



Università della Terza Età "Cardinale Giovanni Colombo" – Milano

A.A. 2023 - 2024

Corso di Archeoastronomia

Docente : **Adriano Gaspani**

Lezione 15

L'Archeoastronomia e la tecnologia spaziale

Rilievo Archeoastronomico

Nuove tecniche di studio dei siti archeologici
astronomicamente significativi

(dalla tecnologia spaziale)

Il rilievo archeoastronomico di un sito archeologico viene sempre eseguito nel sistema di coordinate altazimutali.

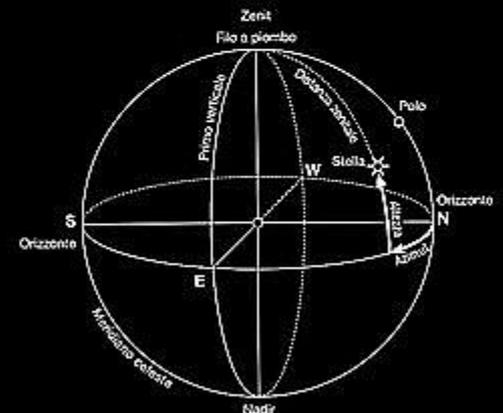
Si misurano:

Azimut (Az)

Altezze Angolari (ho)

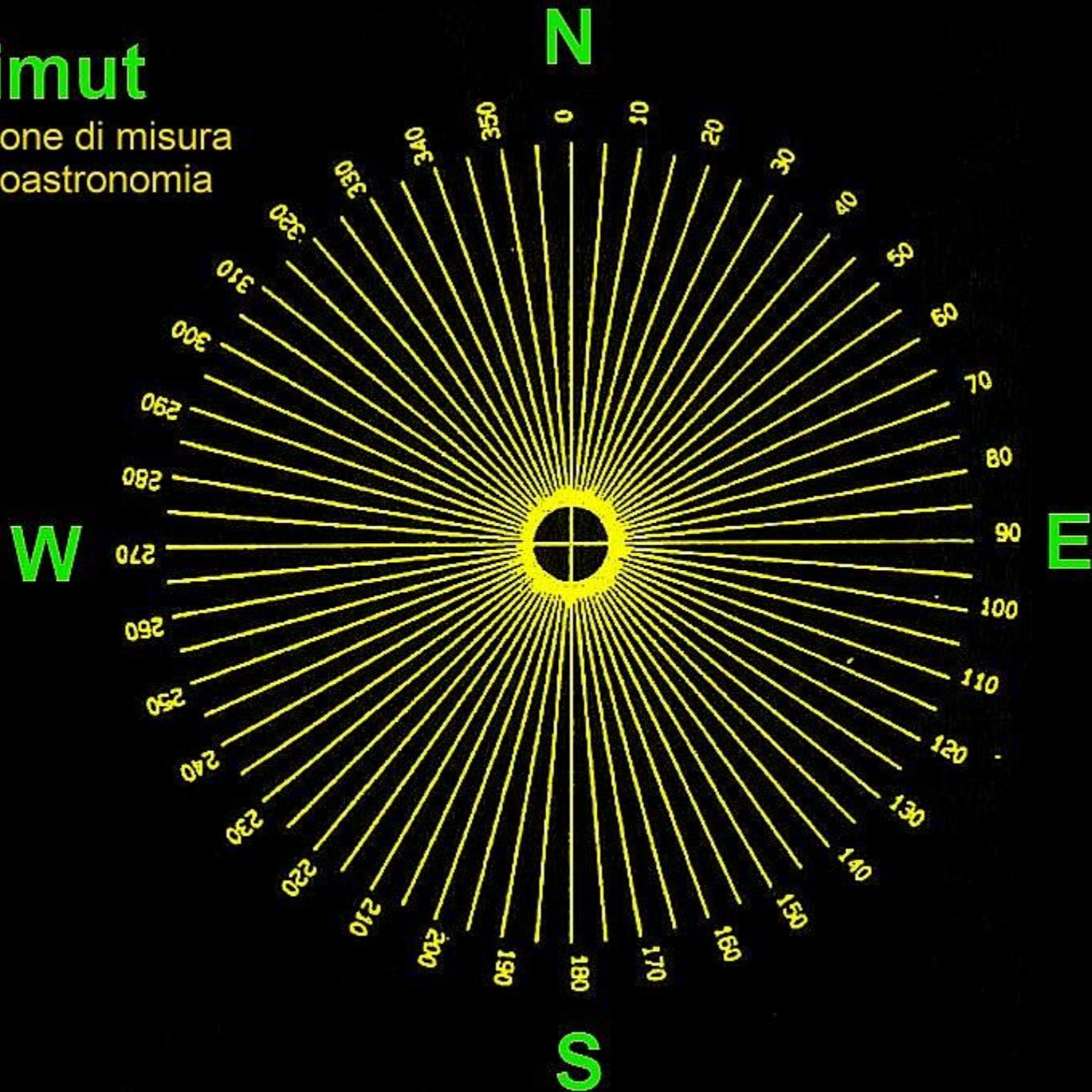
per ogni singolo allineamento

Coordinate Altazimutali



Azimut

Convenzione di misura
in Archeoastronomia



