



Bibliotheca Archaeologica  
Collana di archeologia  
a cura di Giuliano Volpe

39

# PAESAGGI URBANI TARDOANTICHI

## Casi a confronto

Atti delle Giornate Gregoriane  
VIII Edizione (29-30 novembre 2014)

a cura di  
Maria Concetta Parello e Maria Serena Rizzo

---

*ESTRATTO - TIRÉ A PART - ABSTRACT*

---

*Saggi di Cristian Aiello, Sergio Aiosa, Marina Albertocchi, Carla Aleo Nero, Annalisa Amico, Lucia Arcifa, Isabella Baldini, Oscar Belvedere, Giampietro Brogiolo, Aurelio Burgio, Luigi M. Calì, Valentina Caminneci, Claudia Cappuccino, Rosa Maria Carra Bonacasa, Federico Caruso, Monica Chiovaro, Neil Christie, Vincenzo Cucchiara, Fausto D'Angelo, Monica De Cesare, Armando De Guio, Pilar Diarte Blasco, Zelia Di Giuseppe, Giovanni Di Stefano, Fabio Fabiani, Giuseppe Falzone, Raffaele Fanelli, Kevin Ferrari, Angelica Ferraro, Antonello Fino, Girolamo Fiorentino, Federica Frumento, Giovanni Luca Fucas, Gian Michele Gerogiannis, Fernando Giannella, Caterina Greco, Maria Letizia Gualandi, Domenica Gullì, Lorenzo Guzzardi, Simona Iannicelli, Giuseppe Ippolito, Paul Johnson, Francesca Leoni, Giuseppe Lepore, Monica Livadiotti, Giulia Marsili, Sergio Milazzo, Maria Assunta Papa, Giuseppe Parello, Maria Concetta Parello, Anna Rita Pecoraro, Debora Pellacchia, Elisa Chiara Portale, Giuseppe Presti, Serena Raffiotta, Annalisa Rivoli, Maria Serena Rizzo, Serena Sanzo, Michele Scalici, Giuseppina Schirò, Natascha Sojc, Caterina Trombi, Francesca Valbruzzi, Giuliano Volpe*



EDIPUGLIA  
Bari 2016

L'autore ha il diritto di stampare o diffondere copie di questo PDF esclusivamente per uso scientifico o didattico. Edipuglia si riserva di mettere in vendita il PDF, oltre alla versione cartacea. L'autore ha diritto di pubblicare in internet il PDF originale allo scadere di 24 mesi.

The author has the right to print or distribute copies of this PDF exclusively for scientific or educational purposes. Edipuglia reserves the right to sell the PDF, in addition to the paper version. The author has the right to publish the original PDF on the internet at the end of 24 months.

# ANALISI TELEOSSERVATIVE NELL'AREA DEL PARCO DI AGRIGENTO

Gian Pietro Brogiolo - Armando De Guio

Sulla base di una convenzione stipulata con il Parco archeologico di Agrigento, il Dipartimento dei Beni Culturali dell'Università di Padova ha condotto, nel corso del 2014, analisi teleosservative (su immagini da satellite, aereo, Lidar, Radar), la foto interpretazione e il controllo a terra delle tracce individuate ("ground truth"), nell'area del Parco archeologico e paesaggistico della Valle dei Templi di Agrigento. L'obiettivo era di analizzare lo straordinario patrimonio di risorse del Parco.

## 1. I dati disponibili e gli strumenti utilizzati

La prima tappa del lavoro è stata l'acquisizione della letteratura storico-archeologica riguardante le ricerche pregresse sul Parco, in particolare sono stati di grande rilevanza le analisi aerofotointerpretative di G. Schmiedt, la carta archeologica del Parco redatta dall'Università di Palermo (Belvedere, Burgio 2012) e il recente volume di G. Schirò (Schirò 2014).

Più complesso è stato il reperimento dei materiali cartografici, satellitari multispettrali, aerofotografici, Lidar e Radar, in quanto molteplici sono gli Enti, pubblici e privati, che ne detengono i diritti riservati. Alla fine, il materiale reperito consiste anzitutto nella cartografia di base (tavoletta IGM al 25.000; carta tecnica al 10.000) e nella cartografia storica (particolarmente utili si sono rivelate la "Carta delle vecchie trazere" e la "Carta dei Feudi"). Sono state inoltre acquistate: (a) time series di foto aeree, in particolare: tre immagini aerofotografiche realizzate dalla Luftwaffe nel 1943, ora conservate presso l'Aerofototeca di Roma<sup>1</sup> (Tav. XI), due foto E.R.A.S (Ente Riforma Agraria Siciliana) 1955<sup>2</sup> (Tav. XII), tre foto IGM 1966<sup>3</sup> (Tav. XIII); (b) numerose immagini satellitari, fra cui: Geoeye 2014 (RGB; risoluzione 41 cm) (Tav. XIV); WorldView 2 (risoluzione 46 cm per il Pancromatico (Tav. XV); 1,85 m per il multispettrale); 8 Bande<sup>4</sup> (Tavv. XVI-XVII); (c) DTM LIDAR 2014 (risoluzione 2 m) (Tavv. XVIII-XIX); (d) immagine RADAR 2010<sup>5</sup> (Tavv. XX-XXI).

Tutte le immagini cartografiche e aerofotografiche sono state georiferite al sistema UTM 33 Nord/WGS84;

quelle aerofotografiche e satellitari sono state trattate con varie procedure di *image processing/enhancing*, in grado di esaltare singoli elementi: *noise removal*; *edge detection*; *feature detection*; *filtering (Low/HighPass)*; *object/pattern recognition*. In particolare, l'immagine satellitare WorldView 2 è stata sottoposta alle seguenti procedure: a) *enhancing* delle singole 8 bande; b) composizione R/G/B e Y/G/B a colori naturali; C/G/B e NIR1/RE/B per le analisi batimetriche e costiere; c) RE/G/B e NIR2/G/B per le analisi vegetazionali; d) analisi multivariata PCA (*Principal Components Analysis*) con *image processing* di tutte le 8 componenti e composizione R/G/B delle prime tre; e) analisi del differenziale di crescita vegetazionale con applicazione dei diversi algoritmi dedicati (Ratio, NDVI, TVI, CTVI, TTVI, RVI, NRVI) (Tavv. XXII-XXIII).

Questo ultimo dominio di indagine (VI = *Vegetation Indices*: De Guio 2015), in continuo sviluppo, in funzione, se non altro, delle rapide dinamiche evolutive di settori applicativi trainanti quali la "Precision Agriculture", appare particolarmente promettente in archeologia (e in modo quasi paradigmatico proprio nel nostro caso di studio). Fra l'altro proprio l'offerta commerciale dei nuovi canali (in particolare Coastal, Red-Edge e la discriminazione NR1/NR2) di WorldView 2 (e ora di WorldView 3) suggerisce imminenti sviluppi in un repertorio di VI che ha visto, dagli anni settanta del secolo scorso ad oggi, una proliferazione impressionante (fino ad un numero stimato ad oggi di circa 200 diversi indici). Nonostante qualche ridondanza (equivalenza di fatto), lamentata dalla letteratura critica (ad esempio MATHER 1999), vi è stato un innegabile affinamento delle reali capacità discriminatorie di distinte proprietà della copertura vegetazionale quali biomassa, stato di salute e stress, percentuale di copertura, *Leaf Area Index* (LAI), *Fraction of Photosynthetically Active Radiation* (FRA), *Vegetation Water Content* (VWC)... etc. Crescente è dunque la capacità di controllo su variabili sensibili quali il ciclo fenologico, la variabilità inter e intra-specifica e fattori critici turbativi quali l'illuminazione, lo stato atmosferico, l'effetto suolo. È facilmente

<sup>1</sup> 345-LW\_1943\_271\_0\_79\_59324\_5936, 4844-AM\_1943\_271\_1\_29\_0\_0, 5434-AM\_1943\_271\_1\_27\_0\_0.

<sup>2</sup> nn. 8687, 8688.

<sup>3</sup> nn. 731, 882, 893.

<sup>4</sup> Red (R), Green (G); Blue (B); Coastal (C); Red Edge (RE); Yellow (Y); Near-Infrared1 (NIR1); Near-Infrared2 (NIR2).

<sup>5</sup> Intermap Technologies Corp.: 9.57 GHz / X band / HH polarizzazione / 1,25 m resolution.

prospettabile, a breve termine, anche nel dominio del VI (come, recentemente, in quelli di LIDAR e RADAR), una rivoluzione percettiva dell'universo osservazionale mirato (cui sta attivamente contribuendo anche il nostro gruppo di lavoro patavino (cfr. Brogiolo *et al.* 2012; De Guio, Magnini, Bettineschi c.d.s.; De Guio 2015). Rivoluzione congiunta ad un salto di magnitudo nella capacità di intercettare e quantificare in modo ottimale anche microvariazioni, potenzialmente sensitive, di specifiche classi di marcatori vegetazionali (*crop-marks/CM, grass marks/GM, fodder marks/FM, weeds & wild marks/WM, roots marks/RoM, green fodder and other crop marks/GfM*), nonché di poter operare, su di essi, con procedure (semi)automatiche di Object/Pattern/Scenery Recognition basate su varie architetture inferenziali (classificazioni supervisionate e non, reti neurali, OBIA, eCognition...).

L'immagine RADAR è stata trattata con vari filtri di *noise removal* per eliminare l'effetto "salt & pepper" tipico del segnale; particolarmente efficaci si sono dimostrati il filtro mediano e l'*Adaptive Box filter*<sup>6</sup> e successivi filtri di *edge detection*. Sono poi stati sperimentati algoritmi basati su operazioni di algebra mappale fra le immagini RADAR e LIDAR e le immagini aeree e satellitari disponibili: fra questi l'*Image Differencing* (ID) è apparso il più ubiquitariamente performante, condensando di fatto nell'immagine risultante le features distintive dei due supporti, in una specie di PA (*Principal Component Analysis*) a due dimensioni.

Le già straordinarie morfologie da "effetto napalm" evidenziate dal DTM (rispetto al DSM) LIDAR sono state ulteriormente esaltate con un toolkit algoritmi di *enhancing* micromorfologico (cfr. in particolare, i pacchetti LIVT e RVT, con procedure quali *ky-view factor, principal component analysis, local relief model, shaded relief, exaggerated relief, trend removal, openness, accessibility, local dominance, visibility e multi-scale integral invariants*<sup>7</sup>).

Un'altra famiglia di procedure sperimentali PT (*Pseud-Topography*), da noi utilizzata, è consistita nel trasformare le escursioni di grigio delle immagini pancromatiche (foto aeree storiche e immagine satellitare WorldView 2) in un *range* ("normalizzatore") di 8bit (intera gamma di 256 livelli di grigio o *sub-ranges* dedicati con "fattori di esagerazione" controllata) utilizzati come valori z (pseudo-topografici) cui applicare, di

conseguenza, l'ulteriore e vasto repertorio di algoritmi di 3d *Enhancing/Detection* disponibili in letteratura o, a loro volta, sperimentali (cfr. gli stessi pacchetti LIVT e RVT succitati) e di attivare classiche operazioni di mappa algebrica fra superfici 3 (ad es. *Differencing, Cut and Fill* e simili). Questa meta: strategia di interazione *topo-based (topography/topology)* vale ad istanziare ulteriori procedure di *Object/Pattern Recognition* (ad es. *OBIA-Ecognition*: De Guio, Magnini, Bettineschi c.d.s.) dirette, ad esempio, ad isolare co-occorrenze cross-validative fra anomalie pertinenti a diversi layers tematici: ad esempio anomalie locali (positive o negative) del microrilievo (tipicamente, *features* propriamente "topografiche" da DTMs LIDAR) possono presentare ricorrenti, alte intersezioni spaziali con pseudo-rilievi ("topologie") da immagini RADAR o da VI (*Vegetation Indices*, capaci di esaltare differenziali significativi di crescita vegetazionale: cfr. sopra).

Procedure come quelle sopra elencate consentono di elevare l'individuazione dei diversi tipi di anomalie (soprattutto: *vegetation marks, soil marks, shadow marks* e tracce da persistenza), connesse alla presenza di *features* corrispondenti a strutture archeologiche sepolte e/o affioranti. Particolarmente importante è stato il RADAR per la sua proprietà esclusiva di "penetrazione" del segnale nel suolo in aggiunta all'intercetto dei vari mediatori di superficie (vegetazione, suolo, micromorfologia). Il LIDAR, con la sua alta risoluzione (a 2 m) ha consentito un apprezzamento inedito delle anomalie micromorfologiche di superficie. Il WorldView 2 ha offerto, con le sue 8 bande, un numero notevolissimo di analisi di *pattern recognition*; eccezionale, soprattutto, l'apporto della *banda Coastal*, che ha contribuito in modo critico alla restituzione della possibile configurazione dell'antico porto di Akragas (Tav. XXIV e *infra*). Insostituibile, poi, l'input fornito dalle foto storiche (1943, 1955, 1966), precedenti l'impatto edilizio ed infrastrutturale degli anni successivi.

### 1.1. Anomalie teleosservative

L'analisi remota delle immagini aeree, satellitari, LIDAR e RADAR è stata applicata sia al comparto urbano ("intra-sito") sia a quello extra-urbano prossimale ("near-site") e distale ("off-site").

Per l'intrascorso ci si è misurati con l'alto dettaglio e la notevole densità delle indagini teleosservative storiche

<sup>6</sup> EASTMAN 2009. Filtri in grado di selezionare, da un kernel ad es. di 3-3, 5x5 o 7x7, valori validi; altri filtri di *smoothing*, talora suggeriti in letteratura, possono produrre valori spuri ed artefatti vari.

<sup>7</sup> Hesse 2010, 2014; <http://www.arcland.eu/news/1487-lidar-toolbox-livt-10019>; Kokalj, Zakšek, Oštir 2011; Zakšek, Oštir, Kokalj 2011; Kokalj *et al.* 2014.

(in particolare quelle di Schmiedt, Griffo 1958) e con quelle più recenti della Carta Archeologica (Belvedere, Burgio 2012). I risultati più apprezzabili delle nostre indagini preliminari sono riconducibili in primis all'aumento marcato della risoluzione del modello digitale del terreno fornito dal DTM (LIDAR ai 2m) che è valso ad isolare in modo nitido le micromorfologie (ad esempio la trama minuta dei terrazzamenti urbani). L'analisi degli altri supporti (Radar, foto aeree satellitari) ha consentito poi l'individuazione di moltissime anomalie, in parte già segnalate e quindi ulteriormente validate, accanto ad un numero apprezzabile di altre inedite (ad esempio sul Poggio Meta e sul lato Est) (Tavv. XXV-XXVI).

Decisamente più cospicue appaiono le risultanze per l'ambito extra-urbano (near-site/off-site) che hanno consentito di isolare 150 anomalie (Tav. XXV) riconducibili alle seguenti categorie strutturali ed infra-strutturali: nuclei abitativi (villaggi?), edifici isolati o intra-sito, terrazzamenti, limiti divisorii dei campi e orti (*land-divisions*), strade (di diversa gerarchia funzionale, intra-sito e inter-sito/*inter-polities*), fossati e canalette.

L'emergenza complessiva, al di là della trama fine delle singole anomalie, è quella di un ricchissimo "paesaggio fossile" extrasito, in particolare agronomico e connettivo, con campi/orti, limiti di particellari (emblematico quello costituito da un allineamento di grandi massi in buona parte dislocati dall'impatto agrario in loc. Casa Tedesco), rete idraulica, strade, ma anche insediamenti (villaggi, fattorie...), attività produttive (ad esempio, le molte tracce che si aggiungono a quelle già note nell'area "artigianale" del Vallone di San Biagio).

Gli elementi e le anomalie individuate da remoto sono stati poi oggetto di sopralluoghi nella Valle dei Templi per il controllo delle tracce a terra<sup>8</sup> (Tav. XXVII).

### 1.2. Altre anomalie teleosservative

Un'analisi fotointerpretativa indipendente, prodotta da A. Betto<sup>9</sup> sugli stessi supporti teleosservativi e cartografici, e che qui si riporta in sintesi, è stata mirata all'ambito territoriale esterno alle mura cittadine, ovvero della pianura alluvionale solcata dai fiumi Akragas e Hypsas a sud della città<sup>10</sup>.

Il materiale fornito ai fini della fotointerpretazione

dell'area del Parco Archeologico e Paesaggistico di Agrigento è stato organizzato in un file *Global Mapper multi-layer*. La fotointerpretazione è stata eseguita analizzando singolarmente ognuno dei *layers* informativi. Come detto in precedenza, l'analisi ha privilegiato le immagini storiche, in quanto l'urbanizzazione moderna ha modificato l'assetto territoriale e obliterato parte del territorio, in particolare lungo le coste.

Sono stati applicati i principali filtri di *image enhancing* (*contrast enhancement: contrast-stretch*, lineare e gaussiano, lo strumento istogramma e l'equalizzazione). Le anomalie sono state sempre messe in relazione con l'attuale organizzazione agraria. Le tracce individuate in area collinare o pedecollinare sono state confrontate con la microtopografia fornita dal LiDAR, al fine di verificare l'esistenza di strutture sepolte con un orientamento coerente ad una sistemazione antropica dei pendii ovvero di porzioni di parcellizzazioni agrarie sepolte con diverso orientamento da quella attuale. Le tracce individuate sono state confrontate con quanto pubblicato nella Carta Archeologica (Belvedere, Burgio 2012). Il prodotto finale consiste in due *shapefiles* (*Aree e Linee*), in cui ogni singola traccia presenta l'attributo di interpretazione "naturale" o "antropico".

