

IL TELERILEVAMENTO COME STRUMENTO MULTIDISCIPLINARE ALTERNATIVO ALLE MISSIONI ARCHEOLOGICHE SUL CAMPO NEI PAESI IN *LOCKDOWN* DA COVID-19

Romolo Loreto, Università degli studi di Napoli "L'Orientale"

Introduzione

Le campagne 2020 dei progetti in corso presso la regione saudita del Ġawf e la regione omanita Šarqiya North, si sono basate sulle tecnologie telematiche, come il telerilevamento e l'approccio geoarcheologico, quali strumenti alternativi alle missioni svolte sul campo in paesi in *lockdown* da Covid-19. Inoltre, in accordo con le autorità locali (Saudi Ministry of Culture e Ministry of Heritage and Culture, Sultanate of Oman) queste campagne hanno prodotto, grazie appunto all'elaborazione e all'interpretazione di immagini satellitari ad alta definizione, carte archeologiche di interesse ministeriale dei paesi coinvolti che ancora non possiedono un adeguato strumento di gestione del patrimonio archeologico di ampie aree dall'elevato potenziale di studio, generando un prodotto finito (la carta archeologica telerilevata quale "risultato prototipale") attraverso metodologie integrate (archeologia, geomorfologia, geologia, toponomastica e telerilevamento) che seguano un processo di lavorazione alternativo al lavoro sul campo e che, in risposta all'emergenza sanitaria in atto, contribuiscano a una gestione feconda del patrimonio culturale.

Per l'Arabia Saudita, le aree analizzate durante la campagna 2020 della Missione archeologica italiana nel Regno dell'Arabia Saudita riguardano la parte settentrionale della regione del Ġawf, in concessione alla missione (Fig. 1): il Neġd settentrionale e lo Harrat al Harra per la definizione di contesti neolitici (VIII-VI millennio AC); la regione di Tamriyat, nella parte Nord-orientale della regione, per la definizione delle rotte di transito dell'Età del Bronzo (V-II millennio AC); l'oasi storica di Dūmat al-Ġandal e la valle del wādī al-Širhān, verso occidente, per la definizione dei siti storici del I millennio AC - I millennio DC e dei rapporti con il Levante nabateo-romano; infine, Dūmat al-Ġandal e il bacino di Sakākā, verso Est, per la definizione delle possibili vie carovaniere di I millennio AC verso la Mesopotamia.

Per l'Oman, nell'ambito dei lavori della Missione archeologica dell'Università degli Studi di Napoli "L'Orientale", si sono distinti due areali maggiori, la parte orientale della catena montuosa del al-Ĥaġār, laddove si innesta il wādī banī Ḥālid e dove sono in corso attività di scavo, e la costa della Baṭīnah, da Muscat verso Nord, dove una prospezione telerilevata è stata richiesta dalle autorità omanite.

Si deve subito sottolineare come l'elevato numero di evidenze riscontrate, soprattutto per la fase neolitica nordarabica (Fig. 1) e le nuove aree di ricerca sulla Baṭīnah, abbiano pienamente soddisfatto le aspettative, permettendo ora di definire nuovi percorsi di ricerca sul campo, da indirizzare verso le aree di interesse individuate.

Questa campagna di analisi archeologica telerilevata è stata condotta con la partecipazione di Bruno Marcolongo Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Simona Berardino Università degli Studi di Napoli "L'Orientale" (UNO), Lucio A. Corrado (UNO), Teodoro Cocozza (UNO), Alessia Vitale (UNO), Gioele Vaccaro (UNO), Mattia Cozzolino (UNO), Carmine A. Falco (UNO), Benedetta Musella (UNO), Nicoletta Granito (UNO), Immacolata Desiderio (UNO) ed Emanuele Orabona (UNO), e con il supporto Geographical Information System (GIS) di Roberto Bottiglieri e Dolores M.A. Ferrante.

METODOLOGIA

L'idea progettuale, che si basa sull'interazione tra archeologia, geomorfologia, geologia e toponomastica antica in ambito GIS, si inserisce nel solco tracciato da 11 anni di attività archeologiche delle missioni dell'Università degli Studi di Napoli "L'Orientale" nella Penisola arabica e dunque si fonda su una metodologia di telerilevamento già testata sia in contesti nordarabici, per la geolocalizzazione dei siti preistorici in aree logisticamente inaccessibili o per il riconoscimento di antiche vie carovaniere¹, sia in contesti omaniti, in particolare per l'identificazione delle oasi urbane in contesti montuosi del I millennio AC². Si tratta dunque di mettere in campo un modello predittivo basato sul riconoscimento geomorfologico di elementi salienti del paleo-ambiente che, in passato, possano aver attratto o orientato l'uomo e a cui sono associati i siti archeologici: *in primis* l'identificazione di risorse idriche, quale la rete paleo-idrografica di una regione; a seguire, lungo le antiche tracce di paleo-corsi d'acqua e ai bordi dei paleo-laghi, l'identificazione di siti archeologici da remoto. Fondamentale è dunque l'acquisizione di riprese satellitari ad alta risoluzione (immagini Pleiades e Kompsat 3a) e l'interazione tra un *expertise* geomorfologico in grado di descrivere le

¹ Loreto 2018.

² Loreto 2020.

forme del paesaggio antico e un *expertise* archeologico in grado di riconoscere e interpretare le evidenze antropiche, che operino contestualmente attraverso il telerilevamento. Tale modello predittivo e alternativo alle prospezioni sul campo è dunque da svolgere in questa prima fase esclusivamente in via telematica. I lavori delle missioni dell'Università degli Studi di Napoli "L'Orientale" in Arabia, nonché la letteratura specialistica di riferimento, dimostrano quanto tale approccio da remoto sia efficace e come tutti i dati raccolti, gestiti in un sistema applicativo integrato (Quantum GIS), possano generare carte tematiche archeologiche *open source*.

Generalmente ogni progetto archeologico prevede una fase preliminare di studio da remoto del contesto da esaminare, ma non sempre questa analisi viene condotta su immagini satellitari ad alta risoluzione per la definizione del paleo-ambiente, laddove molto più frequentemente si utilizzano carte topografiche moderne o geologiche, che definiscono un territorio come appare oggi. Al contrario, il potenziale informativo delle immagini satellitari, in particolare le pancromatiche e le multispettrali elaborate falsi colori, è in grado di contribuire, assieme alle capacità interpretative del telerilevatore, a definire il quadro paleo-ambientale e dunque l'esatto contesto temporale di un sito archeologico.

Per situazioni territoriali e fisiografiche complementari a quelle dell'area di ricerca qui proposta, si segnalano lavori di telerilevamento costantemente in incremento. Ci si limita a citare alcuni lavori pionieristici e altri più recenti di chi ha operato in aree che vanno dal mondo mediterraneo all'Asia e alle Americhe, come Bruno Marcolongo (*et alii*)³ e Tony J. Wilkinson⁴, che sin dagli anni '70 del secolo scorso hanno contribuito in maniera determinante allo studio dei contesti paleo-ambientali preistorici (olocenici) e protostorici della Penisola arabica e non solo; Lawrence, Altaweel & Philip per il Vicino Oriente antico⁵; o, più recentemente, Michael Harrower⁶, per la definizione dei contesti paleo-idrografici dell'Arabia meridionale; o Petraglia & Rose e Groucutt & Petraglia⁷, per i contesti paleolitici della Penisola

arabica; o, ancora, risulta fecondo come Colin Renfrew e Paul Bahn⁸, nonché Maurizio Tosi⁹, abbiano definito il concetto di analisi di distribuzione spaziale, ovvero il rapporto tra siti (o spazio), risorse e tempo per la definizione delle dinamiche di interazione tra l'uomo e l'ambiente in un dato contesto culturale. In sostanza, è qui adottato un metodo che segue quelle scuole di archeologia post-processuale intesa come archeologia del paesaggio, ovvero che contempra non tanto (e non solo) l'osservazione delle dinamiche di un sito nella sua specificità, quanto le dinamiche regionali che sottendono a ogni sviluppo cronologico di un sito in sé e dei suoi rapporti con un ambiente circostante, che non è immutabile. Pertanto, risulta fondamentale un approccio geoarcheologico che permetta non solo di eseguire il rilevamento telematico di evidenze archeologiche, ma di comprendere il contesto ambientale ad esse contemporaneo, secondo principi, metodi e strumenti propri della foto interpretazione.