Azimut Geodetico e Azimut Astronomico

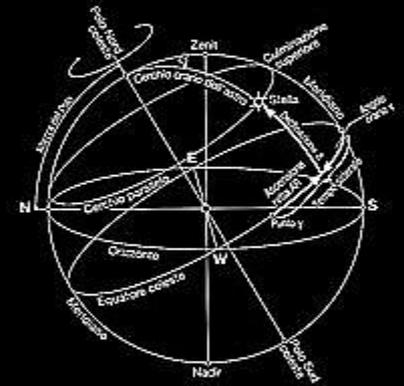
L'Azimut geometrico si misura su una proiezione stabilita da un certo Datum.

Se il Datum è il WGS84 allora l'Azimut geodetico corrisponde all'Azimut astronomico

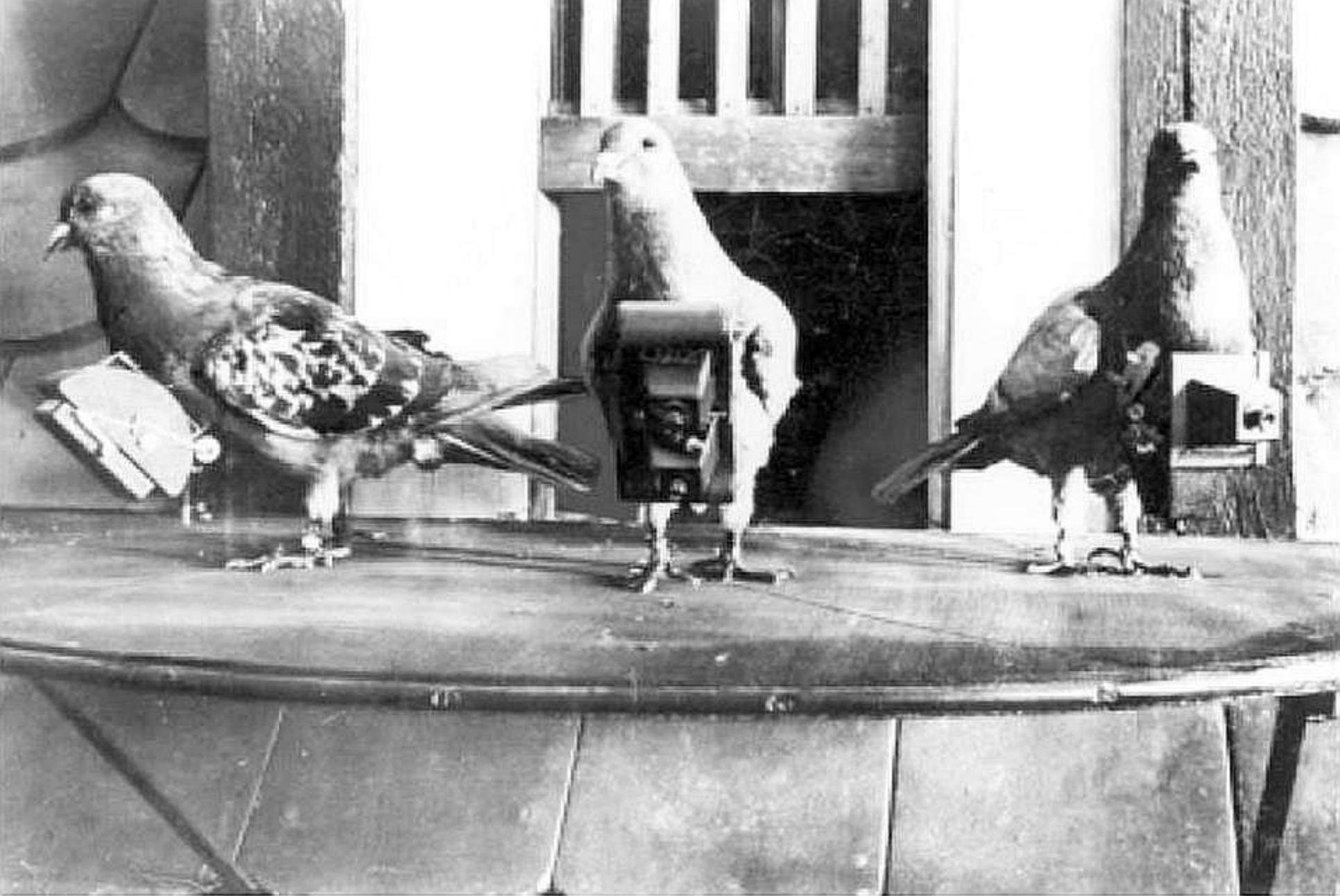
I calcoli astronomici vanno invece eseguiti nel Sistema Equatoriale

