

Laser scanner e GPS in archeologia: geografia dei servizi e delle risorse in internet

Stefano Campana

Università di Siena a Grosseto, Dip. Archeologia e Storia delle Arti, Archeologia dei Paesaggi,
Convento Clarisse, Grosseto
campana@unisi.it

Matteo Sordini

Università di Siena a Grosseto, Dip. Archeologia e Storia delle Arti, LAP&T, Convento Clarisse,
Grosseto
sordini@lapetlab.it

1. Introduzione¹

Reperire informazioni su tecnologie *leading-edge* tramite strumenti tradizionali comporta uno sforzo notevole e un dispendio di tempo a cui non corrispondono risultati apprezzabili². La via più rapida, efficace ed economica è costituita dal WEB. A conclusione del presente volume intendiamo raccogliere e proporre una breve rassegna di link utili pubblicati nella sezione link del sito www.lapetlab.it. Il nostro contributo non ha certo la pretesa di coprire in modo esaustivo la materia, basti pensare che la ricerca in Google di *laser scanner archaeology* restituisce 85200 links mentre *GPS archaeology* ne conta ben 370.000. L'indirizzo deve essere inteso come una proposta, un possibile punto di riferimento da cui partire per esplorare il WEB in relazione a questi argomenti e trovare alcune risposte sui principi tecnici dei metodi di rilevamento e dispositivi, sui produttori di strumenti, di software e infine di applicazioni archeologiche.

2. 3D Laser scanner

Il primo passo per farsi un'idea delle risorse presenti nella Rete è costituito come noto dall'uso dei motori di ricerca. Prima di avviare la ricerca è necessario individuare una serie di "key-words". Per gli scanner tridimensionali abbiamo messo in relazione con "*laser scanner*" e "*archaeology*" i seguenti lemmi: *products, hardware, software, tutorial, case study, lidar, application, reverse engineering, 3D*.

2.1 Hardware

Tra i vari strumenti disponibili sul mercato, e potenzialmente adatti a lavorare per esigenze archeologiche, possiamo distinguere due macro segmenti:

- Laser terrestri costituiti da sensori finalizzati al rilievo di oggetti di piccole dimensioni fino a sensori per il rilievo 3D di strutture (monumenti) o ampie superfici (piccole porzioni di territorio).
- Sensori aviotrasportati per il rilievo tridimensionale del territorio (LIDAR: Light Detection and Ranging).

2.1.1 Laser Terrestri

Faro

<http://www.faro.com>

iQvolution

<http://www.iqsun.com>

Riegl

<http://www.riegl.com>

Leica Geosystem

<http://hds.leica-geosystems.com>

¹ Matteo Sordini ha raccolto e scritto la parte 2 (3D laser scanner) mentre Stefano Campana la parte 3 (GPS).

² Sulla questione si rimanda a GUERMANDI 1997 e CAMPANA 2001.

Konicaminolta

<http://www.konicaminolta-3d.com>

Trimble

<http://www.trimble.com>

Acuityresearch

<http://www.acuityresearch.com>

Cyberware

<http://www.cyberware.com>

Salmoiraghistrumenti

<http://www.salmoiraghistrumenti.it>

Mueller

<http://www.muller.ch>

3D Scanners

<http://www.3dscanners.com>

Arius3D

<http://www.arius3d.com>

Cyberware

<http://www.cyberware.com>

Cyra

<http://www.cyra.com>

Datapixel

<http://www.datapixel.com>

Digibotics

<http://www.digibotics.com>

Callidus

<http://www.callidus.de>

Kreon Technologies

<http://www.kreon3d.com>

Laser Design, Inc.