REGIONE DEL ĠAWF SAUDITA

Fase preistorica, il Neolitico del Harrat al-Harra

La fase Neolitica si conferma essere quella più ricca da un punto di vista archeologico, con una quantità di evidenze concentrate soprattutto nell'area del Harrat al-Harra, ma anche localizzate lungo il wādī al-Širhān e il bacino di Sakākā. Nelle precedenti campagne si era avviato un processo di digitalizzazione dei siti preistorici, ma mai in maniera sistematica come è ora possibile fare eseguendo un telerilevamento puntuale e impiegando strumenti idonei. Dapprima si è proceduto con il *software open source* Google Earth, che con una buona definizione permette di consultare, ma non di acquisire materialmente, le immagini di dettaglio delle aree d'interesse del globo terrestre. Pertanto, si è poi proceduto, alla fonte, con l'acquisizione di immagini satellitari ad alta definizione per la creazione delle carte archeologiche (in particolare ci si è serviti dei servizi Land Info, World Wide Mapping, Denver, CO, USA e Sysdeco Italia, Roma). L'analisi estensiva, condotta in ambiente *open source* Quantum GIS, ha permesso di identificare 5 grandi raggruppamenti di evidenze: Agglomerati, o villaggi, 946 unità (Fig. 2); Compound, o insieme di più capanne, 4370 unità (Fig. 3); Strutture singole, ovvero singole capanne o ripari, 7764 unità (Fig. 4); Kites, ovvero strutture/trappole per la caccia, 156 unità (Fig. 5); Tombe, 2324 unità (Fig. 6). A queste si aggiungono le già note 215 evidenze dall'area di at-Ṭawil,

³ Baggio *et alii* 1983; Barisano, Marcolongo 1987; 1993; Caneva *et alii* 1986; 1995; Cleuziou *et alii* 1992; Dallaporta *et alii* 1996; de Maigret *et alii* 1989; Inizan *et alii* 1998; Marcolongo 1983; 1987; 1988; 1992; 1994; 1996; 1997; 1998; 2002; 2004; 2007; Marcolongo, Barisano 2000; Marcolongo, Morandi-Bonacossi 1997; Marcolongo, Mozzi 1993a-b; 1997; 1998; 2001; Marcolongo, Palmieri 1983; 1988; 1990; 1992; Marcolongo, Surian 1993; 1997a-b; Marcolongo; Tosi 1995.

⁴ Wilkinson 2003.

⁵ Lawrence *et alii* 2019.

⁶ Harrower 2016.

⁷ Petraglia, Rose 2009; Groucutt, Petraglia 2012.

⁸ Renfrew, Bahn 2019.

⁹ Tosi 1975.

ancora non classificate, per un totale di 15775 evidenze (Fig. 1). Sono escluse dal conteggio le evidenze non certe e da verificare. La mappatura telerilevata ha avviato non solo il processo di acquisizione dei dati antropici, ma anche dei dati paleo ambientali, paleo-fiumi e paleo-laghi, per la determinazione dei rapporti tra strutture antropiche e risorse idriche.

Il processo di telerilevamento, appena all'inizio e propedeutico a uno studio dettagliato sia delle evidenze (loro natura e cronologia) sia del loro rapporto con l'ambiente, ha perciò dimostrato tanto la validità dell'approccio quanto l'estrema capillarità di insediamenti e strutture riferibili soprattutto alla preistoria olocenica e, pertanto, dovrà prevedere una più accurata classificazione e descrizione delle evidenze, con verifiche sul campo.

A titolo esemplificativo, si propone una porzione ridotta del Harrat al-Harra con un dettaglio telerilevato (Fig. 7), da immagine Pleiades, non solo delle evidenze antropiche, ma anche della rete paleo-idrografica. Appare chiaro come la distribuzione delle evidenze segua l'andamento dei paleo-corsi d'acqua o dei paleo-laghi. Restano da definire, tuttavia, numerose questioni come la cronologia delle strutture (si notano, ad esempio, casi di sequenze stratigrafiche dove agglomerati, compound o strutture singole sono sovrapposti a kites in disuso); ugualmente si nota un ridotto numero di grandi agglomerati rispetto alle più abbondanti categorie di compound e strutture singole, il che suggerirebbe una qualche sorta di organizzazione del territorio o delle differenze nella densità occupazionale delle aree.

Fase preistorica, l'Età del Bronzo

L'area di Tamriyat, a Nord-Est di Dūmat al-Ġandal, scoperta nel 2013, può essere ora studiata nel dettaglio a partire dall'osservazione satellitare. L'analisi, al momento, ha permesso di identificare 372 evidenze, specificate nella carta archeologica in Fig. 8.

Fase storica, rotte carovaniere verso Nord-Ovest

Nell'ambito della mappatura delle evidenze preistoriche del Harrat al-Harra, si sta procedendo con la mappatura della vallata del wādī al-Širḥān, nel cui alveo le evidenze preistoriche sono più ridotte. Emerge, però, a Nord, un sito nuovo di grande interesse poiché si distingue del tutto da qualunque altra evidenza preistorica e suggerisce, come caratteristiche topografiche, di essere un sito urbano di epoca storica del tutto inedito (Fig. 9). Il sito copre un'area di 300 per 400m circa e si caratterizza, in gran parte, per strutture

quadrangolari di piccole e grandi dimensioni. Possibili confronti sono di epoca nabateo-romana, data la vicinanza con il *limes arabicus*, o bizantina, relativi a complessi monacali cristiani di VII-VIII secolo, come il monastero siriano di Kilwa, circa 200km a Ovest di Dūmat al-Ġandal¹⁰.

Fase storica, rotte carovaniere verso Nord-Est

In merito alla mappatura delle possibili rotte carovaniere che collegavano Dūmat al-Ġandal con la Mesopotamia, il lavoro di telerilevamento ha preso il via dalla scoperta del sito carovaniere di al-Buyutat del 2018. Da qui, procedendo alla mappatura dei principali corsi d'acqua - paleo-fiumi/alvei rivolti verso l'alluvio di Bassora, si è potuto identificare un secondo probabile sito carovaniere di epoca storica, caratterizzato, come al-Buyutat¹¹, da strutture architettoniche ben conservate che rimandano a modelli del tipo caravanserraglio (Fig. 10).

OMAN

Regione Šarqiya North (wādī banī Ḥālid)

L'analisi del wādī banī Ḥālid (Figg. 11-12), in corso dal 2018 sia da remoto che con prospezioni sul campo, procede ora mediante analisi telerilevata eseguita su una serie di riprese Pleiades e Kompsat 3a dell'intero corso del wādī, dalla sorgente, a Nord di WBK2 (l'insediamento islamico maggiore), a Sud fino al conoide alluvionale del wādī che sfocia nel deserto del Waḥība¹².

Baṭinah

Su richiesta del Ministry of Heritage and Culture, si è eseguita una prospezione telerilevata di una specifica area della Baṭinah (Fig. 11) che ha destato particolare interesse a seguito del rinvenimento, casuale, di materiale archeologico relativo alle culture dell'Età del Bronzo e proveniente da contesti funerari.

La prospezione, che si è avvalsa *in primis* di una valutazione geomorfologica dell'ambiente, in particolare la definizione delle aree alluvionali che, verosimilmente, non preservano evidenze archeologiche, ha permesso di individuare su formazioni collinari una estesa area di necropoli di tombe a torretta (la cui datazione, in attesa di dati dal campo, oscilla tra il III e il I millennio AC) e di evidenze di natura insediativa (Fig. 13).

Per motivi legati alla sicurezza del sito, non si è autorizzati a pubblicarne la localizzazione, ma è utile sottolineare la metodologia impiegata non solo

¹⁰ Farès 2010; 2011.

¹¹ Loreto c.d.s.

¹² Loreto 2020.

in fase di rilevamento delle strutture, apparentemente organizzate in quattro grandi necropoli per un totale di 401 tombe (se si escludono le dubbie attribuzioni) (Fig. 13), ma anche per la verifica empirica della natura antropica degli elementi identificati. A tal proposito, un dettaglio della quarta necropoli (Fig. 14), quella più meridionale, analizzato su immagini ad alta definizione (Pleiades a 50cm di risoluzione) sia a

colori reali (RGB - bande *red*, *green* e *blue*) sia a infra rosso (CIR - *color infra red*) permette infatti di escludere che le forme geometriche delle tombe possano essere alcun altro elemento naturale del paesaggio, fornendo appunto, da remoto, un elemento di verifica della natura archeologica dell'emergenza individuata.

Ringraziamenti

Saudi Ministry of Culture;

Ministry of Heritage and Culture, Sultanate of Oman;

Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale;

Università degli studi di Napoli "L'Orientale" - Centro Interdipartimentale di Servizi di Archeologia.

