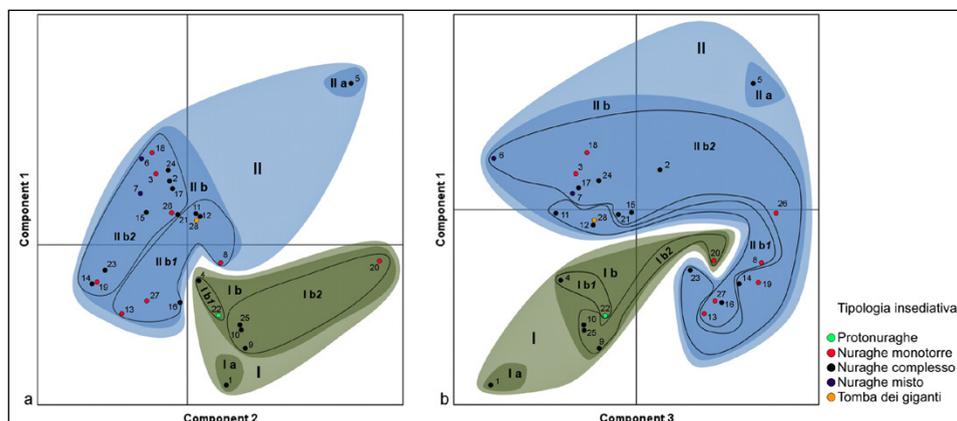


Fig. 8 – Risultati dell’analisi delle componenti principali realizzata sulle variabili di pendenza dell’area (a) e di dominio visivo 2 (b) (elaborazione A. Mossa).

troviamo tutti i monumenti edificati a media altezza e in grado di guardare l’immediata area pedecollinare e la piana, ma limitati dalle retrostanti quote elevate come ad esempio i nuraghi Picciu, Terra Muttius e Manghilla. In questo piccolo cluster l’analisi ha incluso anche la Tomba dei Giganti di Nieddu che, posta ad una quota media, poteva fungere da luogo funerario e sacro alla regione ben circoscritta posta a NE del Rio Mogoro.

Dobbiamo notare, infine, che sono stati accorpati nel tipo “Iib2” tutti gli stanziamenti con elevatissimi indici e capacità visive a largo raggio, primo fra tutti è il complesso di Cuccurada. La quasi totalità delle strutture è posta a coronamento del succitato pianoro. Un caso a sé è costituito dai nuraghi di Puisteris, Nuracis II, Serra Sa Furca e San Pietro che, pur facendo parte di questo tipo, sono ubicati al di fuori di questo sistema insediativo, ma non di minor importanza per il ruolo svolto nel sorvegliare parte del corso occidentale del Rio Mogoro.

A.M.

5. CONCLUSIONI

L’integrazione dei dati ricavati attraverso le diverse metodologie di analisi ci permette alcune considerazioni, utili per capire le modalità insediative nel territorio di Mogoro durante la Protostoria. L’analisi topografica riferita alla geomorfologia del territorio mette chiaramente in evidenza la presenza di un sistema di controllo sui pianori basaltici, costituiti da fortezze nuragiche ubicate in posizione strategica, in collegamento visivo tra loro, a difesa delle ricchezze economiche della regione e a guardia delle vie di penetrazione verso l’interno.

Il sistema si suddivide in tre parti: il tratto O, il tratto NE e il tratto S. Il tratto O comprende i monumenti ubicati sul ciglio occidentale di Sa Struvina, a partire da N verso S con i nuraghi Mustazzori, noto come Enna Pruna, Pranu Ollastu, Is Carrelis, Cobaia e infine Cuccurada. Quest'ultimo, di certo il nuraghe più imponente e importante, anche per la sua particolare posizione strategica, costituisce il punto di raccordo con il tratto NE. Questo si diparte proprio dal nuraghe Cuccurada e unisce i nuraghi Nieddu, Siaxi, Su Cunventu e Picciu all'estremo N in comunicazione visiva tra loro, munendo il ciglio orientale dell'altopiano basaltico. Infine, la sezione S è formata da un allineamento di monumenti sui margini del pianoro di Perdiana, caratterizzato da versanti meno ripidi, costituito dai nuraghi Puisteris, Arrubiu, Pala Merentzia.

È interessante segnalare come molte di queste strutture dell'età del Bronzo (Cuccurada, Su Cunventu, Enna Pruna, Serra sa Furca, Arrubiu) sorgano in insediamenti già occupati durante l'Eneolitico, in particolare da genti di cultura Monte Claro. La dislocazione strategica di questi siti sembrerebbe corrispondere ad una prima organizzazione di controllo territoriale nell'età del Rame, che sarà poi utilizzata e ampliata in epoca protostorica.