L'impossibilità di indagare l'area urbana è derivata anche dal fatto che Schmiedt e Griffo (1958) non dichiarano su quali supporti aerofotografici avessero realizzato la fotointerpretazione<sup>11</sup>. Al di fuori dell'area urbana, prima della "Carta Archeologica", si conoscevano alcuni siti archeologici rappresentati da santuari extraurbani (il Santuario di Asclepio, il Santuario rupestre di San Biagio, il Santuario in località S. Anna) e necropoli di varie epoche (in loc. Macello, contrada Pezzino, contrada Mosè, sulla collina di Montelusa, e quelle immediatamente all'esterno dell'area urbana a sud-ovest, a sud e a est).

Con la pubblicazione della "Carta Archeologica" sono state identificate e schedate 42 Unità Topografiche, tra edite ed inedite, che restituiscono una continuità di presenza antropica nell'area dall'età preistorica al periodo tardo antico (Tavv. XXVIII-XXIX). La nuova indagine fotointerpretativa ha consentito di identificare possibili elementi sepolti del paesaggio antico. Le tracce

<sup>8</sup> Eseguiti da G.P. Brogiolo, A. De Guio e F. Giacomello dal 27 novembre al 2 dicembre 2014.

<sup>9</sup> Arcsat s.n.c. servizi per l'archeologia e il territorio.

<sup>10</sup> L'altopiano su cui sorgeva la città è caratterizzato dalla presenza di marne argillose e argillose sabbiose con calcareniti, mentre la piana alluvionale è di sabbie sciolte intercalate a ghiaia.

<sup>11</sup> Nella ricostruzione non vengono distinte le anomalie visibili in foto aerea rispetto alle ricostruzioni/integrazioni. I dati da scavo in area urbana, sebbene parziali, paiono confermare la presenza di sei vie principali (*plateiai*) orientate in senso NE-SO e incrociate ortogonalmente da 35 vie più piccole (*stenopoi*), che si adattano all'andamento degradante verso SO del versante su cui sorge la città (Belvedere, Burgio 2012, p. 19).

isolate sono riconducibili a strutture interpretabili come: organizzazione agraria (campi, muri a secco, terrazzi), strade / percorsi viari, siti minori.

Un primo sistema di divisione agraria è stato identificato nella piana a SW della città antica di Agrigento (Tav. XXX). Si tratta di una parcellizzazione a rettangoli piuttosto regolari con lato di circa 30 m. Le tracce risultano essere di colore chiaro, per cui si ipotizza che la divisione sia stata realizzata con muretti a secco, ora sepolti, che producono in superficie un drenaggio accelerato. Il pattern agrario moderno non segue in alcun modo gli elementi di questa parcellizzazione. Nei pressi, poco più a est, è stata identificata un'area di forma sub circolare (di cui sono stati segnati i limiti), che racchiude una serie di anomalie chiare e scure di forme varie, da ricondurre probabilmente ad un sito. Sempre in Tav. XXX, è stata tracciata in rosso un'anomalia chiara, rettilinea e orientata NE-SW che poi devia in modo abrupto verso ovest. La traccia sembra avere rapporti con il pattern agrario e potrebbe essere interpretata come percorso viario strutturato.

Tracce di possibili parcellizzazioni agrarie (*land divisions*) sono state identificate anche a SSE della antica città (Tav. XXXI). In questa zona sono state isolate una serie di tracce lineari prevalentemente riconducibili a strutture sepolte che producono drenaggio accelerato (in nero), mentre una sola *feature* lineare pare essere a drenaggio inibito/frenato (in blu nella Tav. XIV). Le tracce paiono formare un sistema di divisione agraria strettamente legato al corso del fiume che lambisce l'altopiano calcarenitico su cui sorgeva l'antica città di Agrigento.

Presso la porta 2 (settore orientale della città) sono state identificate delle *features* lineari orientate in senso trasversale rispetto all'andamento del pendio (Tavv. XXXII-XXXIII). Dette tracce, riconducibili verosimilmente a muri a secco sepolti, potrebbero essere interpretate come terrazzi a scopo agricolo.

Per quanto riguarda le anomalie interpretabili come strade/percorsi viari, è risultata particolarmente utile la sovrapposizione delle regie trazzere con le anomalie identificate. Un primo percorso è stato identificato in uscita dalla porta 1 e sostanzialmente corrisponde come andamento a quello di un tracciato storico (Tav. XXXIV). Più interessante, perché inedita, è la coppia di tracce parallele interpretabili come "strada" identificata nell'area sud-ovest esterna alla città, presso la sponda sinistra idrografica del fiume Hypsas (Tav. XXXV). Dette anomalie risultano parallele, mantenendo una distanza tra loro di 16-17 m, e presentano un andamento pressoché rettilineo con un orientamento NE-SW. Particolarmente significativo

pare essere il fatto che questa *feature* si situi nei pressi del sistema di parcellizzazione agraria e dell'ampia area di anomalie (sito?) descritte in precedenza.

Un'ultima categoria di anomalie individuate è rappresentata dai "siti". In particolare, ci si riferisce al complesso di tracce presenti nella località di Case Tedesco, segnalata nella "Carta Archeologica" come ID 42 che ha restituito in superficie materiali di età arcaico-classica. In questa zona, è visibile un'ampia anomalia di forma ellissoidale, che cinge la piccola altura su cui sono costruite due abitazioni attuali. All'interno del perimetro ellissoidale, si possono osservare numerose anomalie di forma e dimensioni varie (Tav. XXXVI), dove è stato tracciato unicamente il perimetro della ampia anomalia ellissoidale che pare "rompere" la continuità della parcellizzazione agraria attuale. Una traccia rettilinea a ovest della anomalia ellissoidale sembra poter essere ricondotta ad un percorso stradale di limitate dimensioni.

Come sopra accennato, l'indagine all'interno del perimetro rappresentato dalle mura della città non è stata effettuata in maniera estesa. Tuttavia, l'analisi dell'immagine Radar congiunta alle foto aeree 1955 ha consentito di mettere in luce una serie di anomalie lineari di particolare interesse in quanto orientate in modo completamente diverso rispetto a quelle identificate da Griffo e Schmiedt. Nell'area denominata Poggio Meta, posta lungo il limite occidentale della città, è stato possibile isolare una serie di anomalie che, lungo il limite nord, ricalcano in modo concentrico il limite delle mura cittadine, mentre al centro del poggio, le anomalie lineari sono orientate WNW-ESE, con alcune tracce che si "appoggiano" ad esse risultando pressoché ortogonali alle precedenti (Tav. XXXVII).

### 1.3. Il paesaggio agrario

Una ricostruzione del palinsesto del paesaggio agrario arrivato fino all'età contemporanea è stata eseguita sulle foto aeree scattate attorno alla metà del XX secolo (volo tedesco del 1943 e volo GAI del 1955).

All'interno delle mura il paesaggio agrario segue prevalentemente gli orientamenti delle strade della città classica, almeno in parte conservati pur dopo l'imponente opera di riduzione a coltura di cui si è detto. All'esterno si osservano invece alcune Unità di paesaggio agrario, di varia dimensione ed impostate su assi viari con orientamenti diversi (Tav. XXXVIII):

- ad ovest della strada che dalla città conduceva al Porto, l'area che si estende fino al Fiume Sant'Anna presenta una divisione agraria orientata su assi ortogonali nord sud / est ovest, simile a quella che si trova, ad est

della strada, attorno al Tempio di Esculapio. L'ipotesi di un'antichità di questa divisione agraria è suggerita dai rinvenimenti nn. 7 e 40 della Carta Archeologica;

- ha orientamento est ovest, piegato di alcuni gradi verso sud, la limitrofa unità di paesaggio agrario compresa tra il Fiume San Biagio e la strada per il porto antico, esclusa l'area attorno al Tempio di Esculapio. Non è certa una datazione di questo paesaggio agrario, ma è significativa la sua posteriorità rispetto alla strada, con diverso orientamento, che costituisce l'asse del tratto meridionale della necropoli (Carra c.d.s.);

- l'unità paesaggistica, assai ampia, che si estende dalla località Burgio (da Borgo = insediamento?) al Poggio Muscello fino a Cugno Lampo e alla contrada Cannatello, è delimitata da due strade nord ovest - sud est, che portano entrambe verso Cannatello: la prima usciva dalla Porta II della città, l'altra probabilmente dalla Porta III. Occupa la sommità e il versante del terrazzo che domina la piana di San Leone, tra le quote di ca. 100 m e 50/60 m s.l.m. Orientata nord est - sud ovest, vi si riconoscono divisioni agrarie quadrate di 130 m di lato. Non abbiamo elementi certi per una cronologia, ma va segnalato che in superficie si notano frammenti di anfore e di materiali e all'interno di quest'area si trovano tracce di insediamento rurale repubblicano, imperiale, tardoantico e bizantino (n. 7 di località Burgio e n. 36 di Cascina Tedesco della Carta Archeologica). L'antichità di questa UPA è suggerita anche dal fatto che sulle strade che la delimitano si appoggiano (essendo chiaramente posteriori) altre divisioni agrarie a pettine.

Assai variegato è infine l'orientamento dei lotti, tutti di minore dimensione, che si estendono nella piana di San Leone. In parte sono organizzati in rapporto alla strada che da Agrigento conduceva al mare, in parte sono modellati in relazione ai modesti rilievi.

## 2. Paesaggi e processi di stratificazione

Infrastrutture e sistema agrario costituiscono il paesaggio storico nel suo insieme, ovvero il quadro generale di un territorio all'interno del quale si collocano tutti gli elementi strutturali che hanno lasciato una traccia rilevabile sul terreno. Quanto rappresentato nella cartografia storica costituisce solo l'ultima fase di una lunga sequenza. Nel caso di Agrigento, la presenza di un centro urbano di fondazione (nell'VIII secolo a.C.) e il suo trasferimento, tra VI e VIII secolo d.C., dalla sua sede originaria alla sommità della montagna, dove si trova ora, da un lato complicano l'interpretazione di un palinsesto particolarmente complesso, dall'altro permettono

di suddividere questa storia in tre distinte fasi: (a) prima della fondazione di Akragas, un'età preistorica che andrebbe esaminata almeno dal Neolitico fino agli inizi del primo Millennio a.C.; (b) nella vita della città, che è stata cadenzata, soprattutto sulla base delle suppellettili e delle architetture, nella fasi arcaica, classica, ellenistica, romana repubblicana ed imperiale, tardoantica ed altomedievale, ma che non è ancora sufficientemente nota nelle sue trasformazioni urbanistiche e funzionali; (c) nelle fasi di trasferimento dell'insediamento sulla sommità del colle, accompagnato da traumatiche trasformazioni ambientali, da una complessiva riorganizzazione del paesaggio agrario, dall'interro del porto e da altri fenomeni insediativi, dei quali si intravedono alcune tracce sia all'interno delle mura che nell'area tra queste e il mare. In questa sequenza, un condizionamento costante è stato quello della rete idrografica.

### 2.1. La rete idrografica

La rete idrografica del Parco Valle dei Templi comprende due assi principali, costituiti dal Fiume Sant'Anna (l'antico Ypsas) ad ovest e dal Fiume San Biagio (l'antico Akragas) ad est, fiumi che si uniscono a due km dalla foce, dando vita al Fiume San Leone (Tav. XXXIX). Il Fiume Sant'Anna, a sua volta, riceve l'acqua di due altri rivi che provengono dall'area centrale della città antica: il primo attraversa da nord a sud l'area già urbana con una pendenza accentuata da 126 a 28,3 m s.l.m.; il secondo, un canale artificiale di drenaggio, la percorre da est ad ovest con un modesto dislivello da 98 a 70 m s.l.m., per unirsi poi al primo in prossimità dell'ingresso ovest dell'area archeologica. La storia di questi rivi, che richiede indagini mirate sul terreno accompagnate da osservazioni stratigrafiche di sezioni esposte, è importante in relazione al funzionamento del sistema di drenaggio della città antica, al suo abbandono e alle opere di riduzione a coltura attuate in seguito. Si deve anche valutarne l'interazione con i processi naturali ed antropici che hanno prodotto complesse stratificazioni archeologiche.

### 2.2. I processi di stratificazione

Imponenti processi di stratificazione, dello spessore di svariati metri, caratterizzano sia l'area all'interno delle mura, sia quella esterna.

**All'interno delle mura** sono, come si è detto, il prodotto di un'interazione tra l'attività antropica e quella naturale. Alla prima sono da riferire, oltre alla sovrapposizione delle varie fasi della città arcaica, ellenistica, romana e tardoantica (fino almeno al VI secolo d.C.), an-

che le attività di riduzione a coltura. Ad esempio nell'ampia area del "Quartiere ellenistico romano" sono state approntate murature monumentali di contenimento dei nuovi terrazzi agricoli. Di uno di questi muri, ad est del n. 26 della "Carta archeologica", si può osservare una sezione in corrispondenza di un taglio nel terrazzo: il muro ha paramento esterno in opera quadrata di reimpiego con rocchi di colonna ed altri elementi di pietra lavorata messi in opera a secco (Tav. XL), mentre sull'altro lato il paramento è in pietre di minore dimensione, legate da terra. Nella sezione (Tav. XLI) non si notano gli strati di abbandono e di crollo degli edifici antichi, evidentemente conservati a quote più basse, ma solo uno strato di ca. 2 metri di terreno omogeneo contenente materiali selezionati (pietre e suppellettili in piccoli frammenti inadatti ad essere reimpiegati). Lo strato, deposto contestualmente alla costruzione del muro, del quale si può osservare il profilo regolare contro terra, è identico, per composizione e scheletro, ad altri osservabili in quest'area del Parco: poco più a sud, in una canaletta, dove si sovrappone ad una muratura antica, e nell'angolo nord est dell'area archeologica del Quartiere ellenistico romano, dove si sovrappone all'edificio con impianto termale attualmente in corso di scavo (Parello, Rizzo c.d.s.).

Non lontano da questo terrazzo, ve ne è un secondo, sostenuto da una muratura meno regolare, che costituisce il lato nord di un edificio rettangolare, mentre degli altri lati rimangono solo alcuni corsi costruiti con grossi conci di reimpiego.

A sud est, un terzo terrazzo è stato realizzato in corrispondenza di un imponente edificio antico in grossi conci squadrati. Il muro di contenimento del terrazzo ha, come nel primo caso, un paramento esterno in opera quadrata e, come nel secondo caso, gli si addossa un edificio a due piani, le cui murature sono conservate fino al tetto (Tav. XLII). La base è in opera quadrata di reimpiego, mentre le parti alte sono in pietre spaccate di minori dimensioni. La porta e una finestra al piano superiore sono state rimaneggiate.

Per determinare la cronologia e le modalità di queste opere di riduzione a coltura, che per dimensioni e caratteristiche sembrano il risultato di un intervento pubblico o l'azione di un grande proprietario, sono necessarie ulteriori indagini geoarcheologiche. Fin d'ora si può però dire che per realizzare la sistemazione agraria della parte centrale dell'abitato: (a) sono stati recuperati materiali direttamente dagli edifici antichi che erano ancora a vista, materiali che sono stati reimpiegati per costruire i muri di sostegno dei terrazzi e gli edifici ad essi addossati; (b) sono state parallelamente spostate notevoli

quantità di terra seppellendo le stratificazioni antiche per uno spessore da uno a due metri. Non è chiaro da dove provenga questo terreno, per cui i manufatti, soprattutto ceramici, che vi si rinvenivano in quantità variabili, non sono correlabili alle attività antropiche sottostanti. E tuttavia proprio la presenza di questi reperti suggerisce che questo deposito agrario sia stato quantomeno mescolato con terreno proveniente dalla stratificazione archeologica.

È anche da indagare l'interazione di queste attività pianificate con i fenomeni di colluvio, verificatesi anteriormente alla sistemazione agraria e dopo l'abbandono della città. Non sappiamo infine se la sistemazione idraulica della piana con il canale di drenaggio est ovest, di cui si è detto, scavato nel punto più basso del versante, sia pertinente alle fasi della città o alla sua riduzione a coltura. Nella sezione del canale, osservabile in prossimità del ponticello che consente di superarlo, si nota ad un paio di metri di profondità una stratificazione con frammenti di anfore, che quanto meno indica che le quote del letto dovevano essere inferiori.

**All'esterno delle mura**, l'apporto dei Fiumi San Biagio e Sant'Anna è particolarmente rilevante in prossimità della foce, dove, in riva destra, nella sezione esposta sulla spiaggia (Tav. XLIII) si osserva una sequenza con dal basso: (a) grossi ciottoli; (b) marne grigie bluastrae che evolvono in alto in un paleosuolo; (c) uno strato di sabbia che evolve in suolo sul quale si trova un focolare; (d) altri livelli di sabbia di duna per cinque sei metri, alla base dei quali sono state trovate sepolture in anfora di V-VI secolo d.C. (comunicazione personale della dr. Valentina Caminnecki). L'intera piana presenta poi fenomeni di interro naturale, documentati per ora solo nella necropoli paleocristiana e nei saggi condotti dalla Soprintendenza nel sobborgo di San Leone (Caminnecki, Cucchiara, Presti c.d.s.).

Nell'insieme, i processi di sedimentazione, sia all'interno che all'esterno della città, meriterebbero una specifica indagine, sulla base delle numerose sezioni, sia quelle naturalmente esposte, sia quelle individuate a seguito di scavo, dei carotaggi eseguiti in passato (e conservati nel deposito della Soprintendenza) e di altri da prevedere in modo sistematico.