<http://www.laserdesign.com>

Metricvision

<http://www.metricvision.com>

Nextec

<http://www.nextec-wiz.com>

Optimet

<http://www.optimet.com>

Perceptron

<http://www.perceptron.com>

Polhemus

<http://www.polhemus.com>

Shapegrabber

<http://www.shapegrabber.com>

Surphaser

<http://www.surphaser.com>

Wolf & Beck:

<http://www.wolfbeck.com>

2.1.2 Laser Aviotrasportati

<http://www.aeromap.com>

<http://www.helica.it>

<http://www.cgrit.it>

<http://www.3dlasermapping.com>

2.2 Software:

Per poter processare i dati ottenuti dal rilievo laser occorre dotarsi di pacchetti software adeguati. L'acquisizione dei punti tramite laserscanner costituisce una fase relativamente semplice dell'attività. L'elaborazione delle dato grezzo, *point-clouds*, costituisce attualmente il collo di bottiglia di questa tecnologia. E' questa operazione particolarmente complessa in cui l'utente deve tener presente i numerosi fattori che possono condizionarne il risultato. Cominciamo dall'angolo rotazione dello scanner, variabile in genere da 40 a 60 gradi. Ciò comporta che per rilevare interamente la superficie desiderata occorrono piu' scansioni. Queste dovranno essere riunite e georeferenziarte in post-processing in un'unica ponit-cloud. Dopo aver generato una unica mesh elaborando opportunamente i punti acquisiti (pulitura e riduzione del "rumore", interpolazione dei punti) questa deve essere trattata in modo da eliminare i buchi contenuti al suo interno e correggere le facce anomale. Infine generalmente si procede alla creazione di mesh con diversi livelli di dettaglio in modo da poter scegliere di volta in volta la più adeguata a diverse esigenze di gestione e rappresentazione. Per poter svolgere queste operazioni occorre dotarsi di software reverse-engineering.

Alcune delle società che producono gli strumenti offrono software dedicati. Questi prodotti come emerge chiaramente dal *paper* di Roberto Scopigno sono in genere considerati insufficienti dagli utenti. Per tale motivo abbiamo deciso di allargare la nostra rassegna ad alcune delle soluzioni prodotte da terze parti. Al termine del processo di elaborazione per completare il modello, occorre esportare la mesh generata dal software di reverse-engineering in un programma di elaborazione 3D nel quale applicare una texture fotografica al modello. In questo caso l'offerta sul mercato del software è molto ricca ma bisogna prestare particolare attenzione alla compatibilità tra formati poiché non tutti i programmi 3d sono compatibili con i formati delle mesh.

2.2.1 Software Reverse-Engeneering

Paraforms

<http://www.paraform.com/paraform.html>

Imageware Surfacer

<http://www.mayamatrix.com/surfacer>

TECHNODIGIT -3D Reshaper

http://www.technodigit.com/fr1/Fr_technodigit.htm

InnovMetric Software – Polyworks

www.innovmetric.com/

Raindrop Geomagic-Geomagic

www.geomagic.com/

Creative Dezign Concepts - Solid Works

<http://www.solidworks.com/index.html>

Leica geosystem - Cyclone

<http://hds.leica-geosystems.com/products/cyclone41.html>

IMTEC - Spatial Analyzer

<http://www.imtecgrouop.com/SpatialAnalyzer,%20SA.htm>

FarField

<http://www.farfieldtechnology.com/>

UGS - Imageware

<http://www.ugs.com/index.shtml>

BENTLEY – MicroStation

<http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/>

INUS Technology - Rapidform

<http://www.rapidform.com/>

3Space- FastSCAN

<http://www.polhemus.com/>

Alias – SurfaceStudio

http://www.alias.com/glb/eng/products-services/product_details.jsp?productId=1800008