Bibliografia

- Baggio, P., Marcolongo, B., Tusa, S. (1983) A geomorphological approach to archaeological researches, *Sumer*, 1/83, pp. 214-218.
- Barisano, E., Marcolongo, B. (1987) Méthodes de Prospection Archéologique par Télédétection, in J.C. Miskovsky (ed.), *Géologie de la Préhistoire*, Paris, pp. 303-324.
- Barisano, E., Marcolongo, B. (1993) Guida alla prospezione archeologica, *Sistema Terra*, 2/2, pp. 44-47.
- Caneva, I., Marcolongo, B., Palmieri, A.M. (1986) Prehistoric settling and natural resources in the Geili area (Soudan), in M. Krause (hrsg.), *Nubische Studien: Tagungsakten der 5 Internationalen Konferenz der International Society for Nubian Studies*, Mainz am Rhein, pp. 33-40.
- Caneva, I., Marcolongo, B., Palmieri, A.M. (1995) Geoarchaeology at Maadi. A short note. *The Geological Survey of Egypt, Special Publication No. 70*, pp. 311-319.
- Cleuziou, S., Inizan, M.L., Marcolongo, B. (1992) Le peuplement pré- et protohistorique du système fluviale fossile du Jawf-Hadramawt au Yémen, *Paléorient*, 18 (2), pp. 5-30.
- Dallaporta, A., Filippi, G.G., Marcolongo, B. (1996) Cercando Kampilya, *Asiatica Venetiana*, 1, pp. 223-226.
- de Maigret, A., Azzi, C., Marcolongo, B., Palmieri, A.M. (1989) Recent Pedogenesis and Neotectonics affecting Archaeological Sites in North Yemen, *Paléorient*, 15 (1), pp. 239-243.
- Farès, S. (2010) L'inscription arabe the Kilwa: nouvelle lecture. *Semitica et Classica*, 3, pp. 241-248.
- Farès, S. (2011) Christian monasticism on the eve of islam: Kilwa (Saudi Arabia) new evidence, *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 22, pp. 243-252.
- Groucutt, H.S., Petraglia M.D. (2012) The Prehistory of the Arabian Peninsula: Deserts, Dispersals, and Demography, *Evolutionary Anthropology*, 21, pp. 113-125.
- Harrower, M.J. (2016) *Water Histories and Spatial Archaeology: Ancient Yemen and the American West*, Cambridge.
- Inizan, M.L., Lezine, A.M., Marcolongo, B., Saliège, J.F., Robert, C., Werth, F. (1998) Paléolacs et peuplements holocènes du Yemen: le Ramlat As-Sabat'ayn, *Paléorient*, 23 (2), pp. 137-149.
- Lawrence, D., Altaweel, M., Philip, G. (2019) *New Agendas in Remote Sensing and Landscape Archaeology in the Near East, Studies in Honour of Tony J. Wilkinson*, Oxford.
- Loreto, R. (2018) Dūmat al-Jandal, the emerging of a north Arabian oasis in the pre-Islamic era. The Nabataean period and the pottery evidence from the residential area, in *The Arabs in Antiquity, ARAM Society for SyroMesopotamian Studies*, 30 (1/2), pp. 403-420.
- Loreto, R. (2020) A Late Iron Age settlement in Wādī Banī Ḥālid: First season of the joint Omani-Italian archaeological project, *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 2020;00:1, pp. 31-32.
- Loreto, R. (corso di stampa) The Role of Dūmat al-Jandal among the early Arabian Trade Routes at the Dawn of the Southern Arabian Cultures, in G. Hatke, R. Ruzicka (eds.), *Out of Arabia: South Arabian long-distance trade in antiquity*.
- Marcolongo, B. (1983) Late Quaternary Nile and hydrology of the Khartoum-Sabaloka region (Sudan), *Origini*, 12, pp. 39-46.
- Marcolongo, B. (1987) Natural resources and palaeoenvironment in the Tadrart Acacus: the non climatic factors determining human occupation, in B.E. Barich (ed.), *Archaeology and Environment in the Libyan Sahara, The excavations in the Tadrart Acacus 1978-1983, British Archaeological Revue (B.A.R.) International Series 368*, Oxford, pp. 269-282.
- Marcolongo, B. (1988) Esempi di impiego di immagini da satellite a scopi archeologici. Contenuto semantico delle informazioni ottenute da satellite nelle ricerche archeologiche, *Télédétection et Cartographie Thématique en Archéologie, Notes et Monographies Techniques C.R.A.*, 18, pp. 171-202.
- Marcolongo, B. (1992) Evolution du paléo-environnement dans la partie orientale du Delta du Nil depuis la transgression flandrienne (8.000 B.P.) par rapport aux modèles de peuplement anciens, *Cahiers de Recherches*, 14, pp. 23-32.
- Marcolongo, B. (1994) Le périmètre irrigué, grenier de l'antique Yathil, et le déplacements du wādi Majzir, *Saba*, 1, pp. 60-62.
- Marcolongo, B. (1996) Modelli di utilizzo delle risorse idriche nello Yemen interno dall'età del Bronzo al periodo Sudarabico, *Arabia Antiqua, Serie Orientale*, 70, pp. 179-187.

- Marcolongo, B. (1997) Les systèmes irrigués de Baraqish, Yémen: au pays de la reine de Saba, *Catalogue de l'Exposition de l'Institut du Monde Arabe 10/97 - 02/98 au Louvre*, Paris, pp. 32-38.
- Marcolongo, B. (1998) Geoarchaeological observations in Doab plain (Uttar Pradesh-India), through advanced remote sensing methodology, *Venetian Academy of Indian Studies Series, Cahier*, 2/98, pp. 15-31.
- Marcolongo, B. (2002) Geoarchaeology and palaeoenvironment evolution of the Merv plain, in G. Rossi-Osmida (ed.), *Margiana Gonur-depe Necropolis, Centro Studi e Ricerche Ligabue*, Venezia, pp. 56-68.
- Marcolongo, B. (2004) Geomorphology applied to Archaeology in Yemen, in S. Antonini, A. Shohlan, M. Arbach (eds.), *Sabaeen Studies: Archaeological, Epigraphical and Historical Studies in honour of Yusuf Abdallah, Alessandro de Maigret and Christian J. Robin on the Occasion of their 60th Birthdays, I.U.O.*, Napoli - Sana'a, pp. 10-43.
- Marcolongo, B. (2007) Environnement Géologique du Yémen, in M.L. Inizan, M. Rachad (eds.), *Art Rupestre et Peuplements Préhistoriques au Yémen, CEFAS*, Sana'a, pp. 39-45.
- Marcolongo, B., Barisano, E. (2000) Télédétection et Archéologie: concepts fondamentaux, état de l'art et exemples, Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology, in M. Pasquinucci, F. Trément (eds.), *The Archaeology of Mediterranean Landscapes 4, EU Human Capital and Mobility Programme*, Oxford, pp. 15-30.
- Marcolongo, B., Morandi-Bonacossi, D. (1997) L'abandon du système d'irrigation qatabanite dans la vallée du wadi Bayhan (Yémen) : analyse géo-archéologique, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 325, pp. 79-86.
- Marcolongo, B., Mozzi, P. (1993a) Il caso del Turkmenistan: come ricostruire la paleogeografia, *Sistema Terra*, 2/2, pp. 48-50.
- Marcolongo, B., Mozzi, P. (1993b) Il contesto fisiografico dei siti protostorici della valle di Sumbar (Turkmenistan): una applicazione tematica e cartografica delle foto cosmiche Sojuz ad alta risoluzione, *Atti del XXIX Convegno Nazionale Associazione Cartografica Italiana, Boll. A.I.T.*, 87/88, Bologna, pp. 25-34.
- Marcolongo, B., Mozzi, P. (1997) Osservazioni geo-archeologiche lungo i bordi della catena montuosa dei Kopet Dagh orientali (Turkmenistan), basate sull'uso di immagini satellitari, in G. Rossi-Osmida (ed.), *Turkmenistan. Esplorazioni e Ricerche, Vol. XVI, Centro Studi e Ricerche Ligabue*, Venezia, pp. 49-61.
- Marcolongo, B., Mozzi, P. (1998) Outline of recent geological history of the Kopeth-Dagh mountains and the southern Kara-Kum, The archaeological map of the Murghab delta. Preliminary reports 1990-1995, in A. Gubaev, G. Koshelenko, M. Tosi (eds.), *The Archaeological Map of the Murghab Delta. Preliminary Reports 1990-95. Reports and Memoirs*, Roma, pp. 1-14.
- Marcolongo, B., Mozzi, P. (2001) Holocene geomorphological evolution of the eastern Kopet Dag piedmont plain: a preliminary geoarchaeological perspective, *Archaeological News*, 7, pp. 38-40.
- Marcolongo, B., Palmieri, A.M. (1983) Environment, water supply and cultural development at Arslan-tepe (Malatya, Turkey), *Origini*, 12 (2), pp. 619-628.
- Marcolongo, B., Palmieri, A.M. (1988) Environmental modification and settlement conditions in the Yala area (Yemen), in A. de Maigret (ed.), *The Sabaeen archaeological complex in the Wadi Yalâ (Eastern Hawlân at-Tiyâl, Republic of Yemen), Reports and Memoirs*, Roma, pp. 45-53.
- Marcolongo, B., Palmieri, A.M. (1990) Paleoenvironment history of western Al-A'rus, The Bronze Age culture of Hawlân At-Tiyâl and Al-Hadâ (Republic of Yemen), A. de Maigret (ed.), *The Bronze Age Culture of Hawlân at-Tiyâl and Al-Hadâ (Republic of Yemen). A first general report Reports and Memoirs*, Roma, pp. 137-144.
- Marcolongo, B., Palmieri, A.M. (1992) Paleoenvironment and Settlement Pattern of the Tihâmah Coastal Plain (Republic of Yemen), *Yemen*, 1, pp. 117-123.
- Marcolongo, B., Surian, N. (1993) Observations préliminaires du contexte géomorphologique de la plaine alluviale du Nil en amont de la 3ème cataracte en rapport avec les sites archéologiques, in C. Bonnet, J. Reinold, B. Gratien, B. Marcolongo, N. Surian (eds.), *Les fouilles archéologiques de Kerma (Soudan), Genava, Nouvelle Série*, 41, pp. 33-34.
- Marcolongo B., Surian, N. (1997a) Satellite, aereo e GPS nella ricostruzione del Nilo quaternario e dei suoi rapporti con gli insediamenti antichi (Sudan settentrionale), *Atti della 1a Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali, SIFET - AIC - AMFM - AIT*, Parma, pp. 471-476.
- Marcolongo, B., Surian, N. (1997b) Kerma : les Sites Archéologiques de Kerma et Kadruka dans leur Contexte Géomorphologique, in C. Bonnet, M. Honegger, T. Surian (eds.), *Les fouilles archéologiques de Kerma (Soudan), Genava, Nouvelle Série*, 45, pp. 119-123.
- Marcolongo, B., Tosi, M. (1995) Il fiume scomparso. La Sarasvati nell'età del Bronzo: da disastro ecologico a fonte di salvazione, *Saecularia Nona*, 12, pp. 93-101.