### 2.3. *Il porto* (Tav. XXIV)

La rete stradale di Agrigento aveva un asse principale nord-sud, di collegamento tra la città ed il porto, ubicato presso la foce del Fiume San Leone, come già ipotizzato dagli studiosi e ribadito ora dal riesame dei vecchi e nuovi dati di scavo.

In questo progetto, per la configurazione spazio-funzionale dell'antico porto di Akragas abbiamo utilizzato procedure esclusivamente tele-osservative, in particolare l'analisi incrociata dei dati del LIDAR (DTM ai 2m) e di *Remote Sensing*, che hanno restituito, soprattutto con la banda *Coastal* del *World-View\_2*, un probabile allineamento di strutture modulari allineate lungo la sponda di sinistra dell'ansa a gomito del Fiume San Leone, 500 m a Nord del Ponte di Maddalusa. Una simulazione a valori crescenti del livello marino (nel range 5-12 m) ha permesso di individuare un valore ottimale di circa 7 m che isolava, nella depressione individuata dal DTM, una conformazione probabile del porto con collocazione liminare di margine costiero delle strutture suddette e profilava, al contempo, nel lato E, una struttura rettangolare, verosimilmente artificiale, di possibile darsena.

La validazione del modello è stata fornita dalle ricerche indipendenti, basate su un'attenta lettura delle fonti letterarie antiche e dei ritrovamenti sul campo, eseguita da V. Cammineci, V. Cucchiara e G. Presti (Cammineci, Cucchiara, Presti c.d.s.).

### 3. Considerazioni conclusive e prospettive di ricerca

Per sequenziare le infrastrutture territoriali (rete idrografica e gerarchia della rete viaria) e la trama del partecellare agrario, si sono seguiti due percorsi: il primo si basa sul metodo regressivo che, a partire dall'ultima fase (quella documentata nel XIX - prima metà del XX secolo) torna all'indietro con l'ausilio delle relazioni stratigrafiche orizzontali, della toponomastica, delle forme dei paesaggi agrari; il secondo individua, tramite *remote sensing*, le tracce delle infrastrutture territoriali lineari: strade, canali e divisioni agrarie sottostanti quelle attuali. Entrambe queste operazioni producono inizialmente sequenze relative che possono essere poi datate, pur con molta cautela, sia attraverso i resti archeologici, sia, ove presenti, tramite le relazioni che intercorrono tra i paesaggi stessi.

Le tracce di insediamenti ed attività antropiche (*features*), lette tramite teleosservazione al di sotto della configurazione attuale del terreno, costituiscono semplici segni, che solo di rado palesano direttamente una funzione e ancor più raramente una cronologia. La prassi normale è di controllarle tramite ricognizioni, cercando resti antropici sul terreno. Nel caso della Valle dei Templi tale controllo è stato reso difficile dalle caratteristiche dei differenti settori. In particolare, nella piana urbanizzata e nei campi recintati (condizione frequente) la verifica è stata impossibile. Ma anche all'interno della città,

la riduzione a coltura accompagnata da un copioso interro rende ardua, in assenza di sezioni esposte, una puntuale verifica. Dove non sussistono ostacoli, ovvero nelle zone ancora inedificate, sarebbe utile un programma di controllo a terra tramite geofisica e sondaggi, in particolare per due problemi di particolare interesse per la storia della Valle dei Templi.

Il primo riguarda la sequenza del paesaggio agrario pervenuto fino a noi, che può diventare una linea di ricerca importante nella storia insediativa di Agrigento, sia per le fasi antiche, sia per quelle successive alla fine della città classica, con lo spostamento progressivo nella sede attuale e la riconversione dell'insediamento antico in area agricola. Collegato è il tema dei processi di stratificazione posteriori all'abbandono della città, che hanno prodotto il paesaggio attuale, del quale si è proposta una prima analisi nell'area del Quartiere ellenistico romano. Una tale configurazione risulta di grande interesse anche per le modalità di tipo "palinestico" (tendenzialmente obliterative delle fasi precedenti) e soprattutto "cumulativo" (con *features*, ad esempio strade, terrazzamenti e partizioni agrarie, che vengono ribadite in modo conservativo anche sul lungo termine fino ad oggi). Morfogenesi cumulativa del paesaggio da articolare nei suoi diversi stadi di sviluppo (dall'epoca arcaica a quella classica, ellenistica, romana, tardo antica, bizantina, araba fino al recente passato di interesse "etnoarcheologico" e al presente). Il tutto concorre a definire un'eredità culturale capace di fornire un alto valore aggiunto al patrimonio già noto e straordinario della città antica, che si presta anche a processi mirati (ad es, con l'ausilio di tecnologie iper-mediali e di Enhanced/Mixed Reality) di valorizzazione molto promettenti.

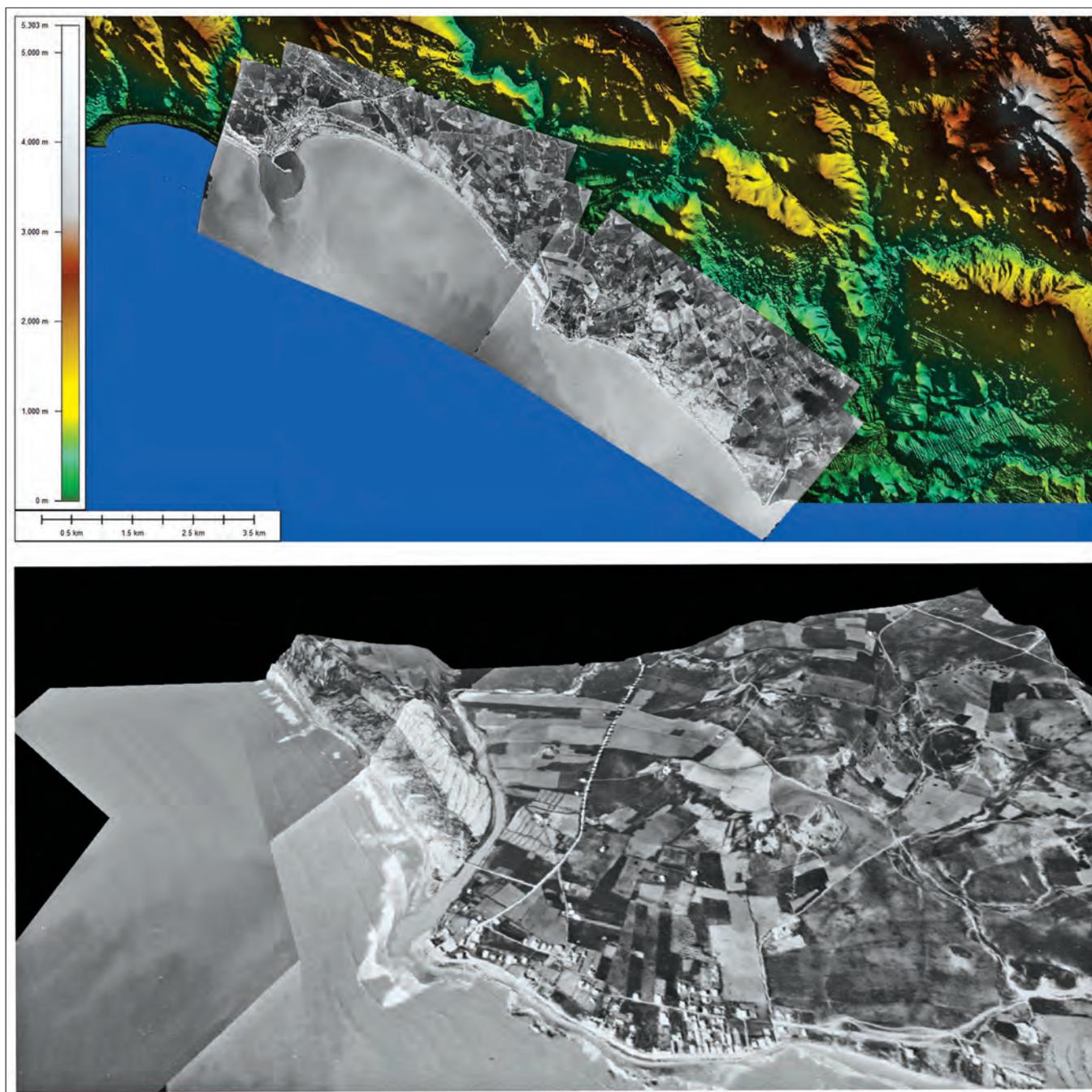
Un secondo problema riguarda l'evoluzione del suburbio meridionale, dove erano collocati aziende e villaggi rurali, attività produttive e soprattutto il porto. L'identificazione, attraverso il *remote sensing* e il riesame dei dati di scavo, di un bacino portuale offre l'opportunità di indagare, nelle aree non ancora urbanizzate, un elemento chiave della storia della città, del quale abbiamo pochissimi dati.

In conclusione, le indagini teleosservative costituiscono un lavoro in progress, continuamente aggiornabile sulla base dell'acquisizione di nuove immagini e di nuovi software. L'approfondimento dei temi emersi in questa ricerca richiederebbe una progettualità da sviluppare attraverso indagini interdisciplinari collegate a quelle in corso da parte di altri gruppi di ricerca, che preveda: uno studio geomorfologico complessivo dell'intero territorio del Parco, in grado di chiarirne le

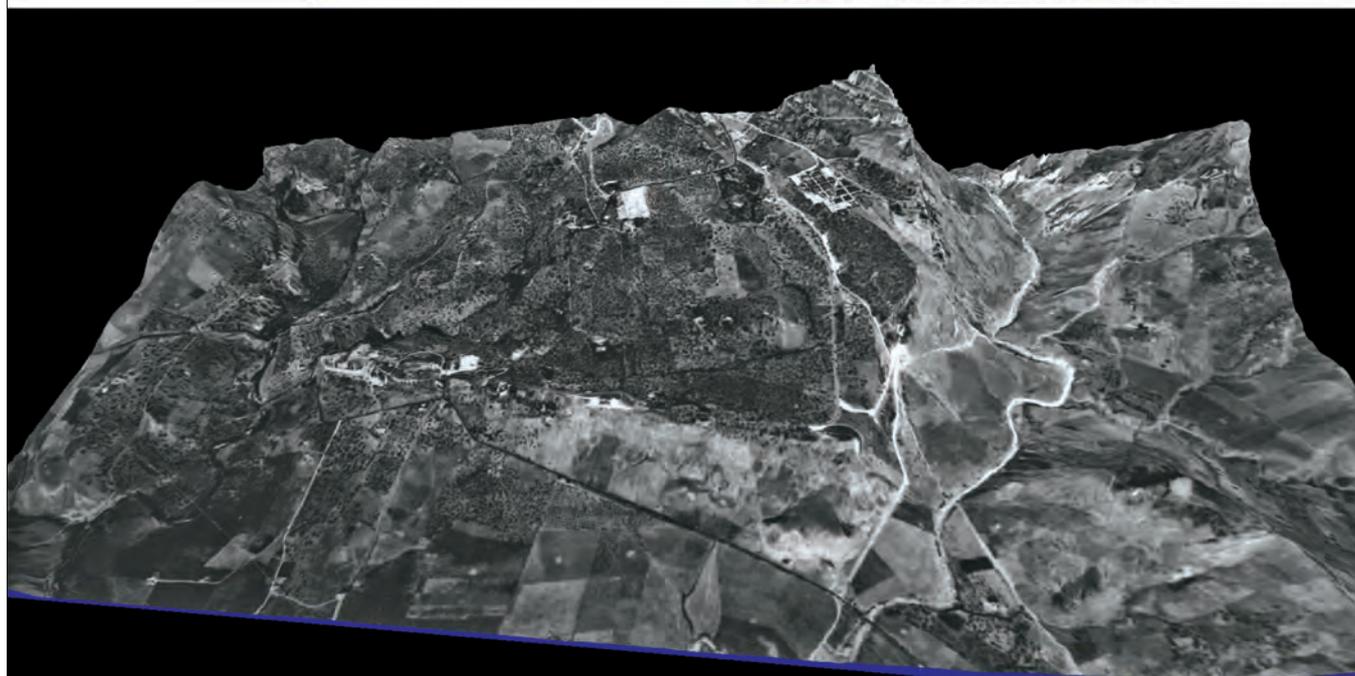
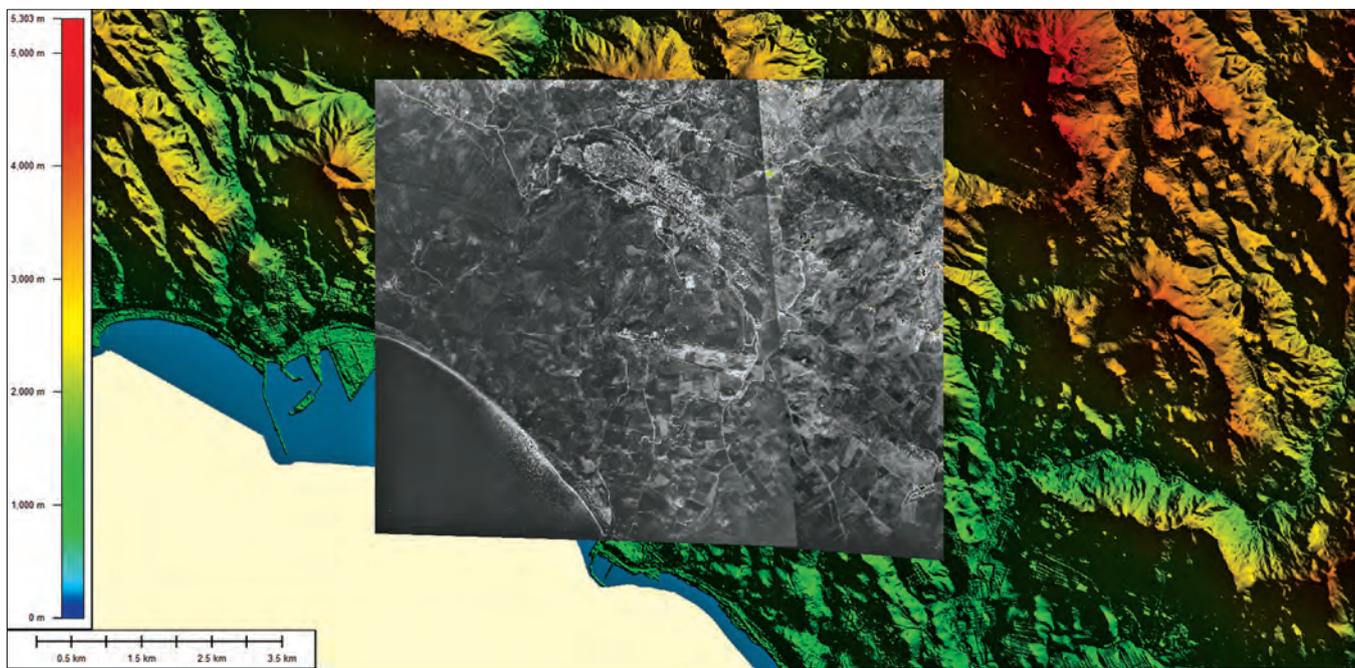
dinamiche evolutive, e campagne mirate di prospezioni geofisiche, abbinate a sondaggi, con l'obiettivo di affrontare i principali problemi topografici della città e del suburbio.