Delcam-CopyCAD

<http://www.delcam.com/>

2.2.2 Software Elaborazione 3D

Softimage XSI

<http://www.softimage.com/home/>

Easymodel

<http://www.jthesing.com/easymodel/easymain.htm>

Amira

<http://www.amiravis.com/>

Cinema 4D

<http://www.maxon.net/>

3D Shockwave

<http://www.macromedia.com/>

3D Studio Max

<http://www.autodesk.com>

Animation Master

<http://www.hash.com/>

Rhinoceros

<http://www.rhino3d.com/>

Maya

<http://www.alias.com>

Corel Dream 3D

<http://www.corel.com/>

AC3D

<http://www.ac3d.org/>

Lightwave

<http://www.lightwave.com/>

Model Magic 3D

<http://www.imagewaredev.com/>

Vue infinite

<http://www.e-onsoftware.com/>

Bryce

<http://bryce.daz3d.com>

RenderMan

<https://renderman.pixar.com/>

World Builder

<http://www.digi-element.com/>

2.3 Risorse didattiche & Tutorials:

In questo ambito la rete offre una vastissima gamma di informazioni con la sola controindicazione di essere spesso frammentate in risorse generali sull'uso di diversi strumenti, sulle elaborazioni del dato, sulle tante differenti problematiche in cui subentrano vari settori disciplinari responsabili della realizzazione di questa tecnologia. Troviamo siti web che trattano i principi di funzionamento dei diversi tipi di sensori, tra cui spiccano, www.3Dlinks.com con una ricca sezione dedicata all'hardware degli scanners (http://www.3dlinks.com/hardware_scanners.cfm), <http://www.Lidar.com>, un sito interamente dedicato alle caratteristiche e principi di funzionamento del sensore aviotrasportato Lidar. Tra i siti dedicati alla gestione e trattamento con software reverse-engineering del dato grezzo segnaliamo <http://perso.club-internet.fr/dpo/numerisation3d>, una raccolta di articoli e collezioni di links a organizzazioni accademiche ed industriali che lavorano nel campo del 3-D surface scanning. Tra i siti dedicati all'elaborazione grafica delle mesh con

programmi di computer grafica riteniamo particolarmente interessanti www.simple3d.com, rivolto alle tecnologie usate per creare modelli, misurazioni e per trasferire oggetti nello spazio tridimensionale e www.Highend3d.com un portale dedicato interamente alla computer grafica 3D, ricco di tutorials, plug-in e freeware piuttosto ricco per quanto riguarda le problematiche di modellazione, texturing e rendering.

Questa sezione dell'indirizzo è stata suddivisa in tre parti, la prima dedicata alle caratteristiche tecnico/funzionali dei sensori e dei principi di funzionamento, la seconda a informazioni e tutorial sul reverse-engineering, la terza sulle risorse nell'ambito dell'elaborazione grafica 3D.

2.3.1 Caratteristiche e principi di funzionamento dei sensori laser

Articoli e collezioni di links a organizzazioni accademiche ed industriali che lavorano nel campo del 3-D surface scanning.

<http://perso.club-internet.fr/dpo/numerisation3d/>

3Dlinks.com e' una sezione dedicata all' hardware degli scanners.

http://www.3dlinks.com/hardware_scanners.cfm

Sito interamente dedicato al sensore aviotrasportato LIDAR

<http://www.lidar.com>

Tutorial della Nasa sull'uso del LIDAR

http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/sparcle/sparcle_tutorial.html

Introduzione alla tecnologia LIDAR

<http://pcl.physics.uwo.ca/pclhtml/introlidar/introlidarf.html>

Home page del "LIDAR Group" dell'universita' del Wisconsin

<http://lidar.ssec.wisc.edu/>

Guida ai prodotti di Computer Grafica mondiale che include una lista di strumenti nella sezione Hardware

<http://cgw.pennnet.com/ProductGuide/>

Possibili applicazioni del Laser scanner

http://www.isite3d.com/case_studies.html

Risorse messe a disposizione dalla NASA sul LIDAR

<http://lidardev.larc.nasa.gov/>

NOAA ETL " Divisione LIDAR"

<http://www2.etl.noaa.gov/>

2.3.2 Reverse engineering

Il sito ha una sezione interamente dedicata alla digitalizzazione 3D e Reverse Engineering

<http://www.wohlersassociates.com/>.

Introduzione al reverse engineering

http://home.att.net/~castleisland/scn_c.htm

Risorse varie su reverse-engineering, computer grafica e visualizzazione.