Petraglia, M.D., Rose, J.I. (2009) *The Evolution of Human Populations in Arabia. Paleoenvironments, Prehistory and Genetics*, Dordrecht - Heidelberg - London - New York.

Renfrew, C., Bahn, P. (2019) *Archaeology. Theory, Methods and Practice*, New York.

Tosi, M. (1975) Distribution and Exploitation of Natural Resources in Ancient Oman, *Journal of Oman Studies*, 1, pp. 187-206.

Wilkinson, T.J. (2003) *Archaeological Landscapes of the Ancient Near East*, Tucson.

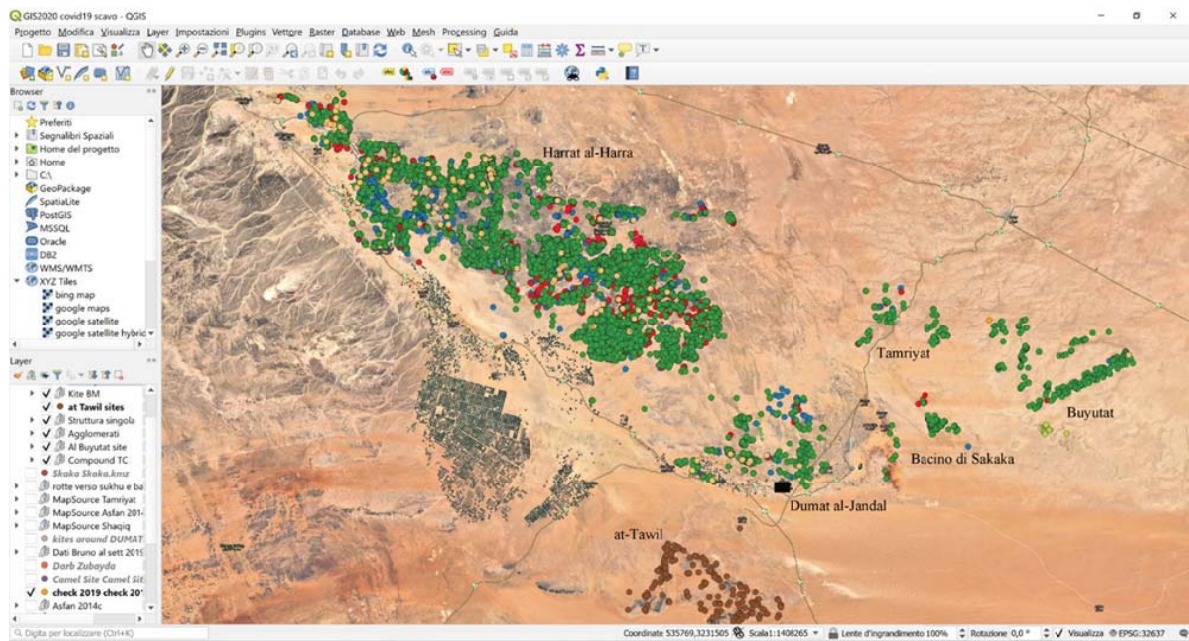


Fig. 1 - Ambiente Quantum GIS con indicazione di ogni evidenza telerilevata o registrata a seguito di prospezioni sul campo nella regione del Ġawf, Arabia Saudita. ©Missione archeologica italiana in Arabia Saudita (MAIRAS)

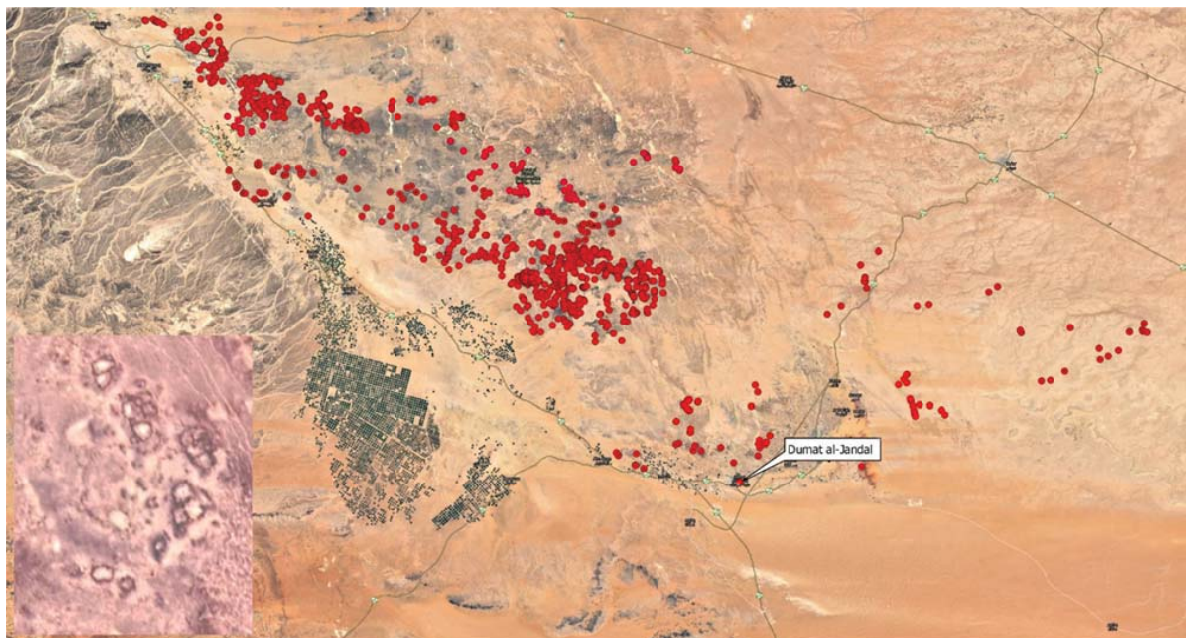


Fig. 2 - Carta archeologica delle evidenze neolitiche del tipo "Agglomerato"; in basso a sinistra un esempio di agglomerato esteso su una superficie di 70×30m ca. ©MAIRAS