## Bibliografia

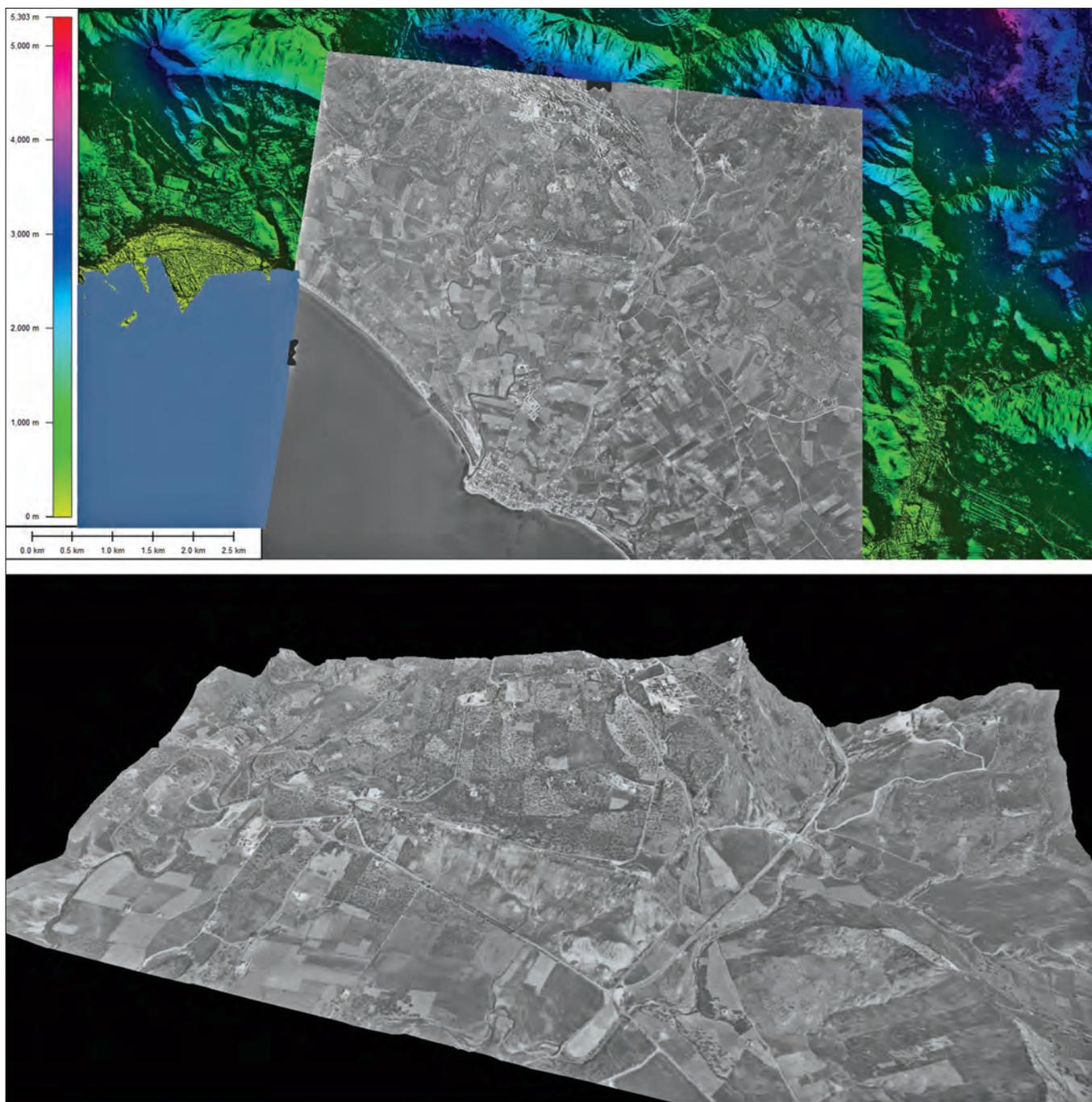
- Belvedere, Burgio 2012 = O. Belvedere, A. Burgio (a cura di), *Carta Archeologica e Sistema Informativo Territoriale del Parco Archeologico e Paesaggistico della Valle dei Templi di Agrigento*, Palermo, Regione siciliana, Assessorato dei beni culturali e dell'identità siciliana, Dipartimento dei beni culturali e dell'identità siciliana.
- Brogiolo, De Guio, Fasson, Betto, Nebbia 2012 = G. Brogiolo, A. De Guio, E. Fasson, A. Betto, M. Nebbia, *Cartografia storica e remote sensing (LIDAR) nello studio dei paesaggi di Montegrotto Terme*, in M. Bassani, M. Bressan, F. Ghedini (a cura di), *Aquae Patavinae. Montegrotto Terme e il termalismo in Italia*, Atti del II convegno Nazionale, giugno 2011, Padova, "Antenor Quaderni", 26, pp. 15-53.
- V. Caminacci, V. Cucchiara, G. Presti, *Nuove ipotesi sulla topografia dell'Emporium di Agrigentum*, c.s. (in questo volume).
- R.M. Carra, *Agrigento: 30 anni di scavi e ricerche nell'area della necropoli meridionale paleocristiana*, c.s. (in questo volume).
- De Guio 2015 = A. De Guio, *Cropping for a better future: vegetation indices in archaeology*, in A. Chavarria Arnau, A. Reynolds (eds), *Detecting and understanding historic landscapes*, Mantova, pp. 109-162.
- A. De Guio, L. Magnini, C. Bettineschi, c.d.s., *Geobia approaches to remote sensing of fossil landscapes: two case studies from Northern Italy*, in Proceedings of the CAA Conference, March 26-28, 2013, Perth (Australia).
- Eastman 2009 = J.E. Eastman, *Idrisi Taiga. Guide to gis and image processing*, Worcester-Mass.
- Hesse 2010 = R. Hesse, *LIDAR-derived Local Relief Models (LRM) - a new tool for archaeological prospection*, "Archaeological Prospection", 17, pp. 67-72.
- Hesse 2014 = R. Hesse, *Geomorphological traces of conflict in high-resolution elevation models*, "Applied Geography", 46, pp. 11-20.
- Kokalj, Zakšek, Oštir 2011 = Ž. Kokalj, K. Zakšek, K. Oštir, *Application of Sky-View Factor for the visualization of historic landscape features in Lidar-derived relief models*, "Antiquity", 85, 327, pp. 263-273.
- Ž. Kokalj, K. Zakšek, K. Oštir, P. Pehani, K. Čotar 2014, *Relief Visualization Toolbox, version 1.1*, Manual. Online in: [http://www.researchgate.net/profile/Ziga\\_Kokalj/publication/266632921\\_Relief\\_Visualization\\_Toolbox\\_version\\_1.1\\_Manual/links/54365a2b0cf2643ab986c841.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Ziga_Kokalj/publication/266632921_Relief_Visualization_Toolbox_version_1.1_Manual/links/54365a2b0cf2643ab986c841.pdf).
- Mather 1999 = P.M. Mather, *Computer processing of remotely-sensed images. An introduction*, Chichester.
- Schirò 2014 = G. Schirò, *Ecclesia Agrigenti. Note di storia e archeologia urbana*, "Quaderni digitali di Archeologia Posclassica", 3, Palermo.
- Schmiedt, Griffò 1958 = G. Schmiedt, P. Griffò, *Agrigento antica dalle fotografie aeree e dai recenti scavi*, Firenze.
- Zakšek, Oštir, Kokalj 2011 = K. Zakšek, K. Oštir, Ž. Kokalj, *Sky-View Factor as a relief visualization technique*, "Remote Sensing", 3, pp. 398-415.



**Tavola XI** - Foto aerea Luftwaffe 1943 (2d e 3d su DTM LIDAR) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XII** - Foto aerea IGM 1955 (2d e 3d su DTM LIDAR) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).

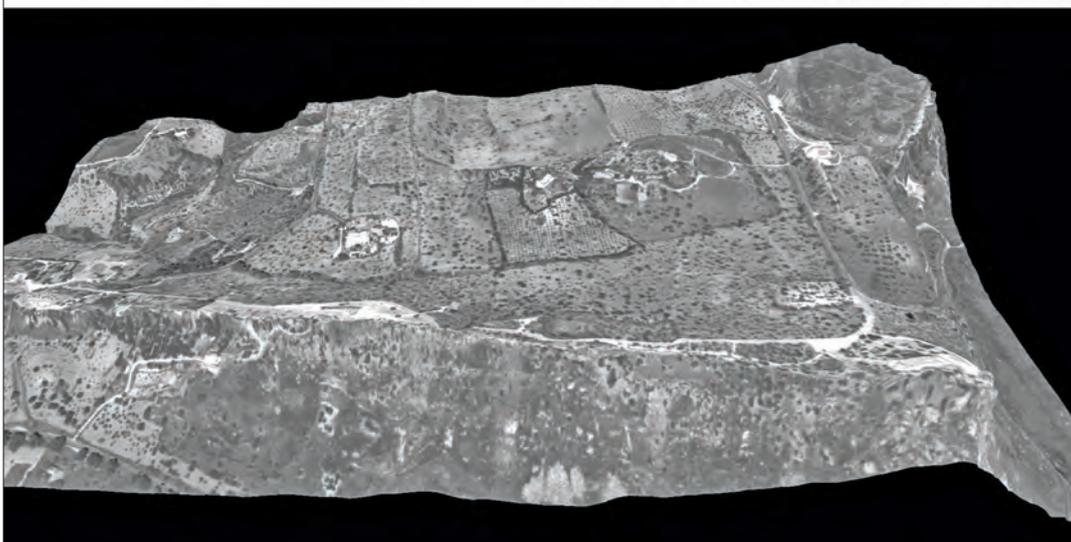
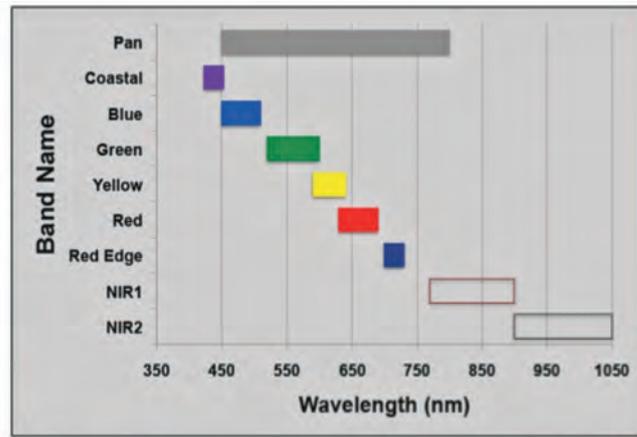


**Tavola XIII** - Foto aerea IGM 1966 (2d e 3d su DTM LIDAR) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).

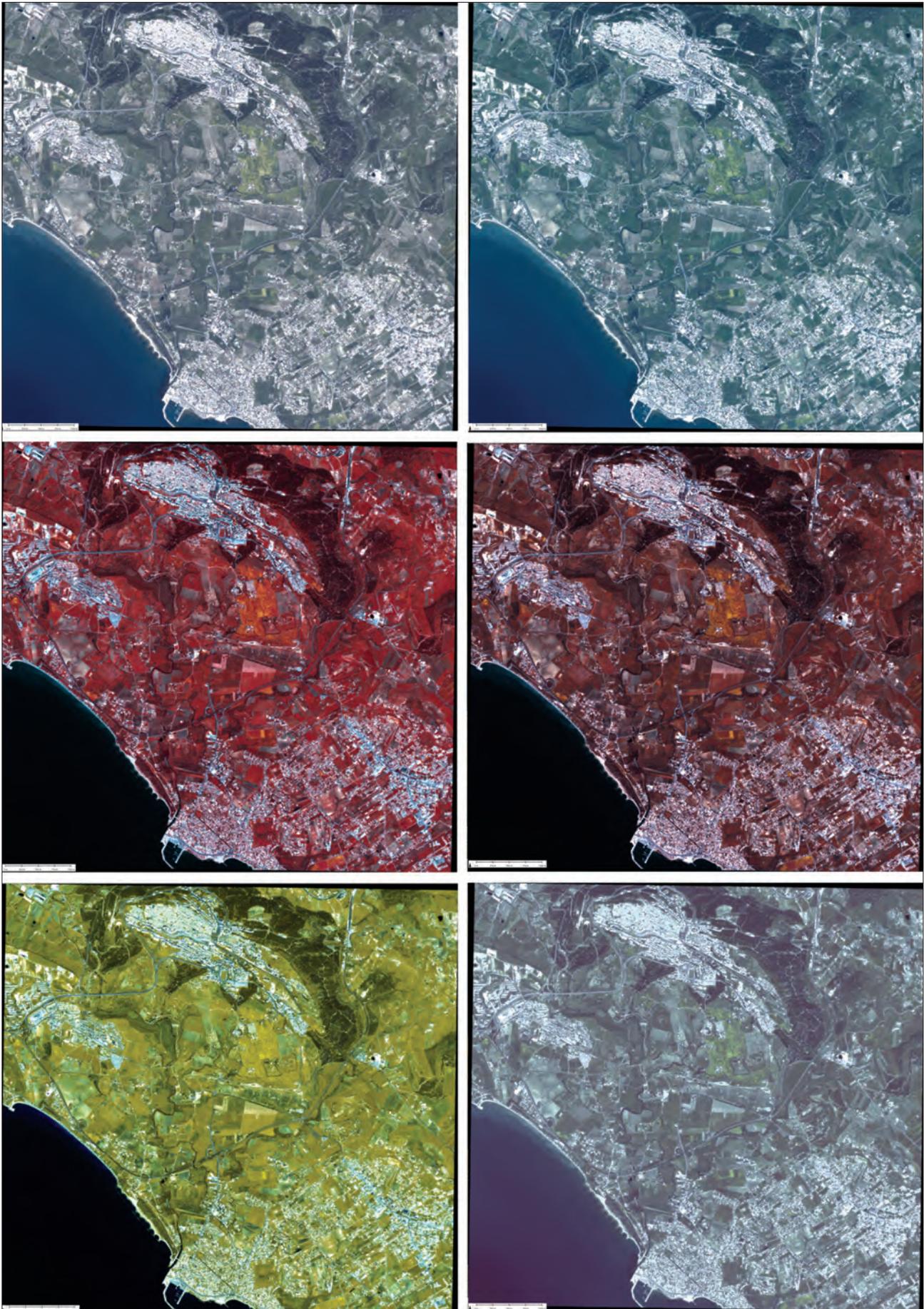


**Tavola XIV** - Immagine satellitare Geoeye (Google) 12 agosto 2014 (2d e 3d su DTM LIDAR) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).

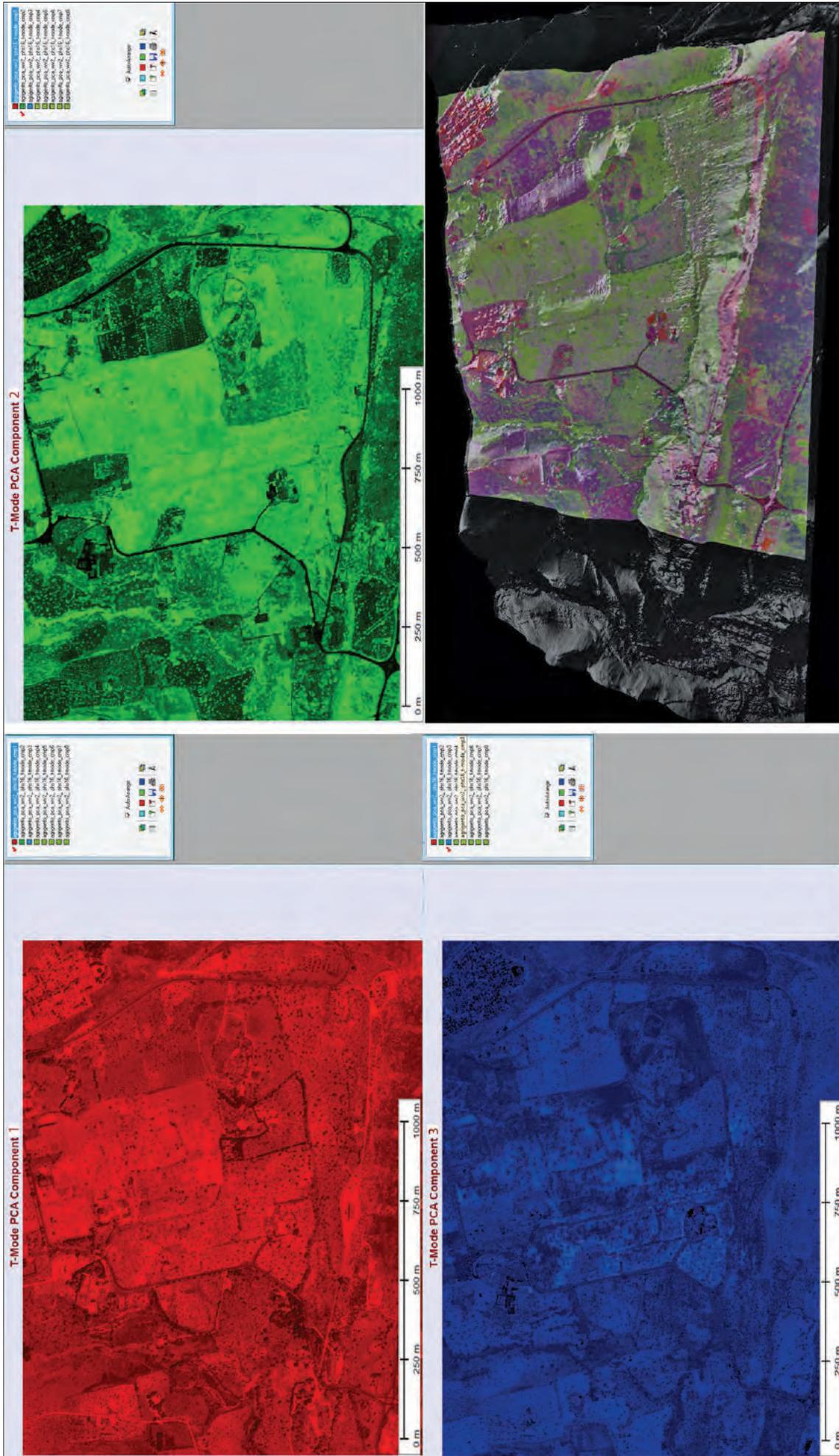
- Banda 1: Coastal;
- Banda 2: Blue;
- Banda 3: Green;
- Banda 4: Yellow;
- Banda 5: Red;
- Banda 6: Red Edge;
- Banda 7: NIR1;
- Banda 8: NIR2.