<http://www.nthd.org/nthd/>

Cenni teorici sul reverse-engineering.

http://www.pilot3d.com/rev_engr.htm

Relazione sulla creazione di superfici dalle nuvole di punti

http://www.photogrammetry.ethz.ch/general/persons/fabio/tarasp_modeling.pdf

2.3.3 Computer grafica

Simple 3D e' un sito sulle tecnologie usate per creare modelli 3d, misurazioni 3d e trasportare oggetti nello spazio 3d.

<http://www.simple3d.com/>

Portale di Computer Grafica ricco di risorse di ogni genere sulla materia.

<http://www.highend3d.com>

Portale Italiano di computer grafica

<http://www.treddi.com>

Varie risorse di computer grafica

<http://www.renderosity.com/>

Portale di Computer Grafica, ricco di risorse, tutorial, informazioni di vario genere.

<http://www.help3d.com/>

Tutorials specifici connessi con varie problematiche della Computer Grafica

<http://www.cc.gatech.edu/gvu/multimedia/nsfmmedia/cware/graphics/toc.html>

2.4 Casi di studio

Abbiamo deciso di focalizzare l'attenzione sulle esperienze condotte dai maggiori centri di ricerca nazionali ed internazionali omettendo i casi di studio proposti sui siti delle varie società che commercializzano i sensori laser.

Per quanto riguarda il panorama italiano della ricerca archeologica, un ruolo di primo piano nella sperimentazione di questo strumento e sue applicazioni è ricoperto dal Virtual Heritage LAB (ITABC-CNR; <http://www.itabc.cnr.it>). Nel sito troviamo alcuni esempi di applicazioni in cui sono evidenziati in linea generale vantaggi e problematiche connesse all'uso dello strumento. Nello stesso sito sono accessibili le relazioni sui progetti conclusi e in corso.

Da segnalare il rilievo architettonico del foro di Pompei con tecnologia laser scanner 3D: il progetto vede coinvolti la Soprintendenza archeologica di Pompei, il Dipartimento e la Facoltà di Architettura di Ferrara, il centro DIAPREM e la Kacyra Family Foundation, ed è visibile sulla pagina web <http://www.pompeisites.org/>.

Il LIAAM, laboratorio di informatica applicata all'archeologia dell'Università di Siena ha avviato una sperimentazione di questa tecnologia sia per la documentazione di reperti archeologici, sia per edifici e superfici di scavo: in rete è possibile trovare informazioni a riguardo, all'interno del portale di archeologia medievale dell'Università di Siena (<http://archeologiamedievale.unisi.it>).

Il Centro ricerche archeologiche e scavi di Torino per il Medio Oriente e l'Asia ha avviato alcune sperimentazioni di rilievo laser in medio oriente, con la previsione di pubblicare i rilievi in un percorso virtuale attraverso un filmato ad alta risoluzione.

In ambito internazionale un ruolo significativo è svolto dal sito della *Computer Applications And Quantitative Methods in Archaeology* dove è possibile trovare una ampia gamma di esperienze applicate a contesti molto diversi, LIDAR, laser scanner per oggetti e monumenti (<http://www.arch.soton.ac.uk/>). Molto interessante abbiamo trovato l'esperienza della scansione dello scavo di Tamboo Colorado condotta dal team del "Center for Design Visualization at the University of California", ottenuto integrando il dato LIDAR con quello rilevato dallo scanner terrestre (<http://www.farfieldtechnology.com/casestudies/>).

All'interno del sito dell' "International Society for Photogrammetry and Remote Sensing" è possibile visionare gli atti dell' "ISPRS Workshop Laser scanning 2005": sono affrontate varie problematiche specifiche connesse con l'applicazione di queste tecniche.

Nel portale "English Heritage" è possibile visionare in linea generale i risultati dell'applicazione del sensore LIDAR per lo studio, il monitoraggio e la gestione del sito di Stonehenge (<http://www.english-heritage.org.uk/server/show/nav.8880>)

Segnaliamo infine che sulle Home page dei maggiori centri di ricerca ed Università è possibile scaricare relazioni in formato PDF su progetti conclusi, su casi specifici connessi con l'uso di questa tecnologia e con la sua integrazione con altre metodologie.