I nuraghi posti a coronamento dei pianori basaltici difendevano in qualche modo ciò che vi era all'interno degli altopiani, probabilmente zone di pascolo e forse anche adatte a praticare la caccia, così come testimonia il seppur tardo bronzetto con scena venatoria dal nuraghe Cuccurada. Come è evidente dalle analisi GIS, le strutture sull'orlo dei pianori dominano inoltre il sottostante territorio, in contatto visivo con i nuraghi della pianura, centri di controllo legati invece alle attività agricole, da sempre praticate in questi terreni.

Tutti i monumenti nuragici del territorio in esame sembrano quindi far parte di un insieme unitario, in cui ognuno dei siti svolgeva una particolare funzione in raccordo con gli altri: potrebbe trattarsi, pertanto, di agglomerati pertinenti ad una «comunità policentrica unita da vincoli di parentela e di collaborazione», documentata in altre zone della Sardegna (USAI 2003). Le analisi cluster, infine, permettono di suddividere in due gruppi principali i siti protostorici dell'area, il primo pertinente ad insediamenti con medio o basso indice di dominio visivo, mentre il secondo, ben più numeroso, che raggruppa i nuraghi posti in posizione elevata e di controllo strategico. Il controllo delle risorse e soprattutto delle vie di comunicazioni è anche confermato dalle analisi GIS. Le due tipologie insediative messe in luce, quella sugli altipiani e quella in pianura, tra loro strettamente interconnesse, costituiscono insieme un sistema di controllo territoriale di medie dimensioni, collegato ad altri sistemi limitrofi.

Per concludere, durante le fasi del Bronzo Medio e Recente questa zona della Sardegna mostra una distribuzione capillare che denota un controllo sistematico del territorio. La presenza di così tanti monumenti in una zona ristretta risulta anche favorita dalla facilità di reperimento del materiale litoide da costruzione, in quanto per l'edificazione di tutti i monumenti è stato impiegato

il basalto locale. Inoltre, la forte intervisibilità riscontrata testimonia la volontà delle popolazioni protostoriche di tenere sotto stretto controllo tutte le aree economicamente più importanti, quali le vie di transito, i pascoli e le zone arative.
R.C.

RICCARDO CICILLONI, ALBERTO MOSSA
Dipartimento di Storia, Beni Culturali e Territorio
Università degli Studi di Cagliari
r.cicilloni@unica.it, mossaalberto1@gmail.com

MARCO CABRAS
Departamento de Prehistoria y Arqueología
Universidad de Granada
marcocabras@correo.ugr.es

BIBLIOGRAFIA

- ATZENI E., CICILLONI R., RAGUCCI G., USAI E. 2005, *Notiziario. NURAGHE CUCCURADA (Mogoro, Prov. di Oristano)*, «Rivista di Scienze Preistoriche», 55, 557-558.
- CAMPUS F., LEONELLI V., LO SCHIAVO F. 2010, *La transizione culturale dall'età del Bronzo all'età del Ferro nella Sardegna nuragica in relazione con l'Italia tirrenica*, «Bollettino di Archeologia online», 1, 62-76 (<http://www.bollettinodiarcheologiaonline.beniculturali.it>; ultimo accesso 8/02/2015).
- CICILLONI R. 2007, *Il nuraghe Cuccurada di Mogoro (OR) nel contesto archeologico dell'alta Marmilla*, in S. ANGIOLILLO, M. GIUMAN, A. PASOLINI (eds.), *Ricerca e confronti 2006. Giornate di studio di archeologia e storia dell'arte*, Cagliari, AV, 35-41.
- CICILLONI R. 2014, *Nuova figurazione antropomorfa di cultura Ozieri da Serra Neula/Puisteris-Mogoro (OR)*, «Archeoarte», 2, 31-41 (<http://ojs.unica.it/index.php/archeoarte/article/view/1256>; ultimo accesso 8-02-2015).
- CONOLLY J., LAKE M. 2006, *Geographical Information Systems in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- DEPALMAS A. 2009, *Il Bronzo medio della Sardegna*, in *La preistoria e la protostoria della Sardegna, Atti della XLIV Riunione Scientifica IPPP (Cagliari-Barumini-Sassari 2009)*, I, Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 123-130.
- FABREGA ÁLVAREZ F., PARCERO OUBIÑA C. 2007, *Proposals for an archaeological analysis of pathways and movement*, «Archeologia e Calcolatori», 18, 121-140.
- HODDER I., ORTON C.R., *Spatial Analysis in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HODSON F.R. 1969, *Searching for structure within multivariate archaeological data*, «World Archaeology», 1, 1, 90-105.
- IALONGO N. 2013, *L'inizio dell'età del Ferro in Sardegna*, in P. VAN DOMMELEN, A. ROPPA (eds.), *Materiali e contesti nell'età del Ferro sarda*, «Rivista di Studi Fenici», 41, 1-2, 43-53.
- LLOBERA M., FÁBREGA-ÁLVAREZ P., PARCERO-OUBIÑA C. 2011, *Order in movement. A GIS approach to accessibility*, «Journal of Archaeological Science», 38, 843-851.
- MELIS M.T. 1998, *La ricostruzione paleo-ambientale come strumento di indagine archeologica*, in G. TANDA (ed.), *Sedilo. I monumenti. Tomo III. I monumenti nel contesto territoriale comunale*, Antichità Sarde 3,3, Villanova Monteleone, Soter, 9-20.
- NOCETE F. 1989, *El espacio de la coerción. La transición al Estado en las Campiñas del Alto Guadalquivir (España). 3000-1500 a.C.*, Oxford, BAR International Series 492, Archaeopress.