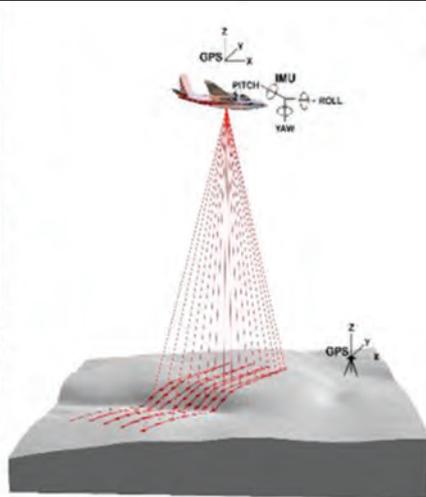
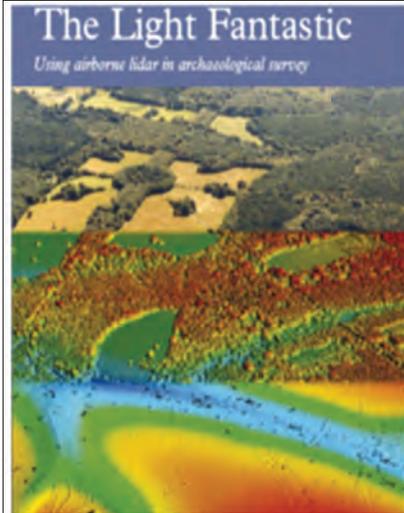
**Tavola XV** - Immagine satellitare WorldView 2 (Digital Globe) 2014. Dall'alto in basso: configurazione multispettrale; pancromatico (2d e 3d su DTM LIDAR) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XVI** - Immagine satellitare WorldView 2 (Digital Globe) 2014. Dall'alto in basso e da sinistra a destra: configurazione multispettrale; pancromatico (2d e 3d su DTM LIDAR); composizione di bande 432 (colori pseudo-naturali), 532 (colori pseudo-naturali), 832 (vegetazione: salute e biomassa), 632 (vegetazione: salute), 762 (vegetazione subacquea), 132 (batimetria) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XVII** - Immagine satellitare WorldView 2 (Digital Globe) 2014. PCA (Principal Components Analysis): componenti 1-3 e composizione in falsi colori su DTM LIDAR (cf. *G.P. Brogiolo, A. De Guio: pp. 233-240*).



## LIDAR PROCESSING

- FILTER
- SHADED RELIEF
- EXAGGERATED RELIEF
- SKY VIEW FACTOR
- TREND REMOVAL
- LOCAL RELIEF MODEL
- LOCAL DOMINANCE
- CUMULATIVE VISIBILITY
- ACCESSIBILITY
- MULTISCALE INTEGRAL INVARIANTS
- OPENNES
- HISTOGRAM

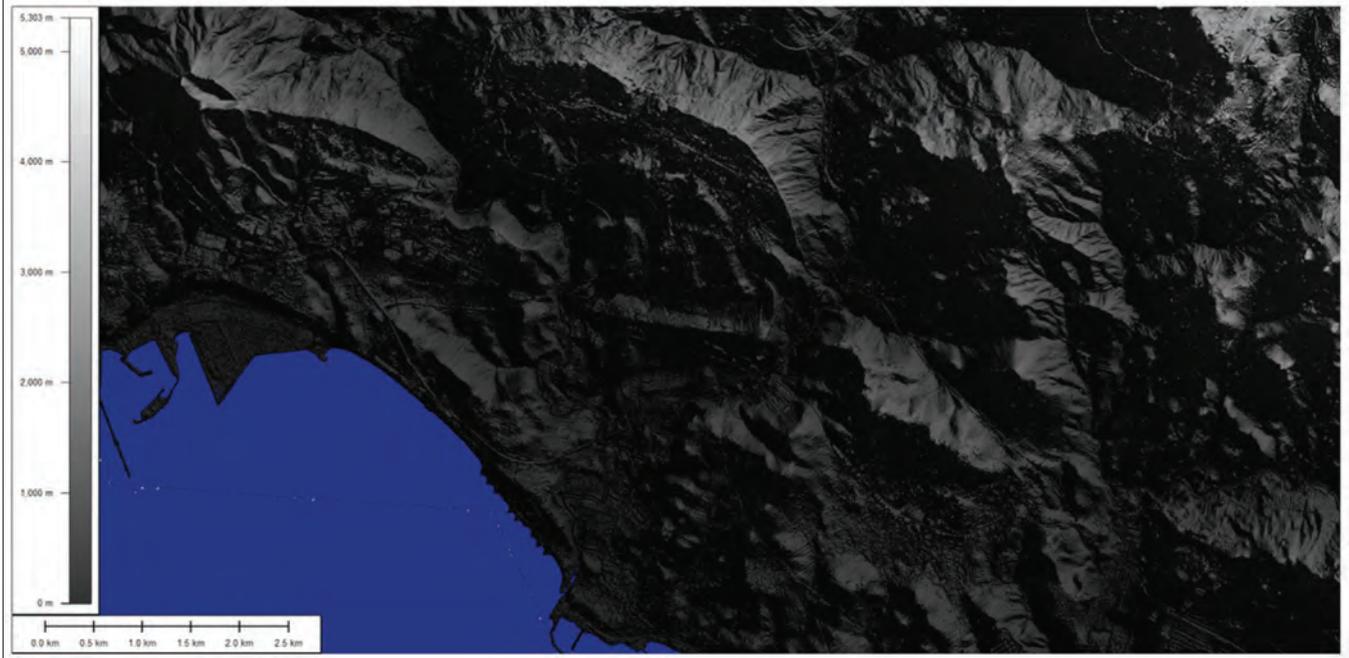
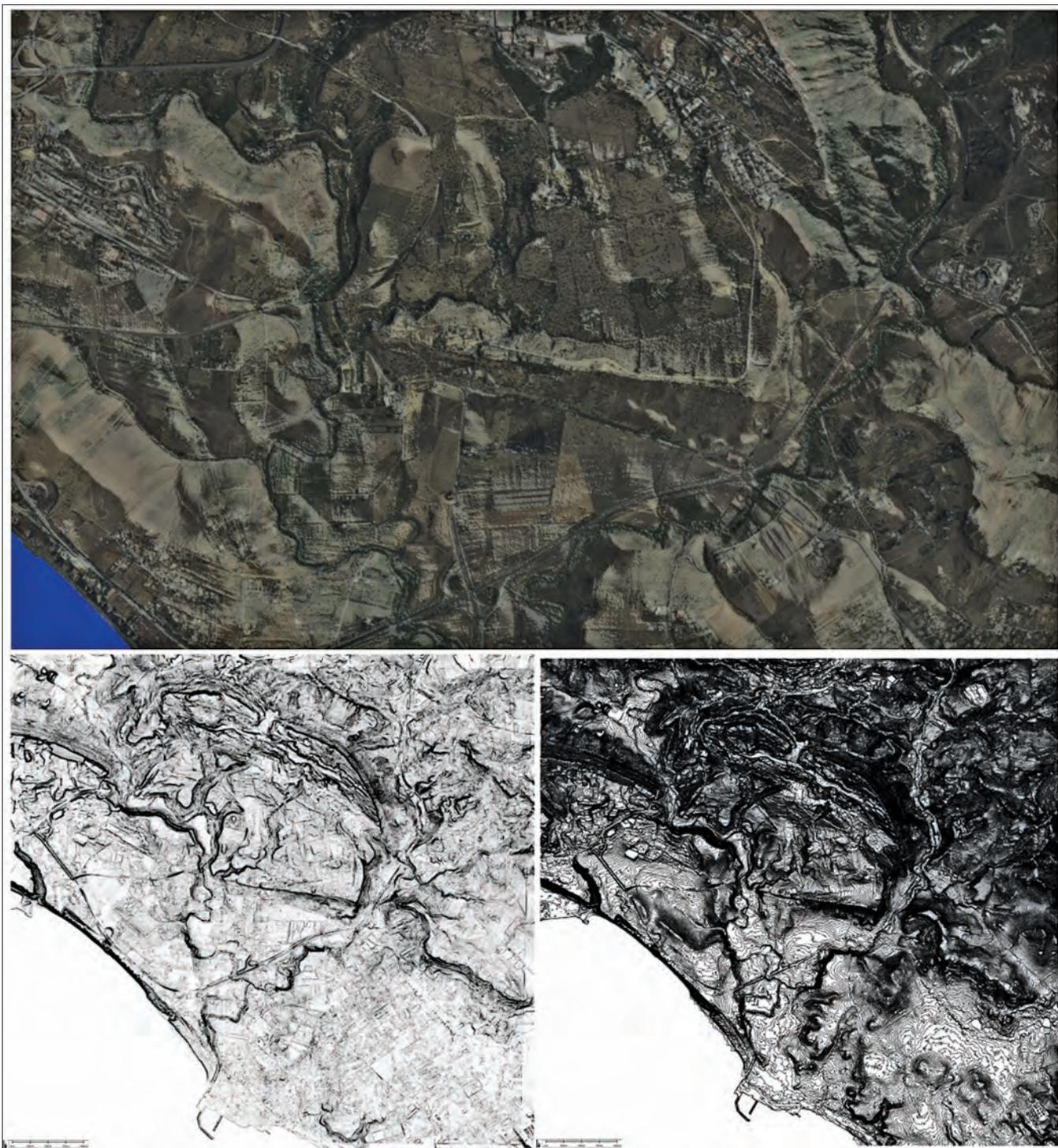
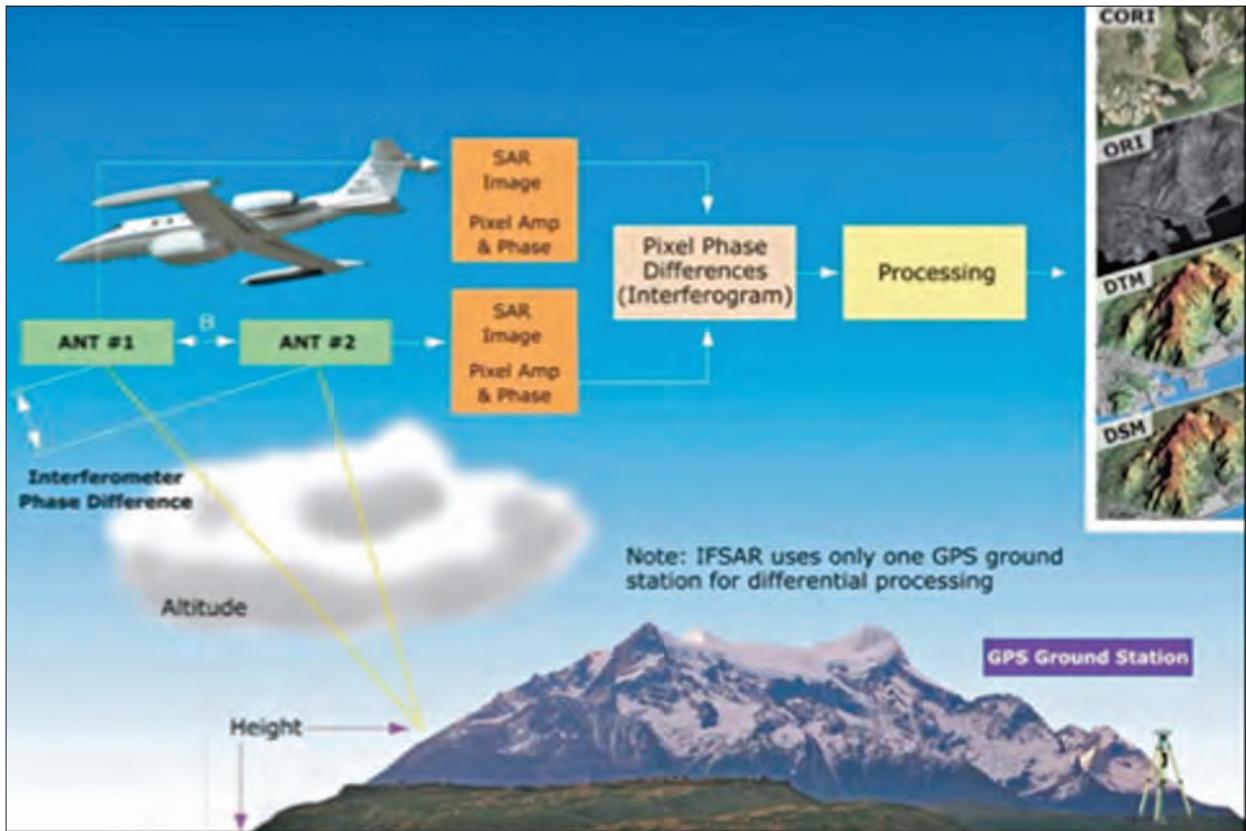


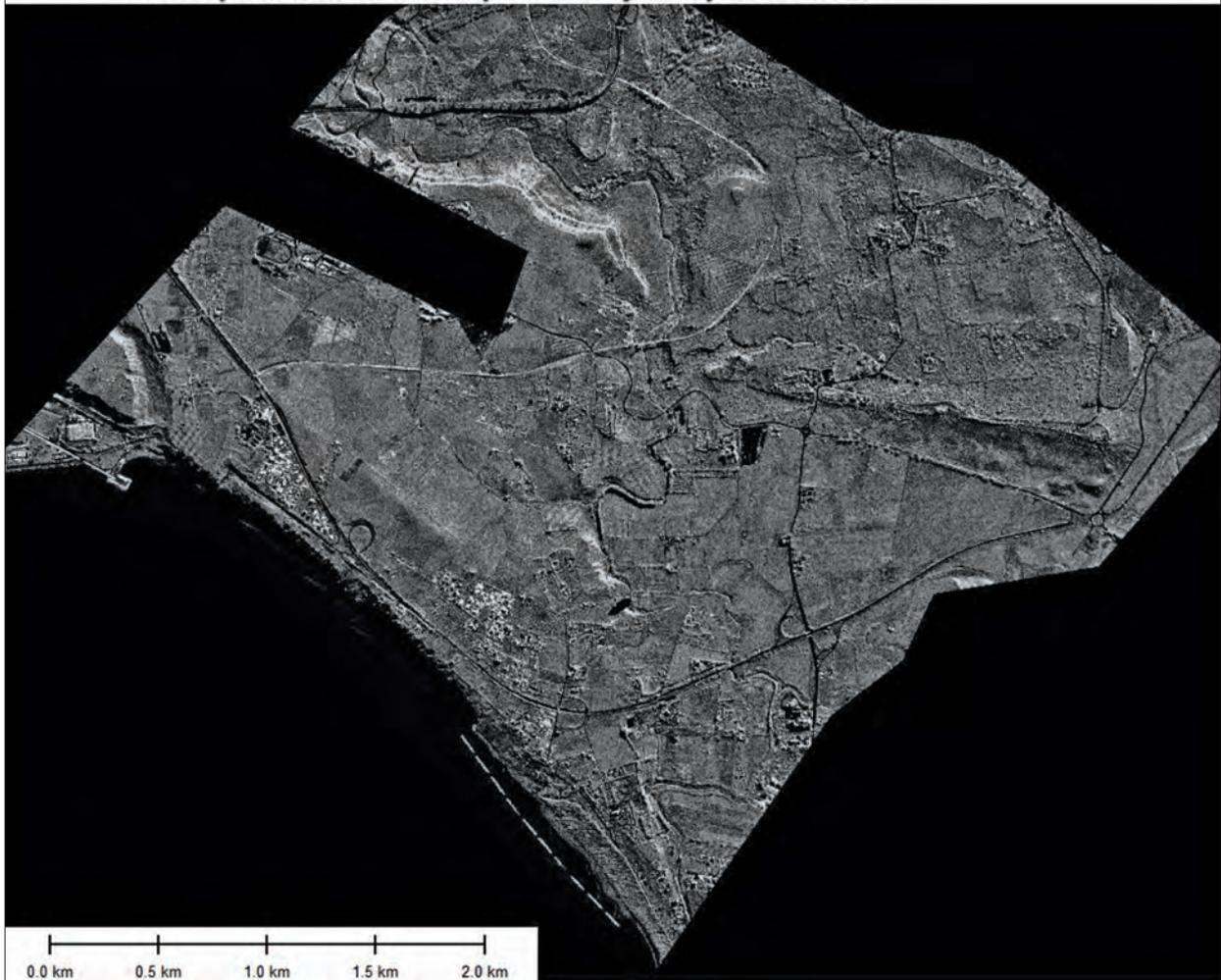
Tavola XVIII - DTM LIDAR (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



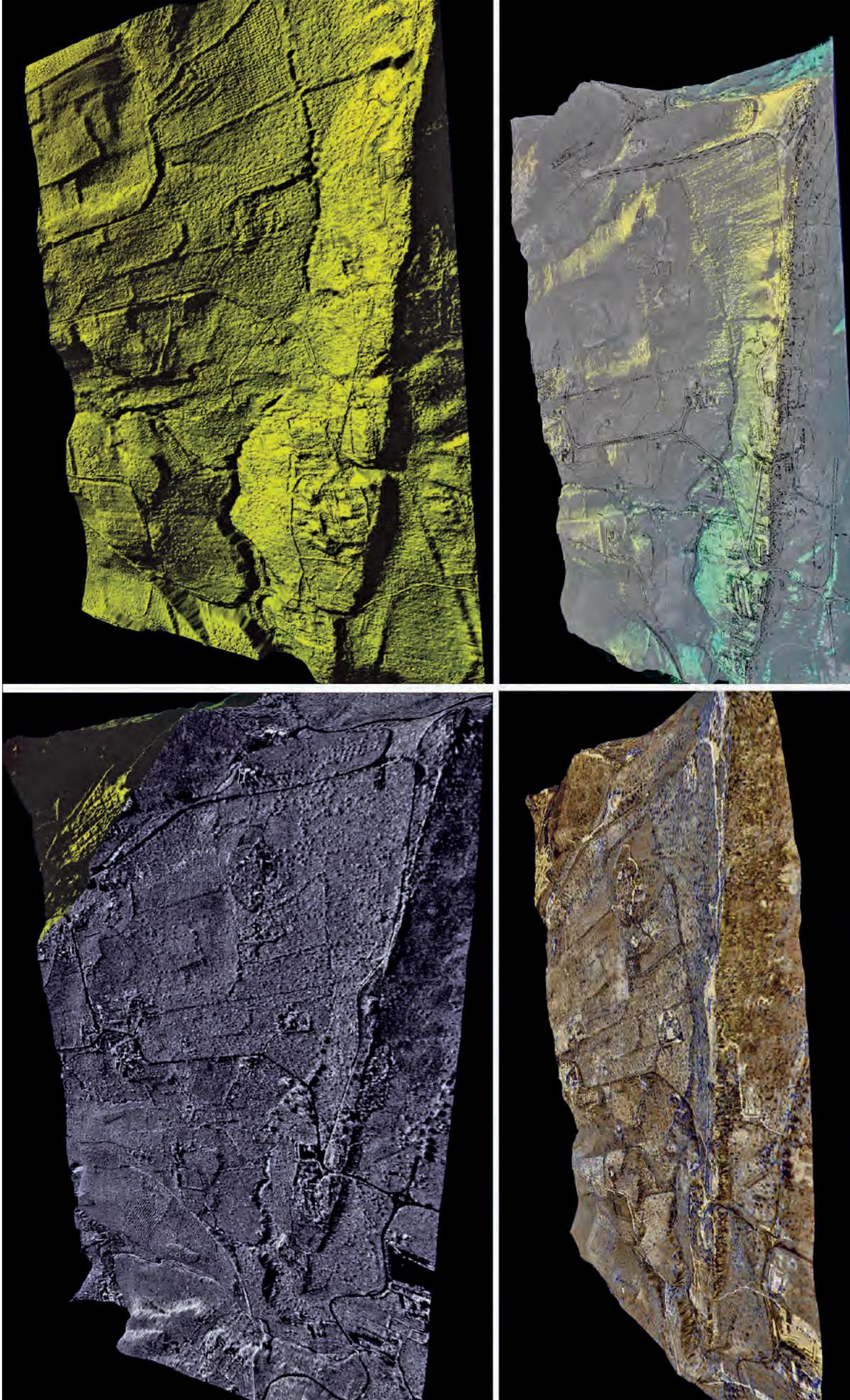
**Tavola XIX** - Dall'alto in basso e da sinistra a destra: immagine Satellitare Geoeye su DTM LIDAR (elaborazioni DTM Sky View Factor e Accessibility (dr. Luigi Magnini) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



Conceptual view of Intermap's IFSAR system process flow.