2.4.1 Casi di Studio

Home page del Laboratorio di tecnologie applicate ai beni culturali del CNR

<http://www.itabc.cnr.it>

Centro ricerche archeologiche e scavi di Torino per il medio oriente e l'Asia

<http://www.centroscavatorino.it/index.htm>

Informatica applicata all'archeologia, home page dell'Università di Southampton.

<http://www.arch.soton.ac.uk/>

Portale di Archeologia medievale dell'Università di Siena

<http://archeologiamedievale.unisi.it>

Rilievo architettonico del foro di Pompei con tecnologia laser scanner 3D

<http://www.pompeiiisites.org/> ; http://www.rsarch.cn/chinese/article/22-Balzani_Santopuoli.pdf

Portale di scienze in cui viene trattato l'argomento

<http://newton.corriere.it/index.shtml>

Rilievo dello scavo Colorado Bamboo, in sud America.

<http://www.farfieldtechnology.com/casestudies/>

Home page del LIAAM, Laboratorio di informatica applicata all'archeologia dell'Università di Siena

<http://192.167.112.135/NewPages/LABORATORIO/index.html>

Helica - Applicazioni lidar all'archeologia

<http://www.helica.it/ita/prod/archeo.asp#>

English Heritage – LIDAR

<http://www.english-heritage.org.uk/server/show/nav.8880>

International Society for Photogrammetry and Remote Sensing

<http://www.isprs.org/>

Virtualizzazione del plastico di Roma Antica

<http://www.iath.virginia.edu/images/pdfs/Plastico.pdf>

Applicazioni Laser Scanner negli scavi Archeologici

<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Torino2005/226.pdf>

Integrazione delle scansioni laser ad alta risoluzione con tecniche fotogrammetriche per la documentazione delle piramidi a Giza.

<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Torino2005/470.pdf>

University of Arkansas - Resource Center for Heritage Visualization

<http://www.cast.uark.edu/cast/nrchv/NRCHVWeb/3DModelLaserIndex.html>

Laser Scanning Consortium Australia & New Zealand: consorzio per lo scambio di idee e per promuovere l'uso degli scanner terrestri.

<http://www.cage.curtin.edu.au/lascan/>

University of Otago; sito dedicato a tecniche di surveying, con una sezione dedicata al Laser scanner.

http://www.surveying.otago.ac.nz/facilities/laser_scanner/index.html

Home page dell'"Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung", Austria; all'interno è presente un'ampia sezione in cui viene esposta l'attività di ricerca dell'istituto.

<http://www.ipf.tuwien.ac.at/research/research.html>

Virtual Reality Applications Center, Iowa State University: laser scanner e realtà virtuale.

<http://www.ctre.iastate.edu/pubs/vrls.pdf>

Università di Ferrara: "3D, archeologia e paleoantropologia".

http://web.unife.it/progetti/preistoria/3d/img/3d_ismenia.htm

Progetto "INTERREG IIIA ITALIA SLOVENIA 2000-2006": all'interno del sito è possibile visionare una sezione interamente dedicata alla ricerca su sensori laser terrestri e aviotrasportati.

<http://geomatica.uniud.it/progetti/laserscan/>

University of New South Wales: "scansioni laser terrestri".

<http://www.gmat.unsw.edu.au/currentstudents/ug/projects/waud/waud.htm>

Raccolta di Links dedicati al "3d Scanning e Reconstruction"

<http://w3.impa.br/~pcezar/3dp/original/scan-fausto.html>

Impiego del sensore laser aviotrasportato per la costruzione di un "URBAN GIS 3D":

<http://www.gisdevelopment.net/application/urban/products/urbanp0007pf.htm>

3. GPS

“Sebbene in numerosi progetti archeologici si faccia riferimento all’uso di sistemi GPS, nel corso della nostra navigazione non abbiamo individuato pagine dettagliate sull’uso del GPS in archeologia”. Così inizia la breve sezione dedicata alle risorse sul GPS per l’archeologia in internet in un contributo molto simile scritto in occasione del XI International School in Archaeology³. In cinque anni la situazione è decisamente cambiata probabilmente complice la soppressione della Selective Availability. Oltre ai siti che frequentiamo abitualmente la sezione è stata arricchita tramite una ricerca in Google utilizzando le seguenti chiavi di ricerca nella versione inglese e italiana: GPS, archaeology, research Project, device, receiver, base/reference station, resellers, mobile GIS, PDA, Tablet PC..