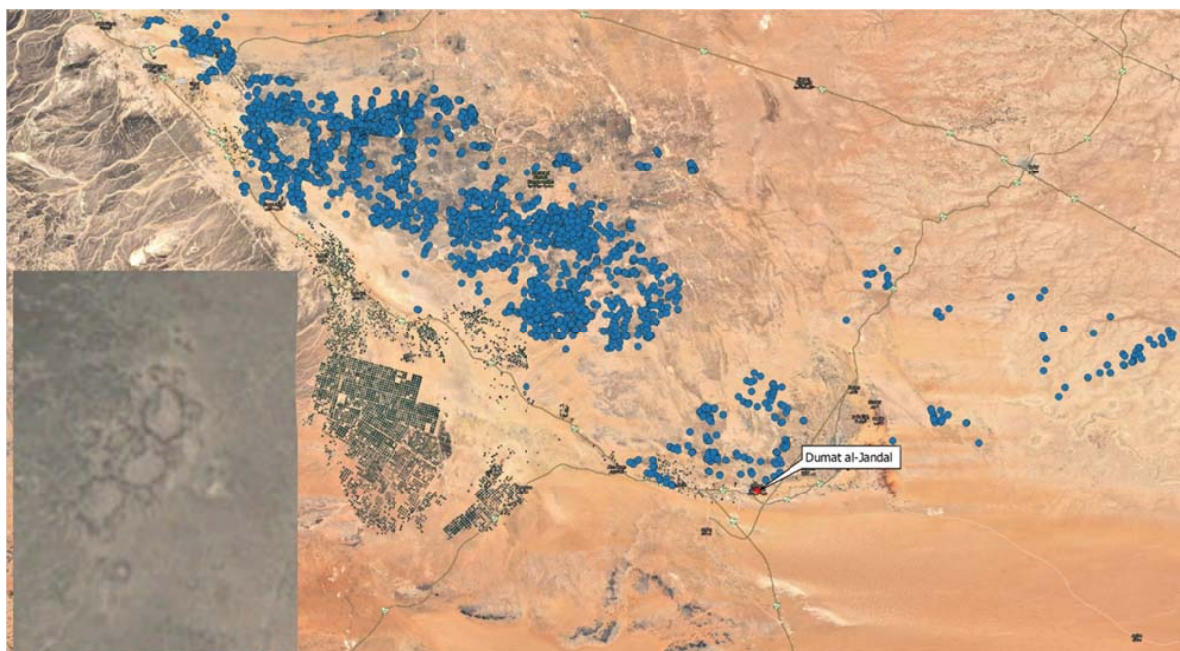


Fig. 3 - Carta archeologica delle evidenze neolitiche del tipo "Compound"; in basso a sinistra un esempio di compound esteso su una superficie di 25×15m ca. ©MAIRAS

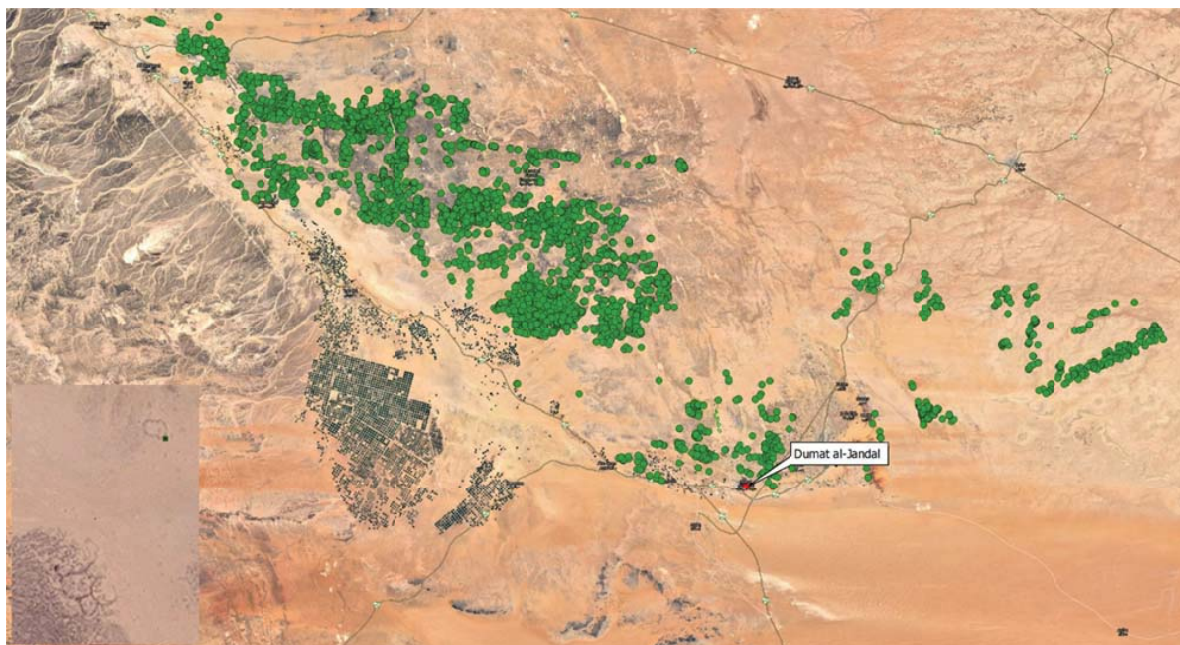


Fig. 4 - Carta archeologica delle evidenze neolitiche del tipo "Struttura singola"; in basso a sinistra un esempio di struttura singola (diametro 6m) prossima a un compound, entrambi estesi su una superficie di 75×30m ca. ©MAIRAS

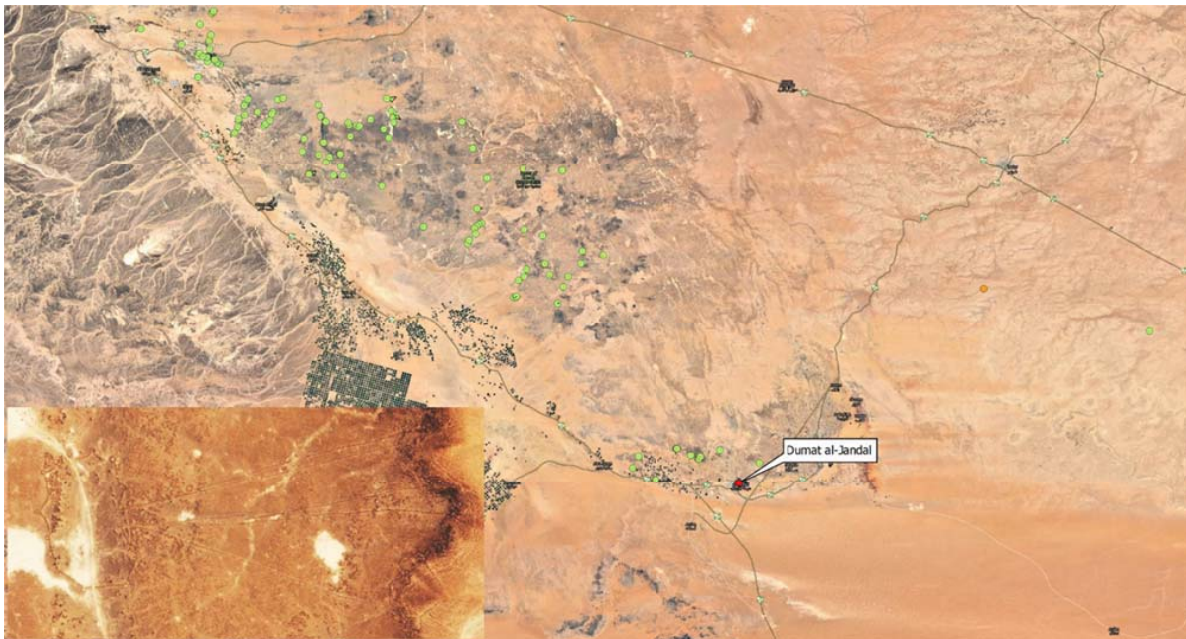


Fig. 5 - Carta archeologica delle evidenze neolitiche del tipo "Kite"; in basso a sinistra un esempio di kite (lungo 450m ca.). ©MAIRAS