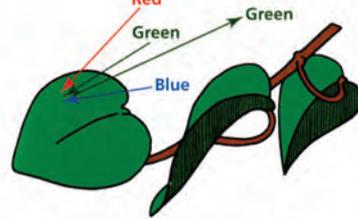
**Tavola XX** - Immagine aerea IFSAR RADAR (Intermap Technologies Corp.: 9.57 GHz / X band /HH polarization/ 1,25m res) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



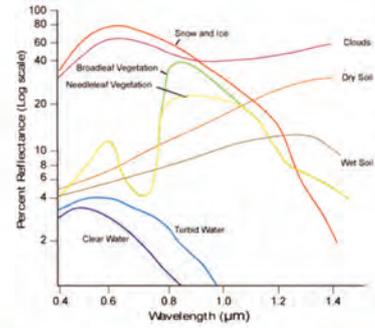
**Tavola XXI** - Dall'alto in basso e da sinistra a destra: IFSAR RADAR su DTM LIDAR; operazione di algebra mappale (Radar, DTM LIDAR, panoramico WorldView 2); operazione di algebra mappale (Radar, panoramico WorldView 2, DTM LIDAR); operazione di algebra mappale (Radar, DTM LIDAR, Foto Aerea 195, pianta Belvedere, Burgio 2012) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio: pp. 233-240*).

### VEGETATION INDICES

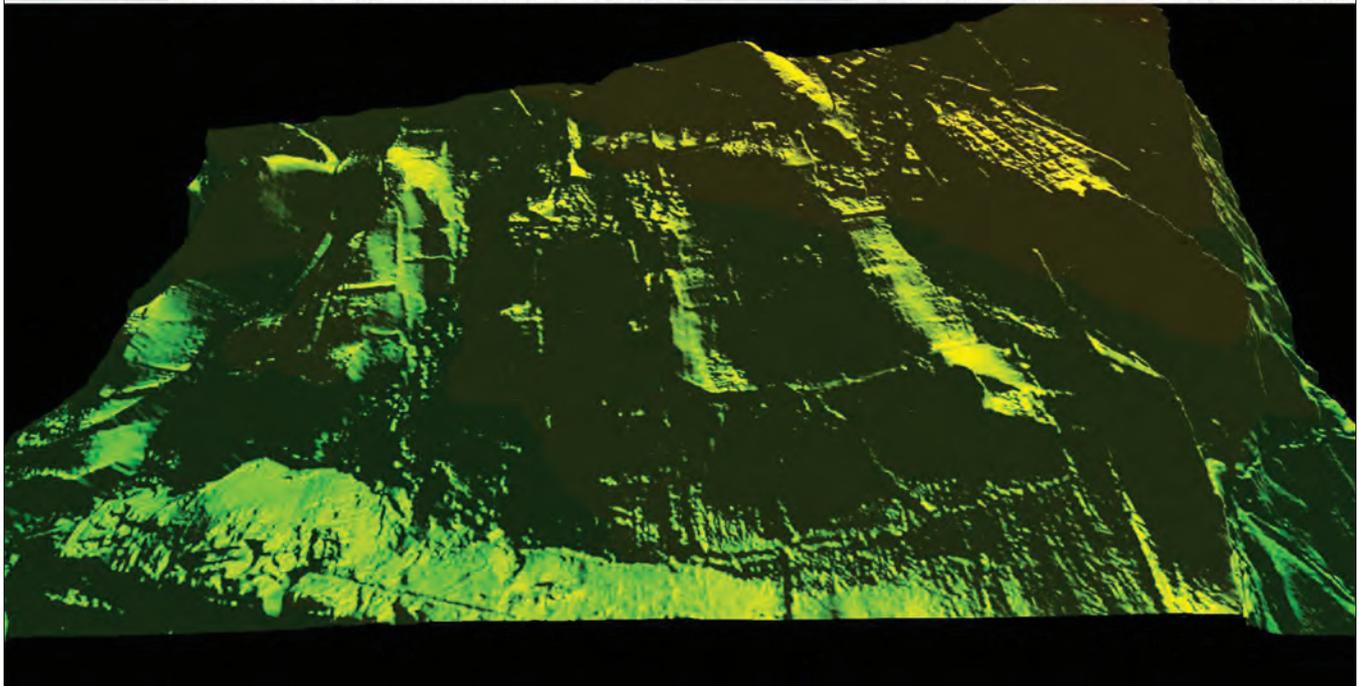
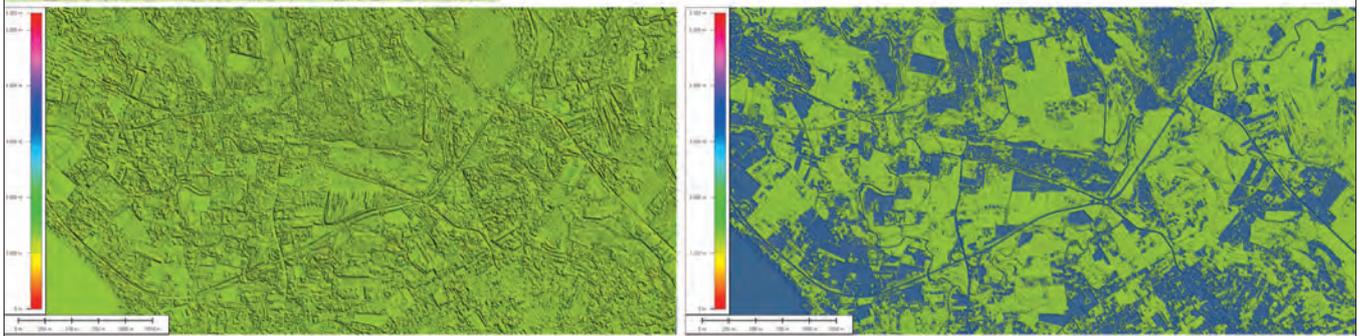
- combinazioni di bande fra NIR (Vicino Infrarosso) e RED(Rosso):
  - RATIO (Ratio Vegetation Index):
- RATIO = NIR/RED
  - NDVI (Normalized Difference vegetation Index):
- NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)
  - TVI (Trasformed Vegetation Index):
- TVI = SQRT [(NIR/RED) / ((NIR + RED) + 0.5)]
  - CTVI (Corercted Trasformed Vegetation Index):
- CTVI = SQRT [(NIR/RED) / ((NIR + RED) + 0.5)] x SQRT [ABS (NDVI + 0.5)]
  - TTVI (Thiam's Trasformed Vegetation Index):
- TTVI = SQRT [ABS (NDVI + 0.5)]
  - RVI (Ratio Vegetation Index):
- RVI = RED / NIR
  - NRVI (Normalized Ratio Vegetation Index):
- NRVI = (RVI - 1) / (RVI + 1)



Reflection and absorption of electromagnetic energy. Leaves illuminated by sunlight (which has approximately equal energy in the blue, green, and red wavelengths) appear green because more energy in the green portion of the spectrum is reflected than at other visible wavelengths.



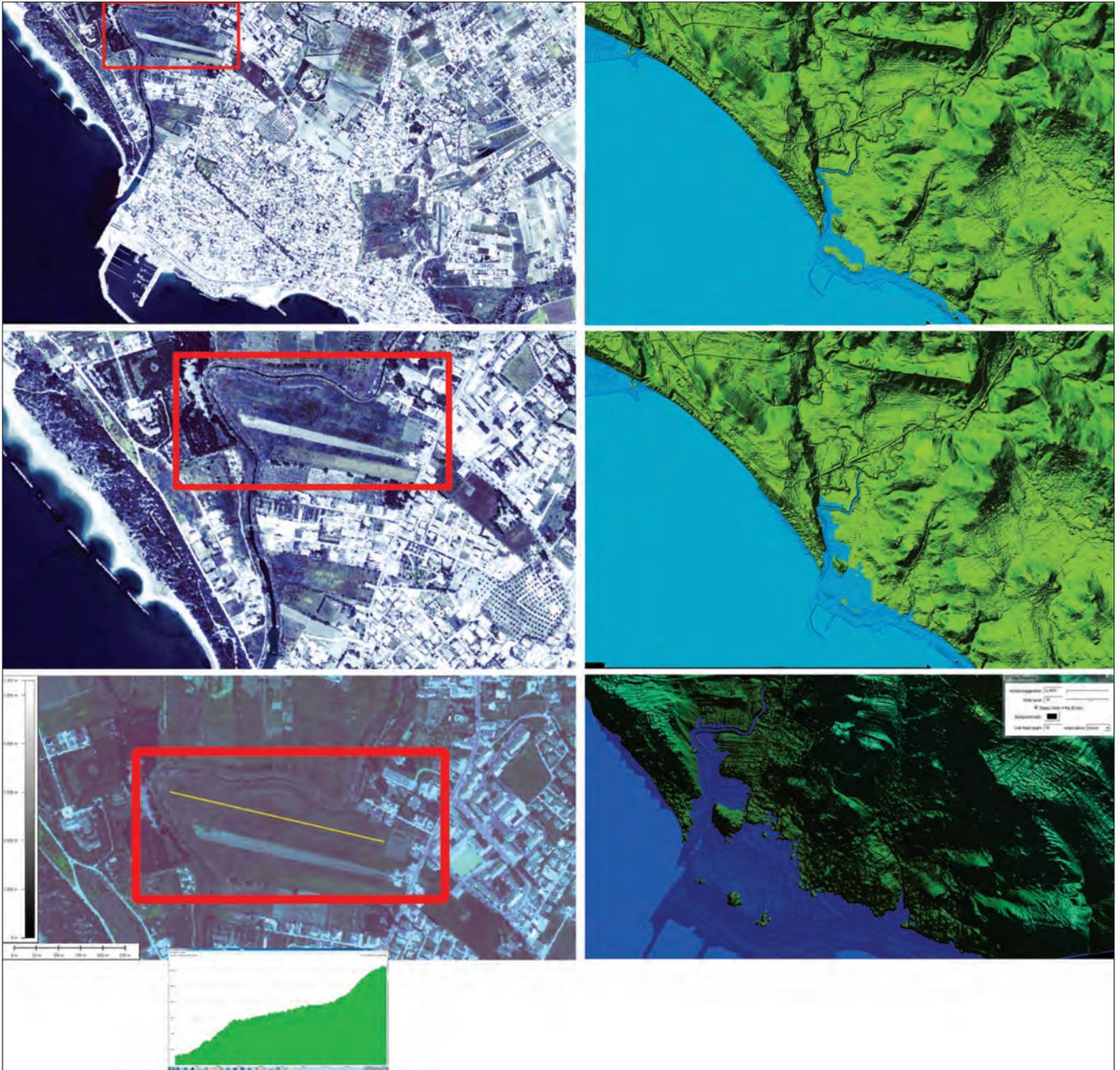
Spectral reflectance curves for soil, water, and two vegetation samples.



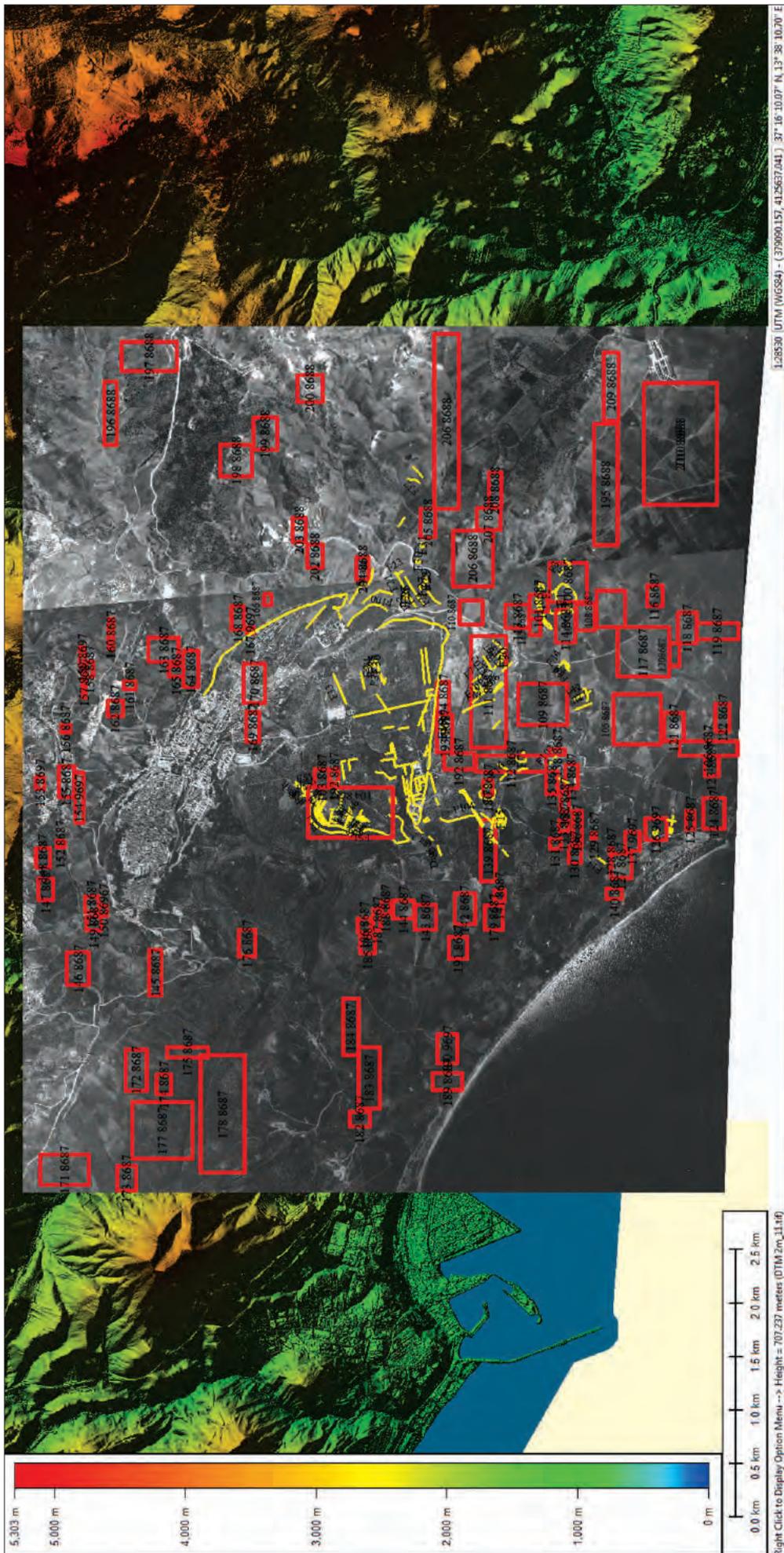
**Tavola XXII** - Dall'alto in basso e da sinistra a destra. Indici vegetazionali: attività vegetazionale e firme spettrali; indice RATIO, indice NDVI; operazione di algebra mappale (TTVI, DTM LIDAR) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