- PECERE 2006, *Viewshed e Cost Surface Analyses per uno studio dei sistemi insediativi antichi: il caso della Daunia tra X e VI secolo a.C.*, «Archeologia e Calcolatori», 17, 177-213.
- RUESTES BITRIÀ C. 2008, *A multi-technique GIS visibility analysis for studying visual control of an Iron Age landscape*, «Internet Archaeology», 23 (<http://dx.doi.org/10.11141/ia.23.4>; ultimo accesso 8/02/2015).
- SPANEDDA L. 2006, *La Edad del Bronce en el Golfo de Orosei (Cerdeña, Italia)*, Tesis Doctoral, Granada, Universidad de Granada.
- SPANEDDA L., CÁMARA J.A., PUERTAS M.E. 2007, *Porti e controllo della costa nel golfo di Orosei durante l'età del Bronzo*, «Origini, Preistoria e Protostoria delle civiltà antiche», 19, 119-144.
- SPANEDDA L., CÁMARA J.A., SALAS F.E. 2010, *Bronze age settlement patterns in Dorgali municipality (Sardinia)*, «Rivista di Scienze Preistoriche», 60, 283-306.
- UGAS G. 2009, *Il I Ferro in Sardegna*, in *La preistoria e la protostoria della Sardegna, Atti della XLIV Riunione Scientifica IIPP (Cagliari-Barumini-Sassari 2009)*, I, Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 163-182.
- USAI A. 2003, *Sistemi insediativi e organizzazione delle comunità nuragiche nella Sardegna centro-occidentale*, in *Le comunità della preistoria italiana. Studi e ricerche sul Neolitico e le età dei Metalli. Atti della XXXV Riunione Scientifica IIPP (Lipari 2000)*, Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 215-224.
- USAI A. 2012, *Per una riconsiderazione della Prima Età del Ferro come ultima fase nuragica*, in P. BERNARDINI, M. PERRA (eds.), *I Nuragici, i Fenici e gli altri. Sardegna e Mediterraneo tra Bronzo Finale e Prima Età del Ferro, Atti del I Congresso Internazionale in occasione del venticinquennale del Museo "Genna Maria" di Villanovaforru (Sassari 2007)*, Sassari, Carlo Delfino Editore, 165-180.
- VAN LEUSEN M. 2002, *Pattern to Process: Methodological Investigations into the Formation and Interpretation of Spatial Patterns on Archaeological Landscapes*, Gröningen, University of Gröningen.
- WHEATLEY D., GILLINGS M. 2002, *Spatial Technology and Archaeology. The Archaeological Applications of GIS*, New York, Taylor and Francis.

ABSTRACT

The authors analyze, as a sample-area, the region that includes the municipality of Mogoro, in central-western Sardinia, with the objective to reconstruct, through the study of the settlements and their relationships, some economic and social aspects of the human groups of nuragic culture that inhabited this area between the 18th and the 8th century BC. The territory is located at the foot of Monte Arci, along the Mogoro river that runs through the southern part of the plain of the Campidano of Oristano. The area has been intensively investigated from the half of the past century; an in-depth stratigraphic investigation was carried out since 1994 near the nuragic site of Cuccurada, the main center of an articulated territorial system including a rich network of monuments related to the nuragic civilization. The results are illustrated through various research methods: GIS, with the application of spatial analysis tools, and multivariate analysis (cluster and principal components analysis) that allowed to set out new hypotheses on occupation and populating dynamics and to identify among pre-historical monuments one or more homogeneous and distinguishable groups, resulting from a database in which geomorphological characteristics are recorded. A hierarchical organization and a specific criterion for exploiting and monitoring the landscape have been developed, in which settlement choices depend on functionality criteria, having nuraghi and villages a key role on the strategic control of the territory.