L’indirizzario è stato organizzato in directories generali e portali, rivenditori, tutorial, casi di studio ed infine una serie di siti che offrono indicazioni su stazioni permanenti da cui scaricare i dati per la correzione differenziale.

3.1.1 Directories generali

Questa sezione correva il rischio di essere estremamente dispersiva per questo abbiamo deciso di limitare la selezione ai portali più significativi e frequentati. I primi link sono doverosamente dedicati ai gestori dei tre sistemi di georeferenziazione satellitari, NAVSTAR-GPS, GLONASS e GALILEO. Seguono i portali della NASA, vari enti governativi degli Stati Uniti ed infine il portale commerciale GPS word.

NAVSTAR - GPS (Department of Defense and the Department of Transportation - USA)

<http://tycho.usno.navy.mil/gps.html>

GLONASS Information Sources

http://www.glonass-center.ru/frame_e.html

GALILEO - European Satellite Navigation System (European Community)

http://www.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/index_en.htm

International GPS Service (IGS – NASA)

<http://igsceb.jpl.nasa.gov/>

The Southern California Integrated GPS Network (NASA-JPL)

<http://scign.jpl.nasa.gov/>

The National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing Executive Committee (USA)

<http://pnt.gov/>

National Geodetic Survey (USA)

<http://www.ngs.noaa.gov/>

GPS Sources (University of Arkansas)

<http://www.cast.uark.edu/local/gps/gpssource.html>

GPS world

<http://www.gpsworld.com/gpsworld/>

3.1.2 Rivenditori hardware & software

I primi quattro siti fanno riferimento ai più importanti costruttori di GPS professionali, Leica, Trimble, Ashtech e Navcom. A questi seguono numerosi link a prodotti di fascia medio bassa che rivestono interesse per molte applicazioni archeologiche in cui, tendenzialmente, è richiesta minore precisione, autonomia e affidabilità. Successivamente abbiamo indicato alcuni link a cui fare riferimento per acquistare strumenti, accessori e software on-line. Infine proponiamo un breve elenco è dedicato alle più note soluzioni mobile GIS disponibili sul mercato.

Leica Geosystems

<http://www.leica-geosystems.com/>

Trimble

<http://www.trimble.com/>

³ CAMPANA 2001, pp.73-94.

Thales

<http://products.thalesnavigation.com/en/>

NAVCOM Technology Inc.

<http://www.navcomtech.com/>

Garmin

<http://www.garmin.com/>

Magellan Corporation

<http://www.magellangps.com/en/>

DeLorme - Maps and Mapping Software

<http://www.delorme.com/>

TeleType GPS for Windows CE, Pocket PC, Land, Air, Water Navigation

<http://www.teletype.com/>

TomTom

<http://www.tomtom.com/>

Socket Communications: GPS with Bluetooth Wireless Technology

<http://www.socketcom.com/product/gps.asp>

Navman

<http://www.navman-pcn.com/>

Adventure GPS products

<http://gpsinformation.net/>

The GPS store

<http://www.thegpsstore.com/>

Rivenditore di GPS Bluetooth

<http://www.mobit.com/arbluetooth.html>

GPS warehouse

<http://www.gpsw.co.uk/index.html>

GIS Lounge - Mobile and Field GIS

<http://gislounge.com/ll/mobilegis.shtml>

Complete Pen Computer System for Archaeological Survey and Site Recording

<http://www.penmap.com/archaeology.htm>

Software mobile GIS ArcPad/ArcGIS

<http://www.esri.com/software/arcgis/about/mobile-desktop.html>

<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisengine/index.html>

MobileMatriX - Mobile Mapping and Data Collection Software

http://www.leica-geosystems.com/corporate/en/products/software/lgs_5316.htm

MapInfo MapX Mobile

<http://extranet.mapinfo.com/products/Overview.cfm?productid=1661&productcategoryid=1>