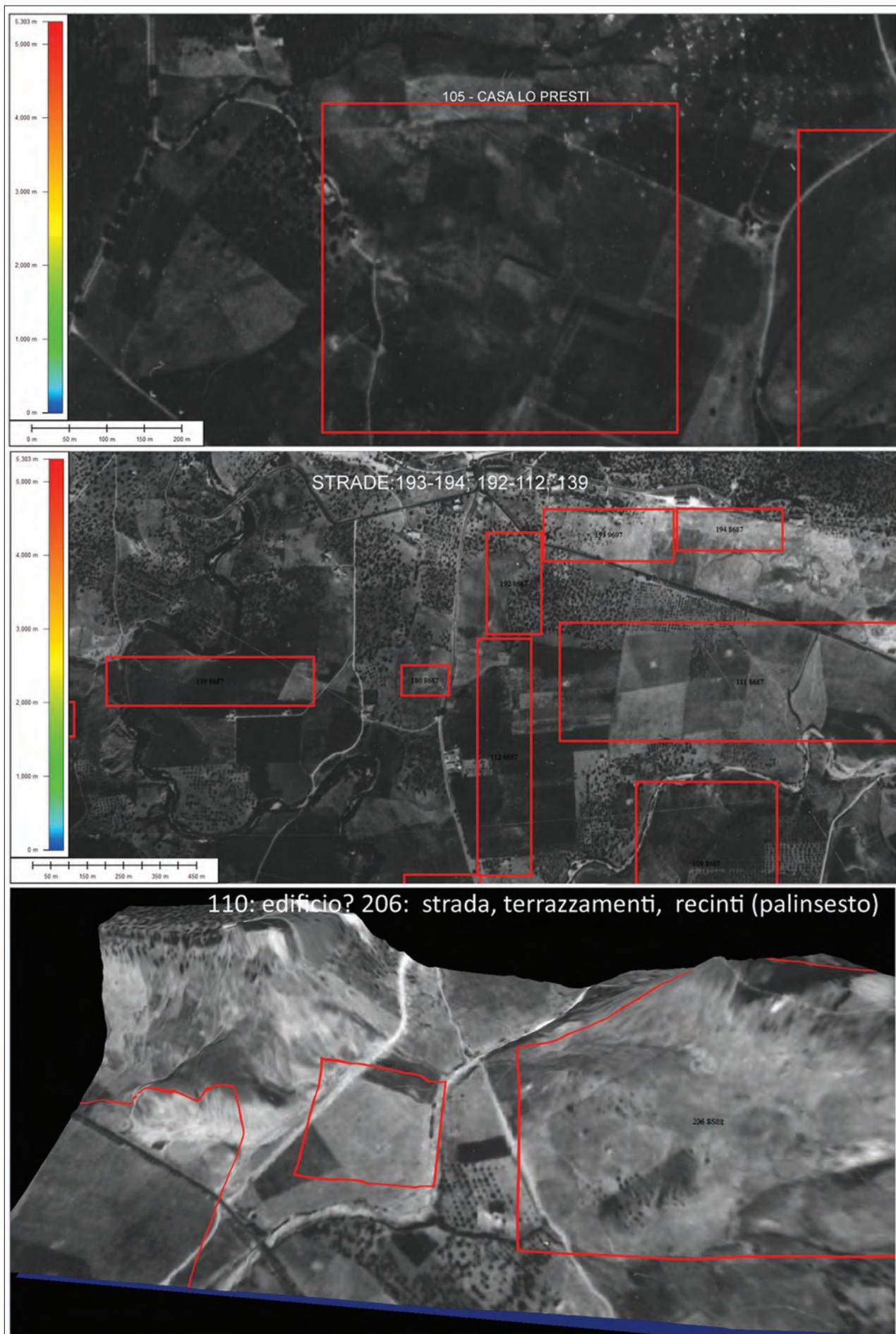
**Tavola XXIII** - Indice vegetazionale TTVI su DTM LIDAR (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio: pp. 233-240*).



**Tavola XXIV** - Dall'alto in basso: Individuazione dell'area portuale di Akragas. Tre livelli di zoom dell'immagine satellitare WorldView 2 (composizione 132: batimetria; si evidenzia una batteria di edifici modulari nel lato nord del presunto porto); simulazioni di innalzamento del livello dell'acqua a 5.7 e 7 m: a quest'ultima quota (immagine di mezzo e in basso) si evidenzia un bacino artificiale (probabile darsena nel lato sud del porto) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XXV** - Alcuni areali con anomalie fotointerpretative (foto aerea IGM su DTM LIDAR) (cfi: *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XXVI** - Alcune anomalie fotointerpretative (foto aerea IGM su DTM LIDAR) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).

# CASA TEDESCO

E-W



W-E



W-E



# PUNTA AKRAGAS E-W



Tavola XXVII - Dicembre 2014: ricognizioni a terra (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



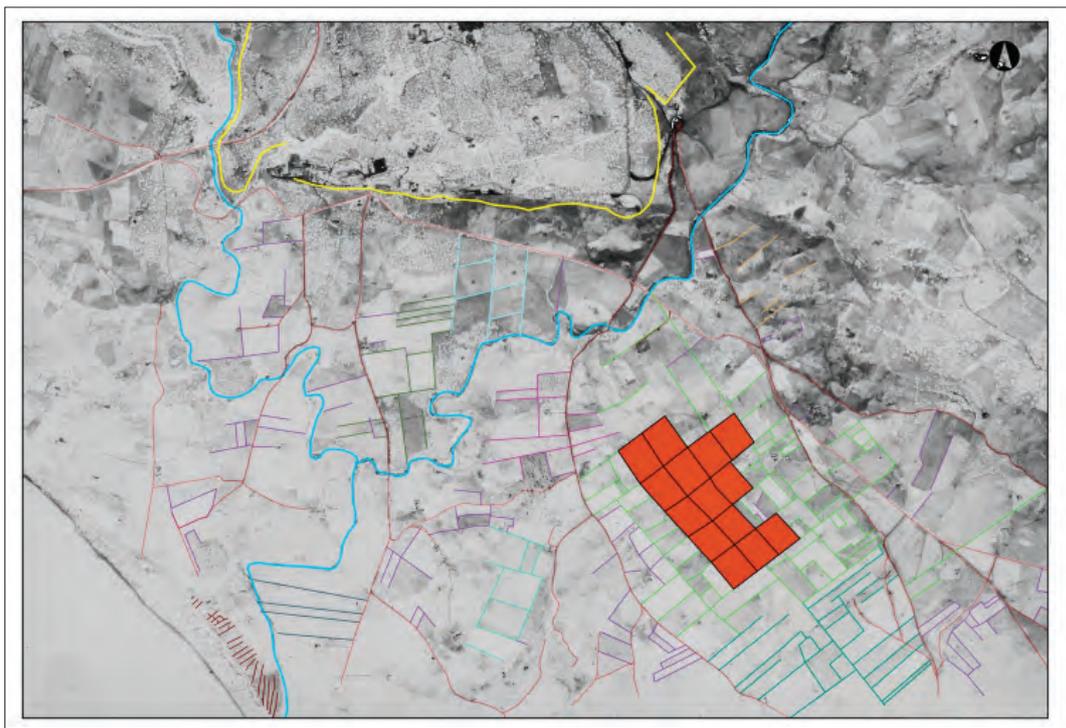
**Tavola XXVIII** - Area del Parco Archeologico e Paesaggistico della Valle dei Templi di Agrigento (base Google Earth) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



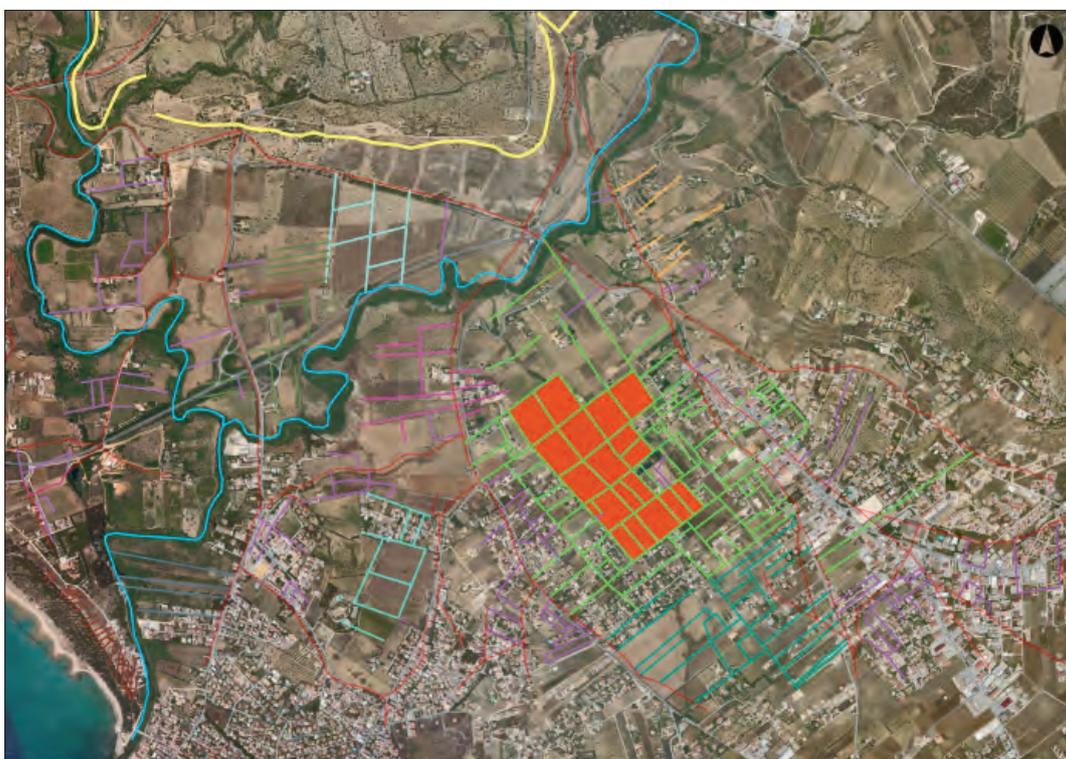
**Tavola XXIX** - Carta Archeologica del Parco (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



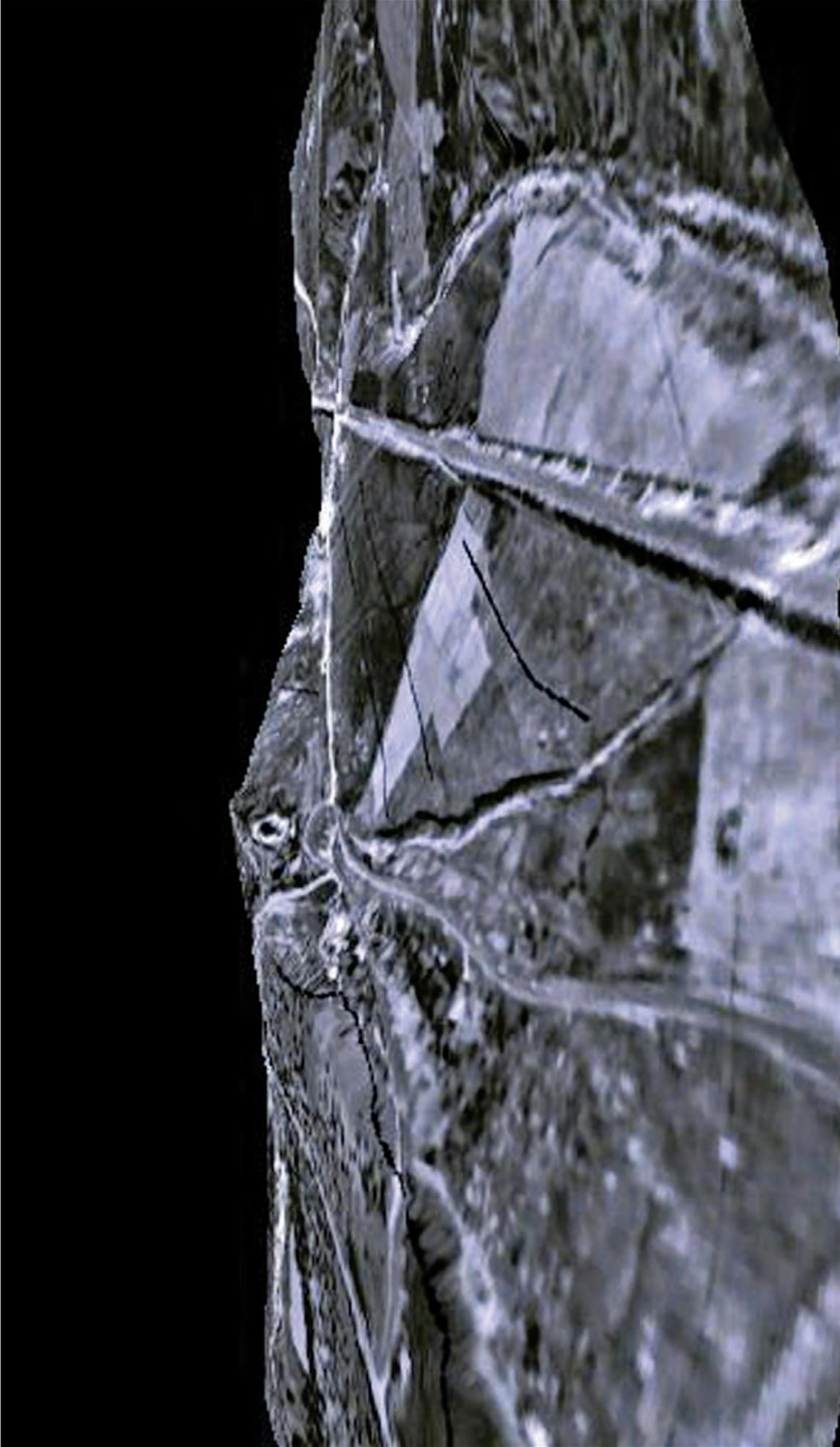
**Tavola XXX** - Tracce di divisione agraria a SW della città di Agrigento (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



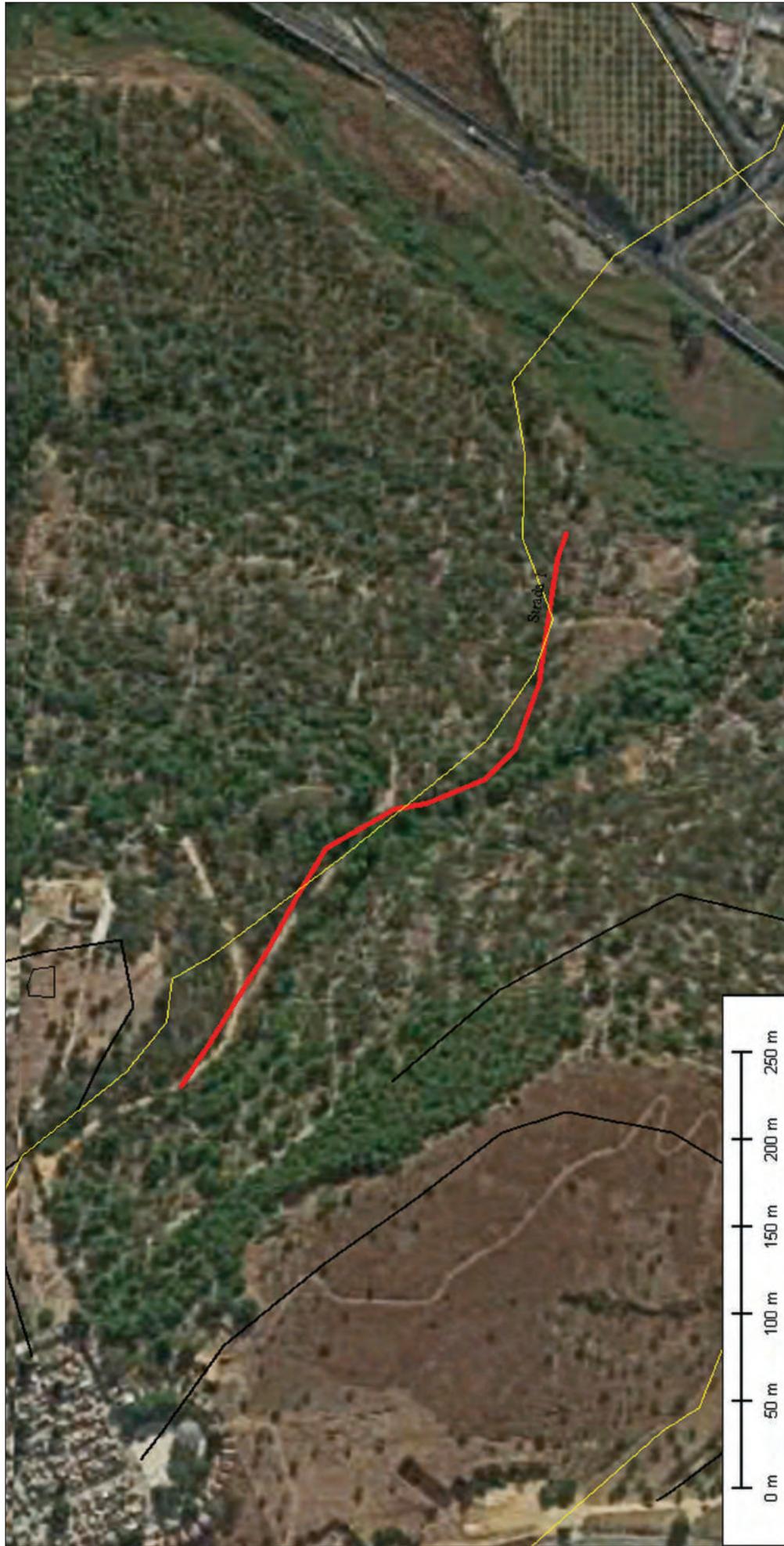
**Tavola XXXI** - Tracce di possibili parcellizzazioni agrarie (land divisions) a S-SE della antica città (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