Ascensione Retta (α)
Declinazione (δ)

Coordinate Equatoriali



per ogni singolo allineamento



Tecniche di telerilevamento del 1909

Rilievo Archeoastronomico

Telerilevamento satellitare



GeoEye



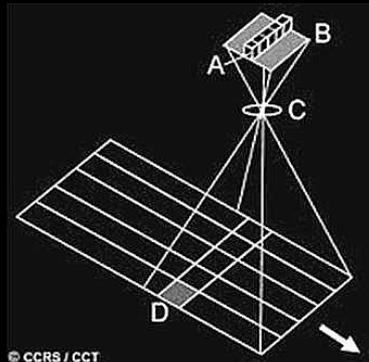
OrbView



QuickBird

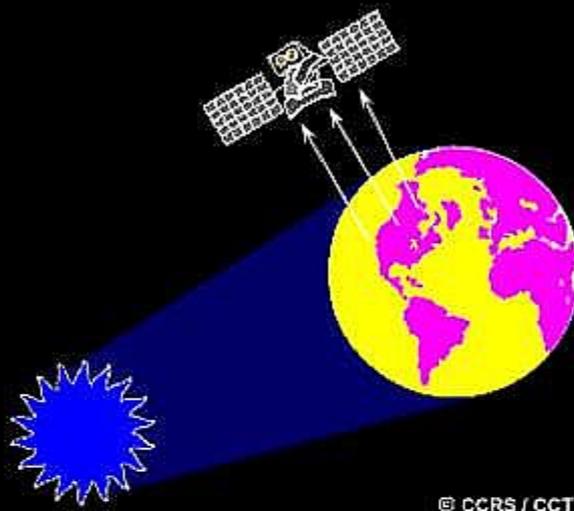


Ikonos

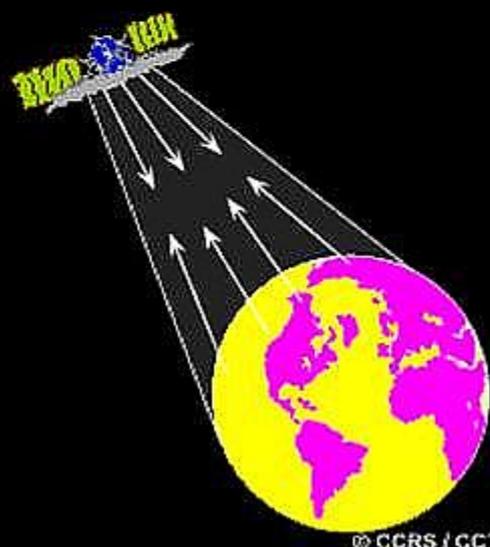


Principi fondamentali

- Telerilevamento attivo e passivo



Telerilevamento passivo: il sensore misura la radiazione naturalmente disponibile (emessa o riflessa dagli oggetti). Per tutte le energie riflesse, questo può avvenire solo quando il sole illumina la Terra, per cui la notte non c'è energia riflessa disponibile. L'energia che viene naturalmente emessa (come quella dell'infrarosso termico) può essere registrata sia di giorno che di notte, purché la quantità di energia sia tale da essere registrata.



Telerilevamento attivo: il sensore emette la radiazione (propria fonte di energia) che è diretta verso l'oggetto che deve essere osservato. La radiazione riflessa dall'oggetto è registrata e misurata dal sensore. I vantaggi sono la capacità di ottenere misure in ogni istante, senza problemi legati al momento del giorno o della stagione, e l'utilizzo di radiazioni di varie λ . Lo svantaggio è che sono richieste grosse quantità di energia.

Evoluzione storica

La fotografia aerea diventò uno strumento riconosciuto durante la Prima Guerra Mondiale e lo fu a pieno durante la Seconda.

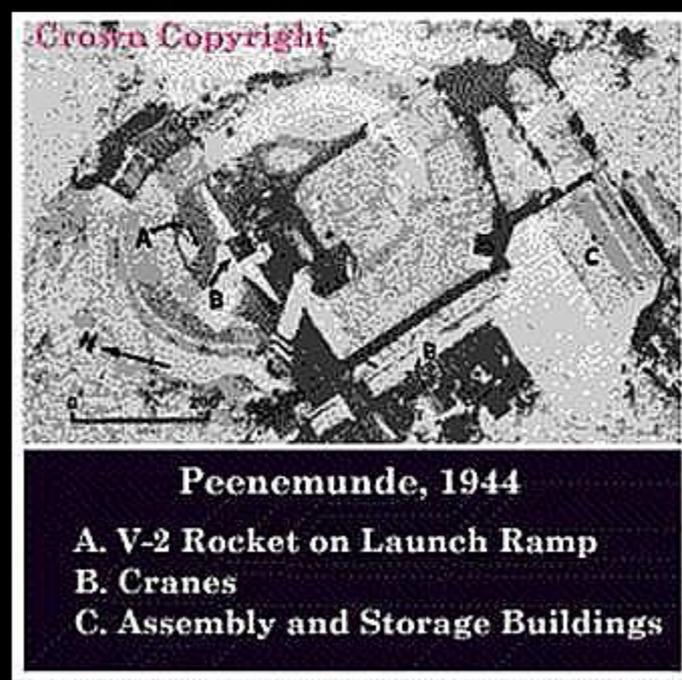
L'entrata ufficiale dei sensori nello spazio cominciò con l'inclusione di una macchina fotografica automatica a bordo dei missili tedeschi V-2.

L'avvento dello Sputnik nel 1957 rese possibile il montaggio di macchine da ripresa su navicelle in orbita.

I sensori che acquisivano immagini in Bianco e Nero sulla Terra vennero montati su satelliti meteorologici a partire dal 1960.

Altri sensori sugli stessi satelliti potevano poi eseguire sondaggi o misure atmosferiche.