FieldWorker – rapid application development tool for mobile solutions

<http://www.fieldworker.com/>

3.1.2 Tutorial

I primi quattro link fanno riferimento a tutorial generalisti messi a punto da importanti centri di ricerca americani mentre i seguenti sono il frutto di iniziative commerciali nei quali oltre a informazioni tecniche e teoriche generali si possono trovare guide specifiche agli strumenti di fascia medio-bassa più diffusi (Garmin, Magellan, ecc.).

The Global Positioning System (Department of Geography - University of Colorado)

http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html

The on-line interactive SCIGN Education Module (NASA-JPL)

<http://scign.jpl.nasa.gov/learn/gps.htm>

GPS - Geodesy and Application Program (University of Maine)

<http://www.spatial.maine.edu/~leick/>

Sam Wormley's GPS Resources

<http://www.edu-observatory.org/gps/tutorials.html>

Ottimo elenco di link a numerosi Tutorial generali e specifici

<http://gpsinformation.net/#tutorial>

Navtech Seminars and GPS Supply

<http://www.navtechgps.com/>

Glossary of GPS Related Terms

<http://www.navtechgps.com/glossary.asp>

Leick's Home Page - The Global Positioning Systems (GPS) Resource Library

<http://www.gpsy.com/gpsinfo/>

Manuali online

<http://www.manuali.net>

Think GIS

http://www.esriuk.com/OurCompany/ESRIUK_News.asp

3.1.3 Casi di studio

Questa sezione presenta una piccola parte della letteratura e dei casi di studio pubblicati in rete espressamente dedicati alle attività archeologiche. La selezione è stata realizzata cercando di presentare il più ampio ventaglio di applicazioni all'archeologia e quindi le lacune connaturate ad un workshop nazionale. A tale proposito tra i progetti e le esperienze più significative che abbiamo incontrato nella nostra ricerca segnaliamo il lavoro di Tripcevich (Università della California at Santa Barbara) e di Ryan (University of Kent at Canterbury) sulle applicazioni mobile GIS.

Laboratorio di Archeologia dei Paesaggi e Telerilevamento (Università di Siena)

<http://192.167.118.99/CCGBA/laboratori/lapetlab/pagine/svilupposistemigispda.html>

Mobile GIS in Archaeological Survey (University of California Santa Barbara)

http://colca.mapaspects.org/papers_talks/tripcevich04_ArchRecord4-3.pdf

http://colca.mapaspects.org/papers_talks/Tripcevich04_CAGIS31-3.pdf

FieldNote: extending a GIS into the field (Computing Laboratory- University of Kent at Canterbury)

<http://www.cs.kent.ac.uk/projects/mobicomp/Fieldwork/Papers/CAA98/MobileGIS.html>

FieldNote Desktop: an Experimental Spatio-Temporal Information System (Computing Laboratory- University of Kent at Canterbury)

<http://www.cs.kent.ac.uk/projects/mobicomp/Fieldwork/Papers/Bilbao/FieldNoteDesktop.html>

Enhanced Reality Fieldwork: the Context Aware Archaeological Assistant (Computing Laboratory- University of Kent at Canterbury)

<http://www.cs.kent.ac.uk/projects/mobicomp/Fieldwork/Papers/CAA97/ERFldwk.html>

Mapping Strategies at the Archaeological Site of Chavín de Huántar – Peru (Stanford University)

<http://www.sonoma.edu/users/p/poe/Chavin/Default.html>

Maps of Crimea (Ukraine) with coordinates of archaeological monuments obtained with GPS in 1999-2001 (Technical University Saint-Petersburg)

<http://www.archmap.narod.ru/indexe.htm>

Archaeological Computing Laboratory (Sydney University)

http://www.acl.arts.usyd.edu.au/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=57