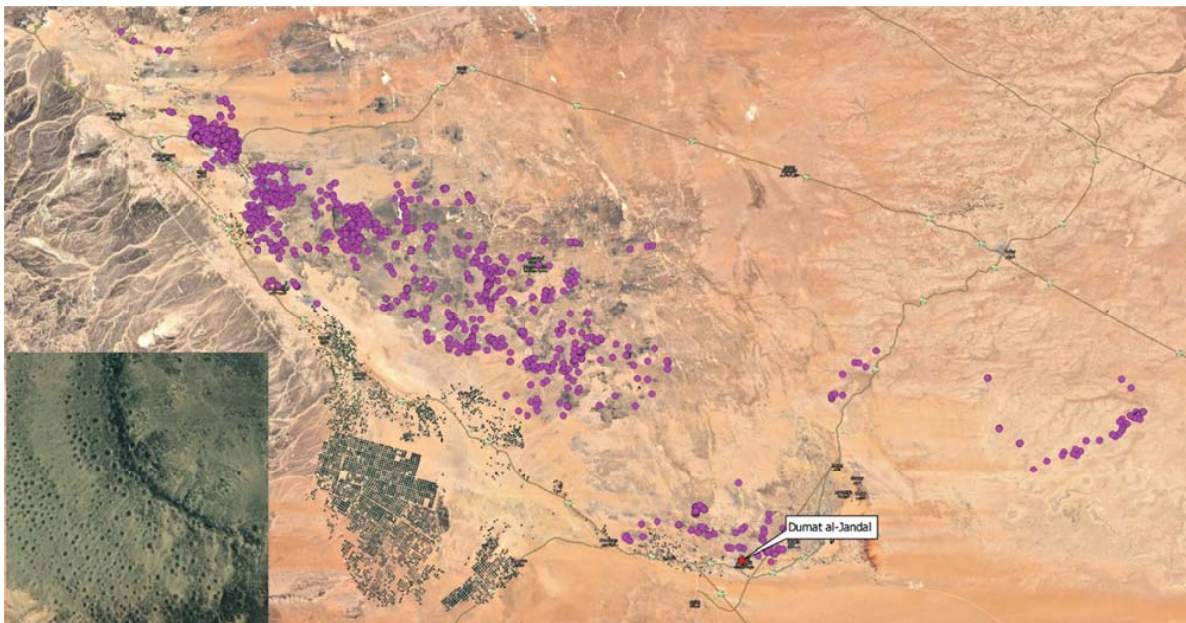


Fig. 6 - Carta archeologica delle evidenze neolitiche del tipo "Tombe"; in basso a sinistra un esempio di necropoli di tombe a tumulo o torretta (diametro medio 2m ca.) nella parte settentrionale del wādī al-Širhān. ©MAIRAS

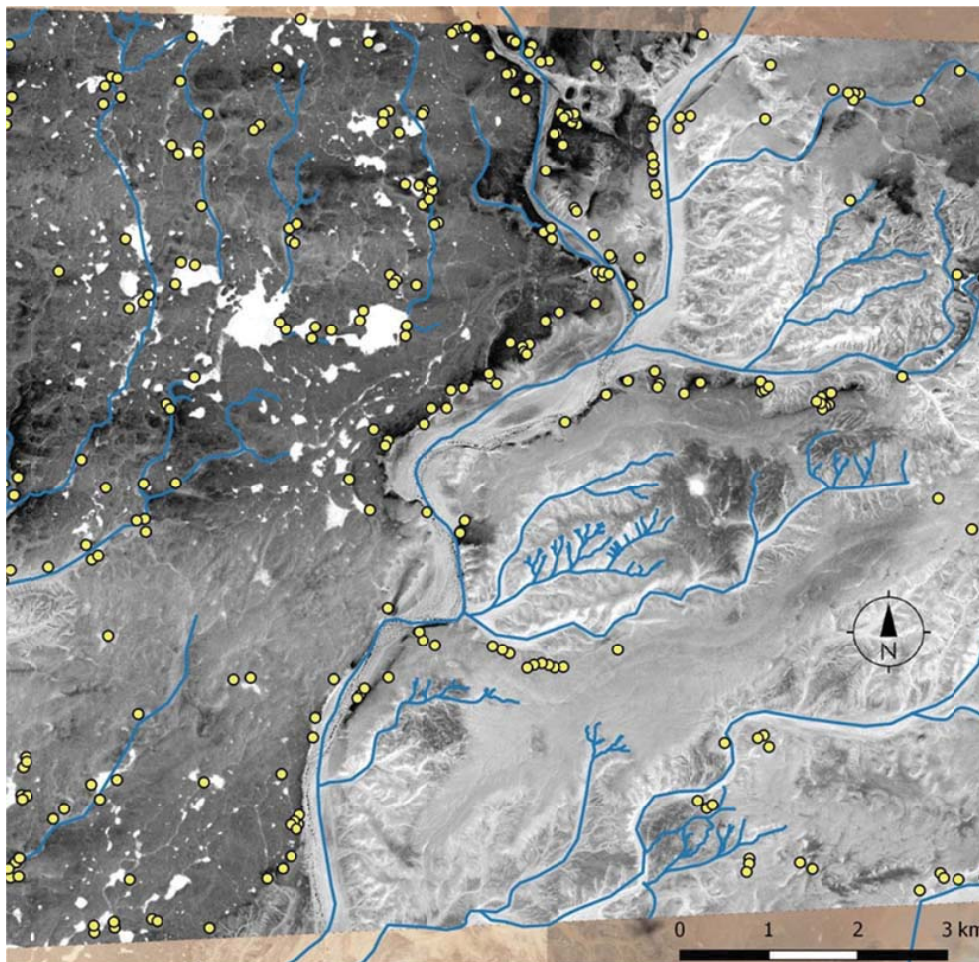


Fig. 7 - Esempio di immagine satellitare (Pleiades) ad elevata risoluzione con digitalizzazione della rete paleo-idrografica e distribuzione dei siti rilevati da remoto (elaborazione R. Bottiglieri). ©MAIRAS