- 1837 - Prima fotografia in b/n: Daguerre
- 1858 - Prima fotografia aerea: G.F. Tournachon
- 1904 - Prima mappa topografica a partire da fotografia aerea: Fourcade
- 1909 - Wilbur Wright utilizza la prima camera aerofotografica
- 1935 - Kodak introduce la pellicola a colori
- 1941 - Si comincia ad impiegare film in IR (b/n)



Introduzione

- 1943 - Invenzione del radar
- 1944 - Si comincia a utilizzare film in IRC
- 1955 - Sviluppo della ortofoto
- 1957 - Invio del primo satellite nello spazio (Sputnik)
- 1959 - Invenzione delle analisi multispettrali (U. of Michigan)
- 1966 - Prime foto dallo spazio (Apollo 9)
- 1967 - Invenzione del radar ad apertura sintetica (U. of Michigan)



Un sistema radar per l'acquisizione di immagini SAR (Synthetic Aperture Radar) è stato il primo sensore a bordo di Seasat.

Il primo sistema SAR non-militare fu installato dal JPL a bordo dello Space Shuttle nel 1981 nella missione SIR-A (Shuttle Imaging Radar).

Altre nazioni realizzarono poi altri sensori simili o con distinte capacità.

Il telerilevamento raggiunse una successiva maturità, con sistemi operativi per l'acquisizione di immagini sulla Terra con una certa periodicità, nel 1970 con strumenti a bordo dello Skylab (e più tardi dello Space Shuttle) e su Landsat, il primo satellite espressamente dedicato al monitoraggio di terre e oceani allo scopo di ottenere le mappe di risorse naturali e delle colture.

Introduzione

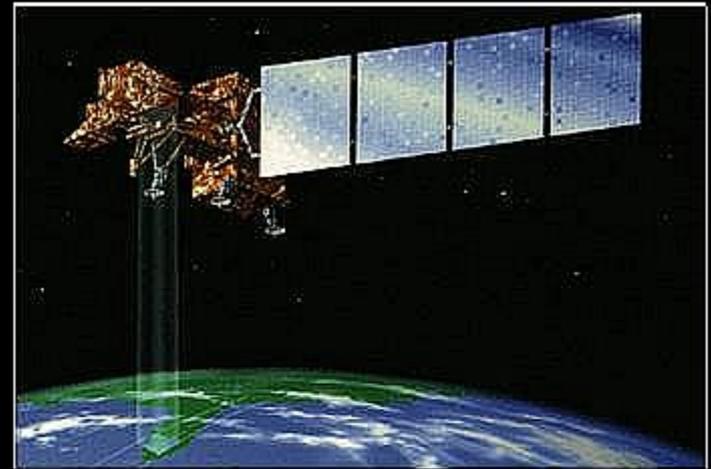
- 1972 -- Lancio del primo Landsat
- 1982 -- Landsat-4 (TM)
- 1986 -- Lancio di SPOT (primo satellite commerciale)
- 1991 -- Lancio del primo satellite europeo dell'ESA (ERS-1)
- 1999 -- Landsat-7, Terra e Ikonos
- 2000 -- Satellite argentino SAC-C
- 2001 -- Satellite Quickbird
- 2003 -- Satellite europeo dell'ESA (Envisat)
- 2007-10 Cosmo-SkyMed
- 2008 -- Satellite GeoEye

In figura una delle prime immagini Landsat che scaturì il forte interesse nell'utilizzo dei satelliti per il monitoraggio della Terra. Raffigura il centro Nord dello Utah ripreso 15 giorni dopo il lancio (7/8/72).

L'area rossa (colore tipico di foreste fitte e terreni erbosi in una composizione in falsi colori in cui al rosso viene associata la vegetazione sana che riflette molto nel vicino infrarosso) sulla destra coincide con le alte montagne del Wasatch che si ergono ad Est dei deserti (nei toni di grigio) dello Utah occidentale.

Il Grande Lago Salato occupa parte della scena in alto.

A partire dal 1980 il Landsat è stato privatizzato ed in diverse nazioni, tra cui Francia, Stati Uniti, Russia e Giappone, ha avuto inizio un utilizzo più vasto e commerciale del telerilevamento. (Negli anni '80 una varietà di sensori specializzati, CZCS, HCMM, e AVHRR tra questi, vennero messi in orbita per progetti di ricerca o di fattibilità).