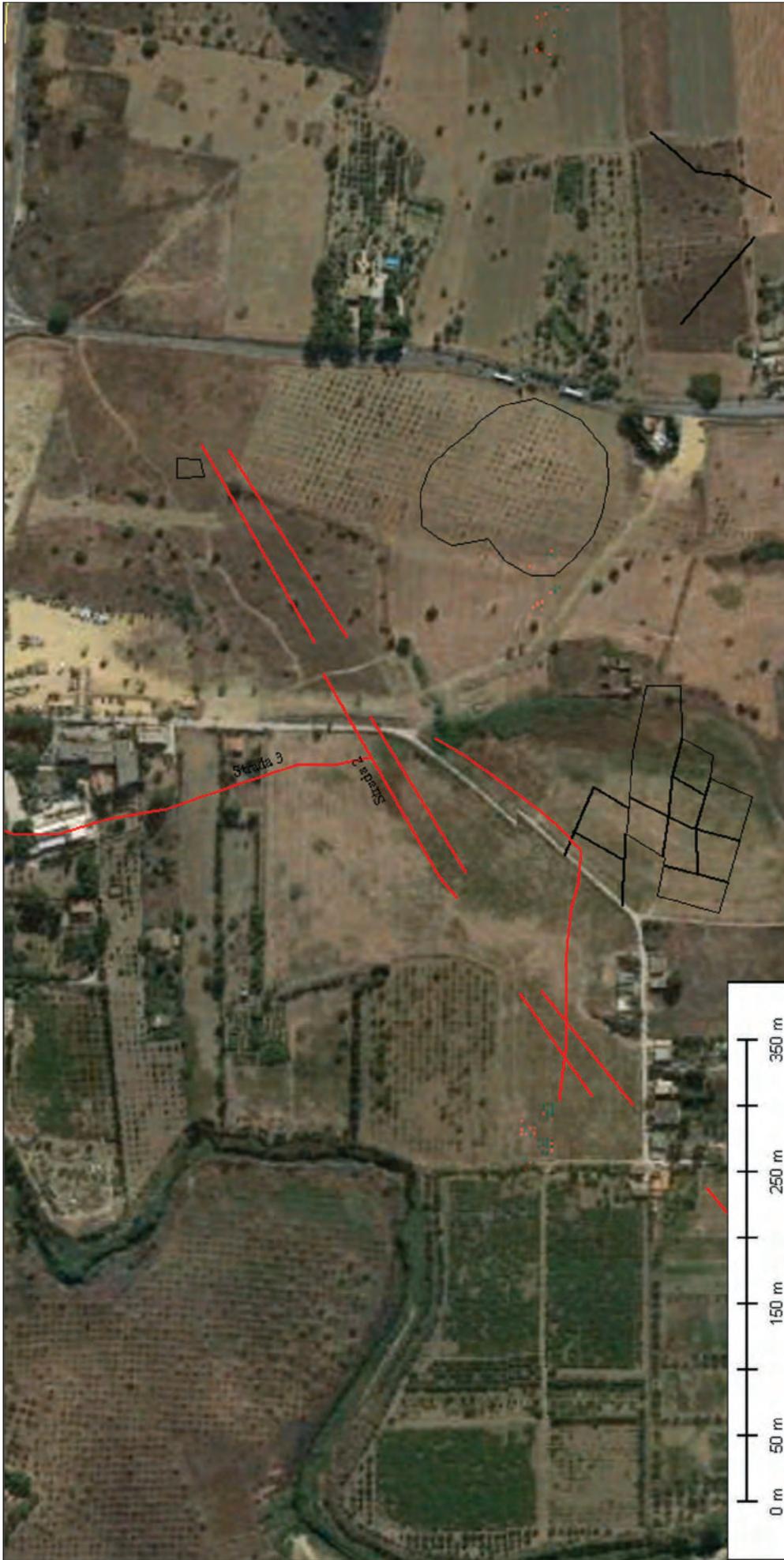
**Tavola XXXII** - Features lineari orientate in senso trasversale rispetto all'andamento del pendio (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XXXIII** - Veduta (base LiDAR) delle tracce lineari riconducibili a terrazzi agrari presso la porta 2 di accesso alla città (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



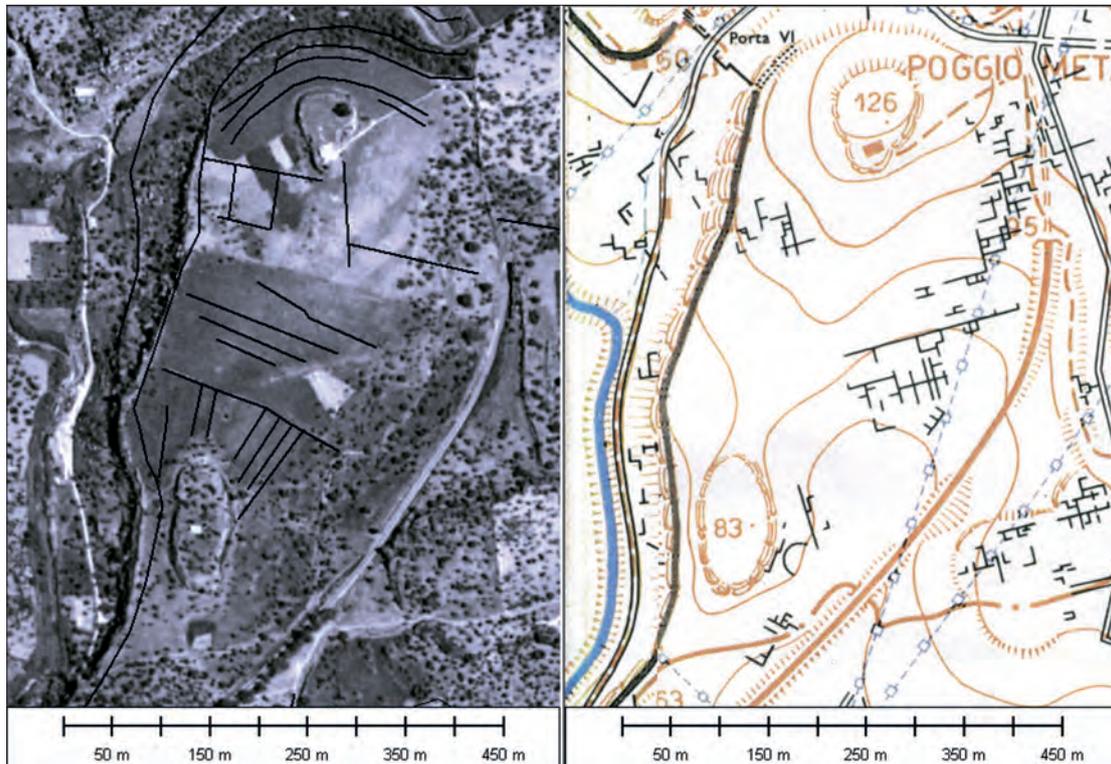
**Tavola XXXIV** - Confronto tra la traccia individuata (rosso) e il percorso noto di una delle regie trazzere (giallo) (cfr. G.P. Brogiolo, A. De Guio: pp. 233-240).



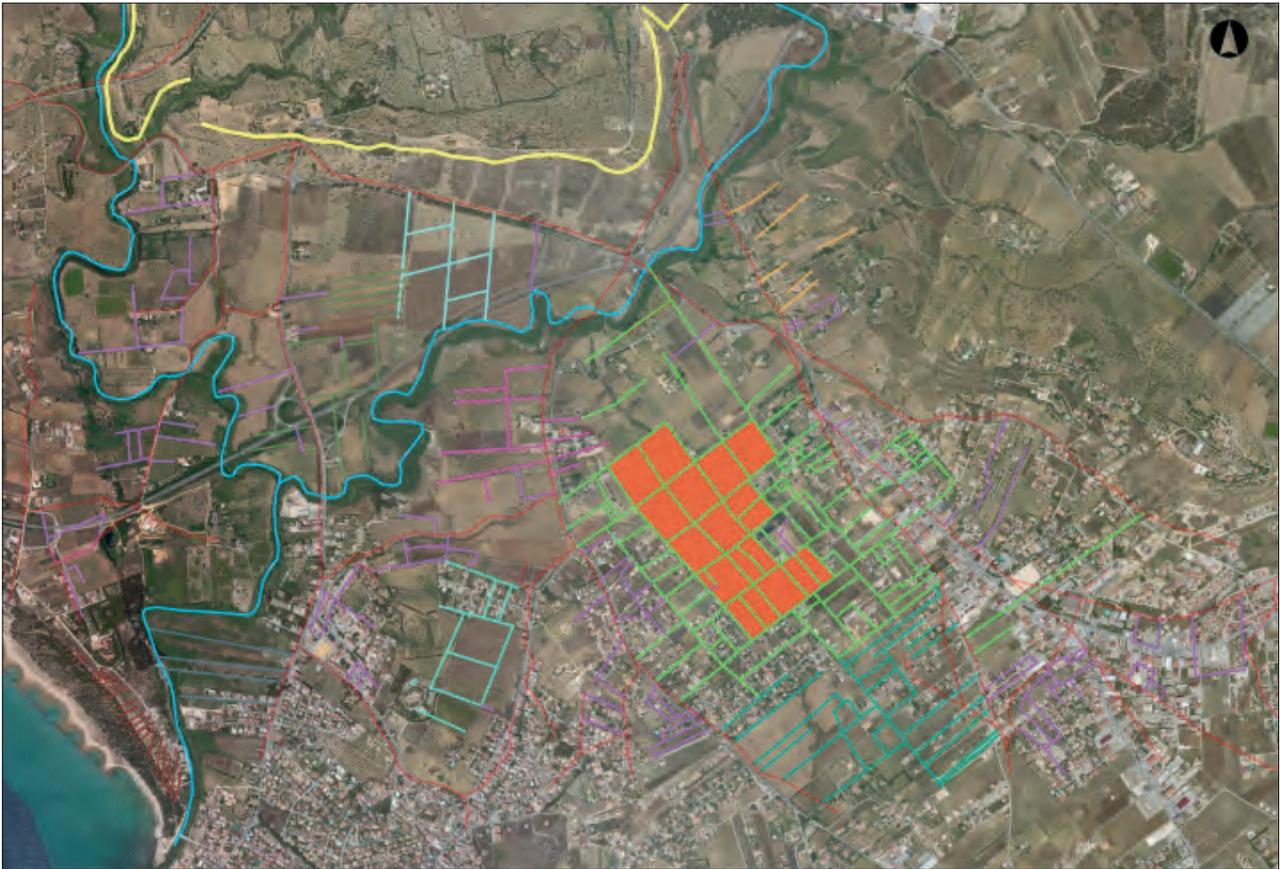
**Tavola XXXV** - Possibile tracciato viario (in rosso) (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Giuio*: pp. 233-240).



**Tavola XXXVI** - Anomalie in località Case Tedesco (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XXXVII** - A sinistra su base foto aerea 1955, tracce da fotointerpretazione; a destra, tracce riportate da Schmiendt e Griffo (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XXXVIII** - Divisioni agrarie nella piana (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XXXIX** - Idrografia e viabilità nella piana (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XL** - Paesaggio agrario all'interno delle mura: muro di terrazzamento che reimpiega conci ed elementi architettonici antichi (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XLI** - Paesaggio agrario all'interno delle mura: sezione del muro di terrazzamento (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XLII** - Paesaggio agrario all'interno delle mura: edificio rurale costruito con conci di reimpiego (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).



**Tavola XLIII** - Sezione sulla spiaggia con piani di calpestio con terreno organico e tracce di focolare (cfr. *G.P. Brogiolo, A. De Guio*: pp. 233-240).

---

# INDICE

Introduzione  
*di Giuseppe Parello*

## PAESAGGI URBANI TARDOANTICHI

Trasformazioni economiche ed egemonie sociali nelle città dell'Oriente mediterraneo tra Antichità e Medioevo  
*di Salvatore Cosentino*

Nuovi temi per la città tardoantica  
*di Giampietro Brogiolo*

La città tardoantica del Mediterraneo orientale. Pratiche e modelli di organizzazione degli spazi religiosi  
*di Isabella Baldini*

Trasformazioni urbane nell'altomedioevo siciliano. Uno *status quaestionis*  
*di Lucia Arcifa*

Selinunte tra tardoantico e medioevo: la città dopo la città  
*di Caterina Greco*

Agrigento tardoantica e bizantina: nuovi dati dal quartiere residenziale e dalle aree pubbliche  
*di Maria Serena Rizzo - Maria Concetta Parello*

ΕΙΣ ΤΟ ΠΕΡΙ ΠΟΛΙΝ ΤΟ ΛΕΓΟΜΕΝΟΝ ΕΜΠΟΡΙΟΝ (PG 98, col. 581). Nuove ipotesi sulla topografia dell'*Emporion* di Agrigentum  
*di Valentina Caminnecki - Vincenzo Cucchiara - Giuseppe Presti*

Agrigento: 30 anni di scavi e ricerche nell'area della necropoli paleocristiana  
*di Rosa Maria Carra Bonacasa*

Città e campagne nell'*Apulia* tardoantica: un processo dialettico di trasformazione  
*di Giuliano Volpe*

Il paesaggio urbano di *Sena Gallica* tra tardo antico e altomedioevo  
*di Giuseppe Lepore*

Pisa: da città dell'Auser a città dell'Arno  
*di Fabio Fabiani - Maria Letizia Gualandi*

Città in transizione. Il paesaggio urbano tardoantico della Penisola Iberica  
*di Pilar Diarte Blasco*

Identifying and understanding waste deposits in the archaeological record: the example of Late Antique Rome  
*di Paul Johnson*

La città tardoantica nel Mediterraneo orientale. Edilizia religiosa ed uso degli *spolia*: l'esempio di Kalymnos  
*di Debora Pellacchia*

Il riuso razionale: cantieri di smontaggio e depositi di manufatti marmorei nella documentazione archeologica ed epigrafica di età tardoantica  
*di Giulia Marsili*

Cartagine tardoantica fra Massenzio e Costantino: edifici pubblici e case private delle élites cittadine  
*di Giovanni Di Stefano - Angelica Ferraro*

Il paesaggio urbano di Karkemish tra età classica e primo Medioevo  
*di Claudia Cappuccino - Kevin Ferrari*

Siracusa tra IV e VI secolo: profilo di una città  
*di Federico Caruso*

---

L'ipogeo P e la *longue durée* di un edificio funerario tardoantico  
di *Giuseppe Falzone*

Siracusa tardoantica e altomedievale. Dati dal Foro siracusano e da Piazza Minerva  
di *Lorenzo Guzzardi - Serena Raffiotta - Annalisa Rivoli*

Vecchi e nuovi spazi per i riti e le pratiche funerarie nel cimitero tardoantico di Agrigento  
di *Giuseppina Schirò*

Vito Soldano tra continuità e trasformazioni  
di *Simona Iannicelli - Giuseppe Ippolito - Federica Frumento - Sergio Milazzo*

*Tyndaris nobilissima civitas*. Continuità e trasformazioni in età tardoantica  
di *Cristian Aiello*

Palermo: nuovi dati da alcuni contesti urbani altomedievali  
di *Carla Aleo Nero - Monica Chiovaro*

Il paesaggio funerario di *Henna* e del suo territorio in età tardoantica  
di *Francesca Valbruzzi*

Reflections on late antique towns: issues of age, infirmity and role  
di *Neil Christie*

#### SCAVI E RICERCHE AD AKRAGAS/AGRIGENTUM

Analisi teleosservative nell'area del Parco di Agrigento  
di *Gian Pietro Brogiolo - Armando De Guio*

Archeologia preventiva ad Agrigento. Nuovi dati da recenti interventi di tutela  
di *Domenica Gulli - Serena Sanzo*

Il caso di Poggio Meta. Indagini sul versante orientale del colle  
di *Oscar Belvedere - Aurelio Burgio - Antonio Di Maggio - Giuseppe Bordonaro*

Riscoprire le vecchie scoperte: il sacello presso l'*Olympieion* di Agrigento  
di *Monica De Cesare - Elisa Chiara Portale*

Excavation at the suburban sanctuary at S. Anna in Agrigento. Preliminary insights of the 2015 campaign  
di *Natascha Sojc*

Nuovi dati sulla *plateia* I-L nell'area di Porta II  
di *Maria Concetta Parello - Annalisa Amico*

Porta VII: i metalli della cosiddetta *postierla*  
di *Caterina Trombi*

Studio dei sistemi idraulici di Akragas-Agrigentum. Analisi preliminare  
di *Giovanni Luca Furcas*

Il santuario ellenistico-romano di Agrigento. Lo scavo, l'inquadratura urbana, l'architettura  
di *Luigi M. Calìo - Gian Michele Gerogiannis - Fernando Giannella - Monica Livadiotti - Antonello Fino - Marina Albertocchi - Francesca Leoni*

Modelli pompeiani ad *Agrigentum*. Una nuova lettura della Casa IA-IB del quartiere ellenistico-romano  
di *Sergio Aiosa*

L'attività del Parco della Valle dei Templi al quartiere ellenistico romano. Le ricerche del 2014  
di *Fausto D'Angelo - Maria Concetta Parello - Maria Serena Rizzo - Michele Scalici*

Agrigento romana tra spazi naturali e spazi agricoli: il contributo dell'archeobotanica  
di *Angela Stellati - Girolamo Fiorentino*

Il quartiere ellenistico-romano tra tardoantico e altomedioevo: le indagini archeoantropologiche del 2014  
di *Raffaele Fanelli*

---

La casa II D del quartiere ellenistico-romano di Agrigento  
*di Anna Rita Pecoraro*

La necropoli tardo-antica del QER: metodologia di scavo e costruzione di un database antropologico  
*di Zelia Di Giuseppe - Maria Assunta Papa*

**Abstracts**

**Tavole**