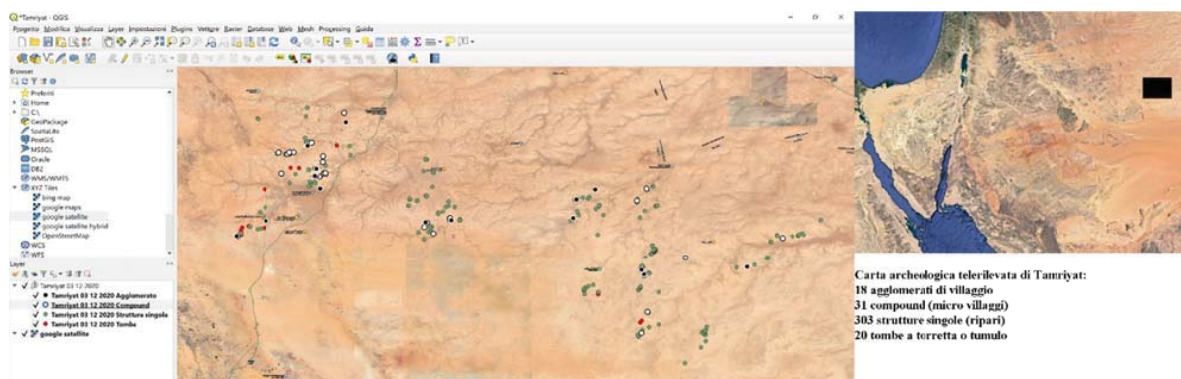


Fig. 8 - Carta archeologica telerilevata dell'area di Tamriyat. ©MAIRAS

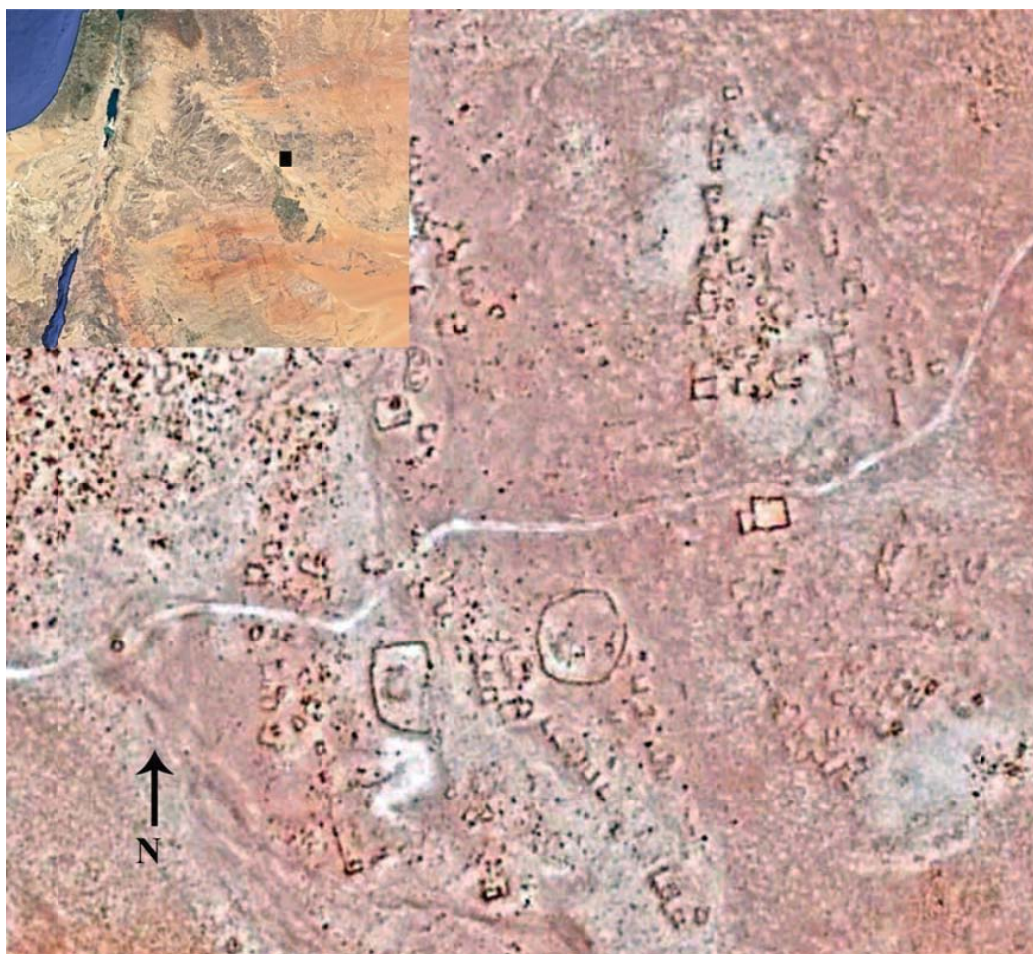


Fig. 9 - Sito storico rilevato nella parte settentrionale del wādī al-Širhān. ©MAIRAS

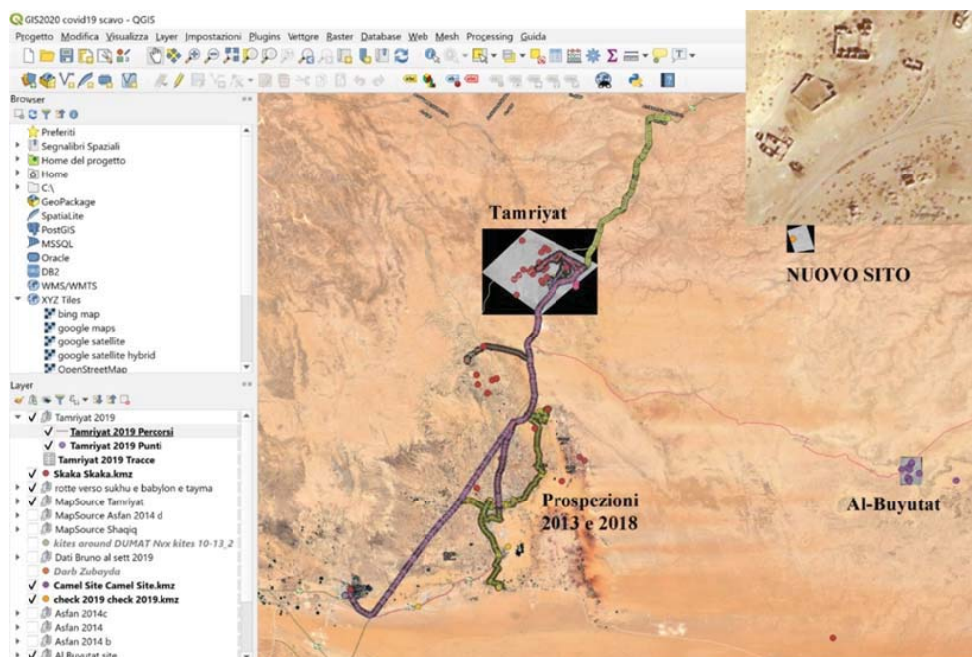


Fig. 10 - Siti e percorsi di prospezione al suolo a Est e a Nord-Est di Dūmat al-Ġandal. ©MAIRAS

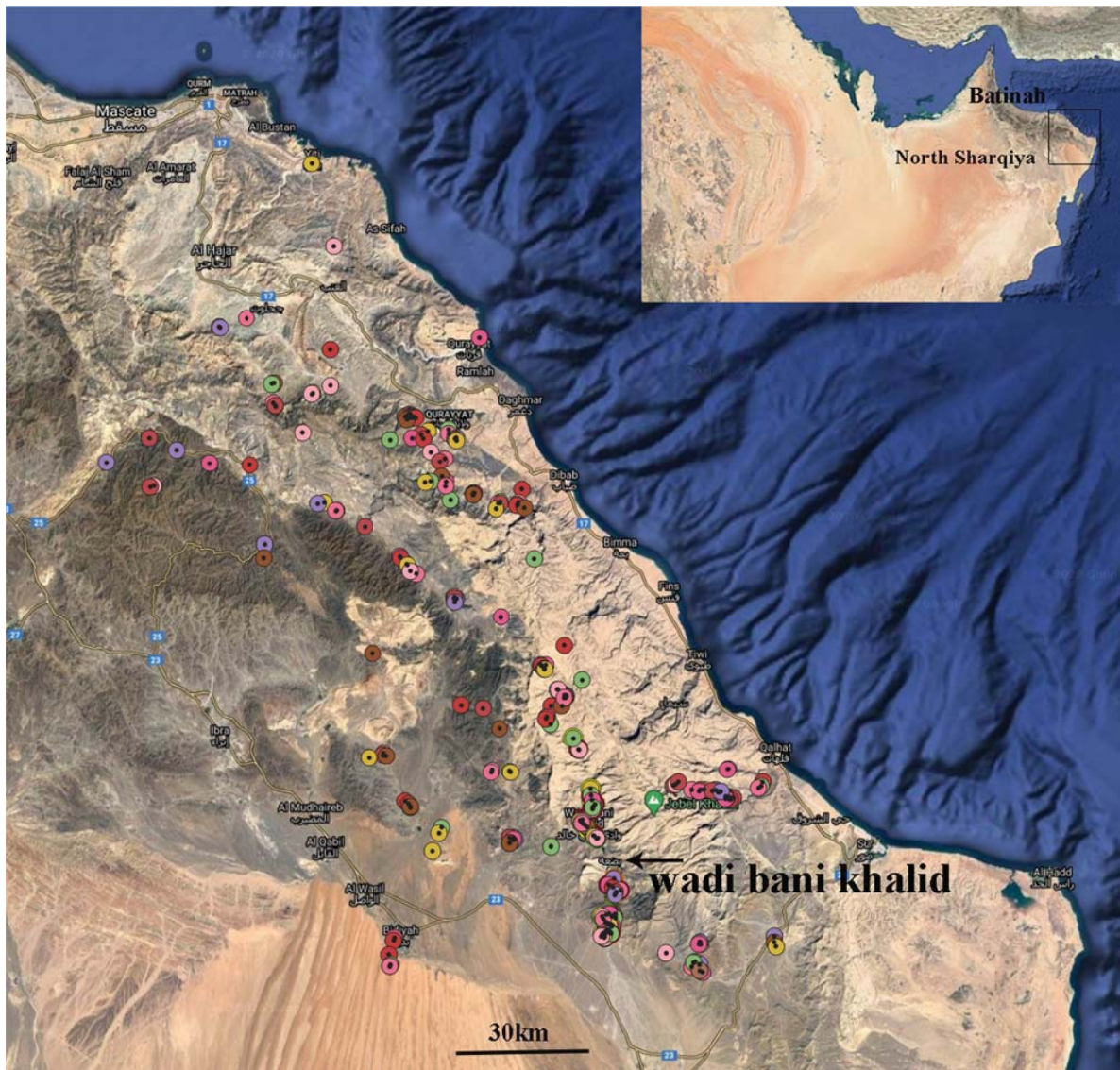


Fig. 11 - Ambiente Quantum GIS con indicazioni dei siti telerilevati o registrati al suolo in Oman, Šarqiya North. ©Missione dell'Università degli Studi di Napoli "L'Orientale" in Oman