Integration of Global Positioning Systems into Archaeological Field Research: A Case Study from North Kohala, Hawai'i Island (University of Auckland-New Zealand & University of Hawai'i at Manoa)

<http://www.anthropology.hawaii.edu/projects/harp/goals.html>

GPS, archaeology and spatial data: El Gandul, a case study (University of Southampton)

<http://www.arch.soton.ac.uk/acrg/default.asp?D=1&SD=2&SSD=5>

Il paesaggio del kazakhstan: progetto di ricerca geoarcheologica fra Italia e Kazakhstan (ITABC-CNR)

http://www.itabc.cnr.it/VHLab/Projects_kazakhstan.htm

Archaeological Park of ancient via Appia. From the field to Virtual Reality applications (ITABC-CNR)

<http://www.appia.itabc.cnr.it/>

Telerilevamento e Realtà Virtuale: il paesaggio archeologico di Aksum (ITABC-CNR)

http://www.itabc.cnr.it/VHLLab/Projects_Aksum.htm

Progetto Mozan/Urkes: un approccio integrato all'archeologia con tecnologie digitali (ITABC-CNR)

http://www.itabc.cnr.it/VHLLab/Projects_Urkesh.htm

Survey on the Amheida Project, Dakhleh Oasis in the Western Desert of Egypt (MoLAS geomatics team & Columbia University-New York)

<http://www.molas.org.uk/projects/annualReviews.asp?aryear=2003&category=9§ion=1>

Museum of London Archaeology Service Geomatics Report

http://www.mcah.columbia.edu/amheida/html/2002_field_reports/molas_report.html

Using GIS and GPS in Landscape Archaeology: A Predictive Modeling Example from Western Nebraska

http://www.gis.iastate.edu/gisday04/PostersTalks/Otarolla_04.pdf

GPS and Wetland Archaeology (University of Hull - Centre for Wetland Archaeology)

<http://www.hull.ac.uk/wetlands/publicity/mensura.htm>

Arc-Team - *Open Archaeology*

http://www.arc-team.com/html_it/OpenSource_it/Applicazioni.html

Mapping the medieval urban landscape (Queen's University Belfast)

http://www.qub.ac.uk/urban_mapping/index.htm

English Heritage

<http://www.english-heritage.org.uk/server/show/nav.1197>

IL GIS per il rilevamento di terreno con Tablet PC

http://www.terranova.it/Manualistica/MapIt/webhelp/index_ITL3.htm

Strata software house

<http://www.penmap.com/>

3.1.4 Correzione differenziale

In questa sezione indichiamo brevemente una serie di link cui fare riferimento per la correzione differenziale tramite sistemi local area (*post-processing* e RTK, *Real Time Kinematic*) e wide area.

Le reti di stazioni permanenti riportate non coprono tutto il territorio nazionale ma possono essere indicative del tipo di servizio che è necessario ricercare sia in rete sia presso associazioni di geometri, rivenditori di strumenti o ancora presso gli enti predisposti alla gestione del territorio della propria regione o provincia.

Rete di stazioni permanenti GPS della Regione Toscana

<http://www.faradsrl.it/primopiano.php?id=2>

Stazione di riferimento (Università di Siena - Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti)

<http://shaq.archeo.unisi.it/gps/>

<http://www.gpslombardia.it/>

Rete di stazioni permanenti GPS della Regione Friuli Venezia Giulia

<http://www.regione.fvg.it/asp/gps/GPS/txt.htm>

Rete di stazioni permanenti GPS della Regione Umbria

Codevintec - Reti di Stazioni Permanenti

<http://www.codevintec.it/GPSrefStat.htm>

Istituto di Ricerca per l'Ecologia e l'Economia Applicate alle Aree Alpine (Regione Lombardia - Politecnico di Milano)

<http://www.faradsrl.it/primopiano.php?id=4>

Sistema WAAS/EGNOS

<http://www.elmeg.caserta.it/PR/03/PR03L.htm>