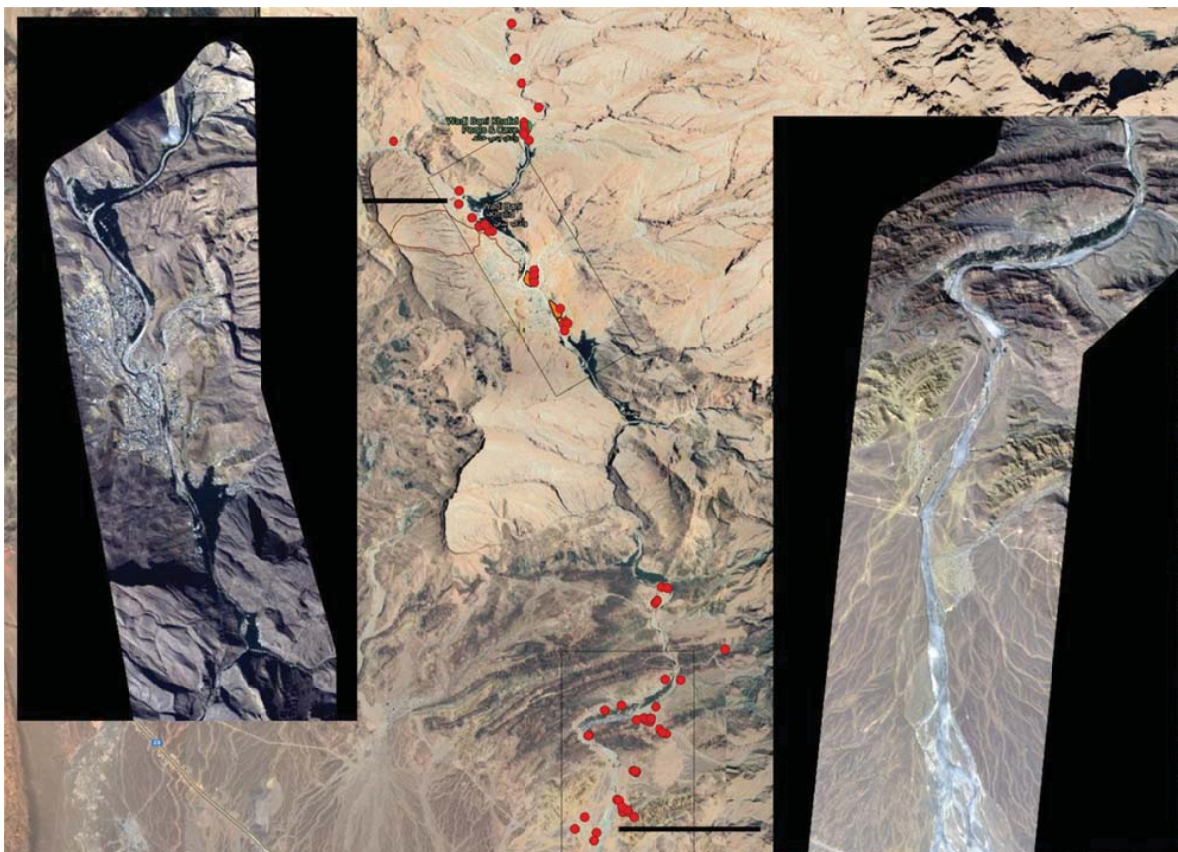


Fig. 12 - Dettaglio del corso settentrionale del wādī banī Ḥālid con indicazione delle evidenze telerilevate o registrate al suolo e, a titolo esemplificativo, due “strisciate” Pleiades e Kompsat 3a che compongono la ripresa ad alta definizione dell’intero corso del wādī. ©Missione dell’Università degli Studi di Napoli “L’Orientale” in Oman

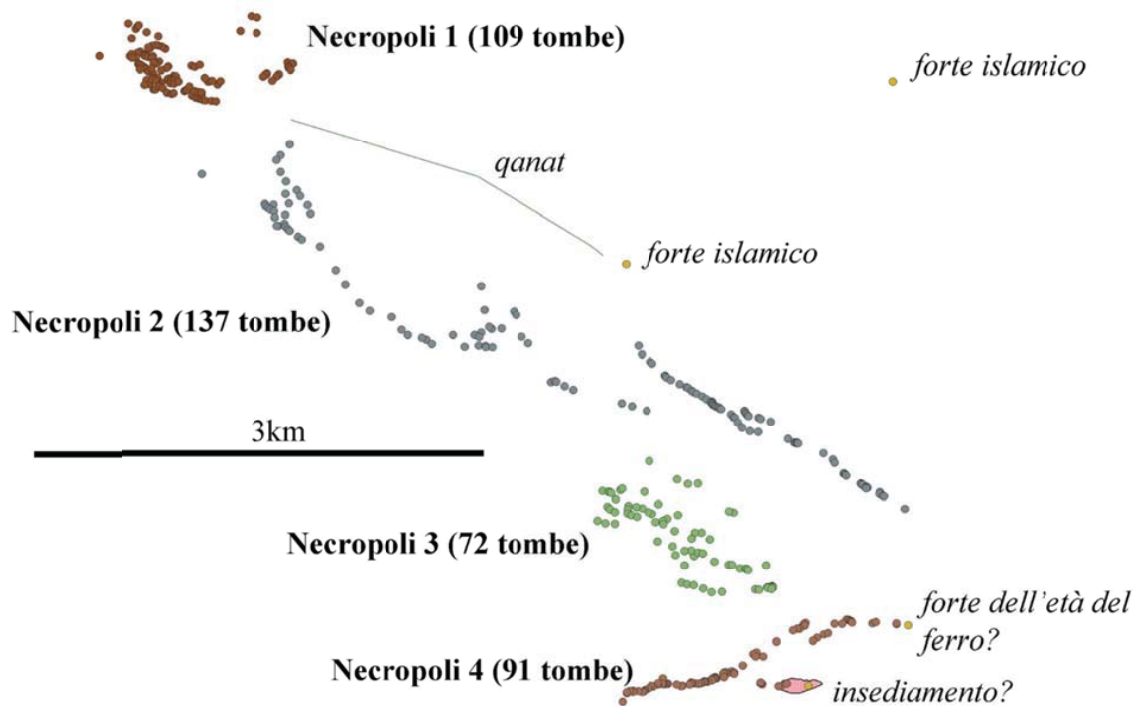


Fig. 13 - Carta archeologica con indicazione delle evidenze di diversa natura telerilevate lungo la Batīnah. ©Missione dell’Università degli Studi di Napoli “L’Orientale” in Oman

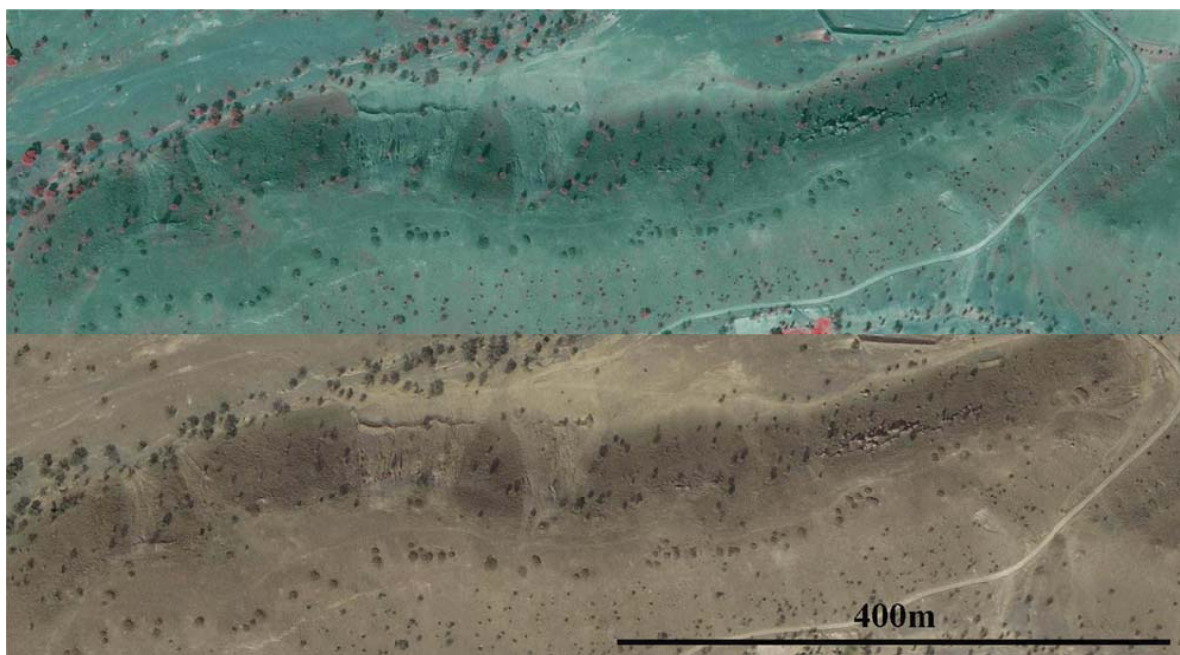


Fig. 14 - Dettaglio della necropoli 4, visibili circa 70 tombe. L'impiego di riprese satellitari a infra rossi (CIR), in grado di registrare la presenza di clorofilla al suolo (indicata in rosso), esclude che le strutture identificate possano essere, in realtà, elementi del paesaggio, come piante o arbusti di forma circolare. ©Missione dell'Università degli Studi di Napoli "L'Orientale" in Oman