Introduzione

I principali satelliti messi in orbita da diverse nazioni insieme alle date in cui il primo (e alcune volte l'unico) venne lanciato:

- **Osservazione della terra**: Landsat (1-6) (1973); Seasat (1978); HCMM (1978); SPOT (Francia) (1-3) (1986); RESURS (Russia) (1985); IRS (1A-1D) (India) (1986); ERS (1-2) (1991); JERS (1-2) (Giappone) (1992); Radarsat (Canada) (1995); ADEOS (Giappone) (1996), Envisat (2003), RADARSAT (2006), TERRASAR (2007), COSMO-Sky.Med (2007-10), ALOS (2007)

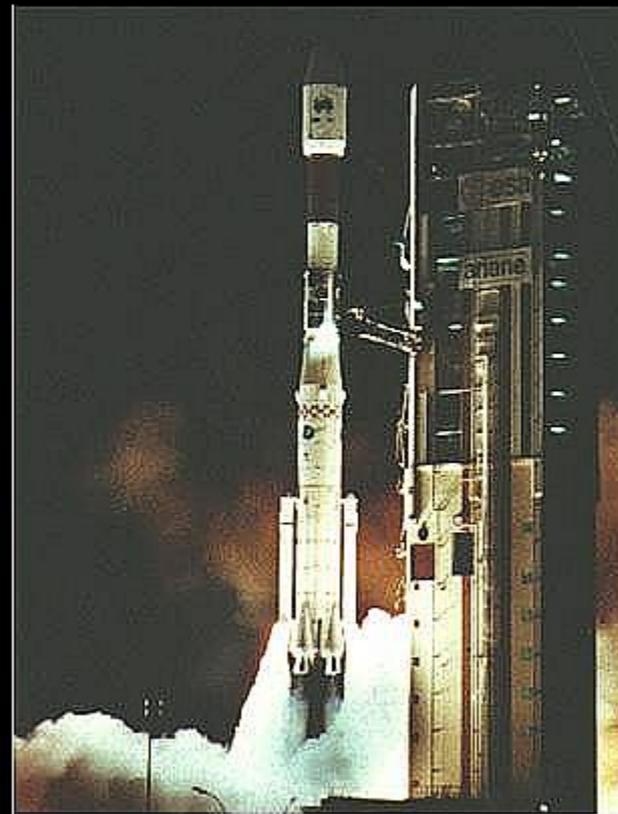
(Nota: SIR-A (1981), SIR-B (1984), SIR-C (1994), SRTM (2000) con sistemi radar a bordo dello Space Shuttle).

- **Osservazione Meteo**: TIROS (1-9) (1960); Nimbus (1-7) (1964); ESSA (1-9) (1966); ATS (g) (1-3) (1966); DMSP serie I (1966); la serie Russa Kosmos (1968) e Meteor (1969); serie ITOS (1970); SMS (g) (1975); serie GOES (g) (1975); NOAA (1-5) (1976); serie DMSP 2 (1976); serie GMS (Giappone) 9 (1977); serie Meteosat (g) (Europa) (1978); serie TIROS-N (1978); Bhaskara (India) (1979); NOAA (6-14) (1982); Insat (1983); ERBS (1984); MOS (Giappone) (1987); UARS (1991); TRMM (U.S./Giappone) (1997). (Nota: g = geostazionario)

- **Oceanografia**: Seasat (1978); Nimbus 7 (1978) incluso il CZCS (Coastal Zone Color Scanner) che misura la concentrazione di clorofilla in acque marine; Topex-Poseidon (1992); SeaWiFS (1997)

Missioni spaziali attuali

- **USA:** Landsat, GOES, Space shuttle, Ikonos, Quickbird, GeoEye.
- **ESA:** ERS 2, Meteosat, Envisat.
- **Francia:** Spot-3 e 4.
- **India:** IRS-C, Insat.
- **Canada:** Radarsat.
- **Russia:** Spin-2, Resurs.
- **Giappone:** Adeos, GMS.



Principi fondamentali

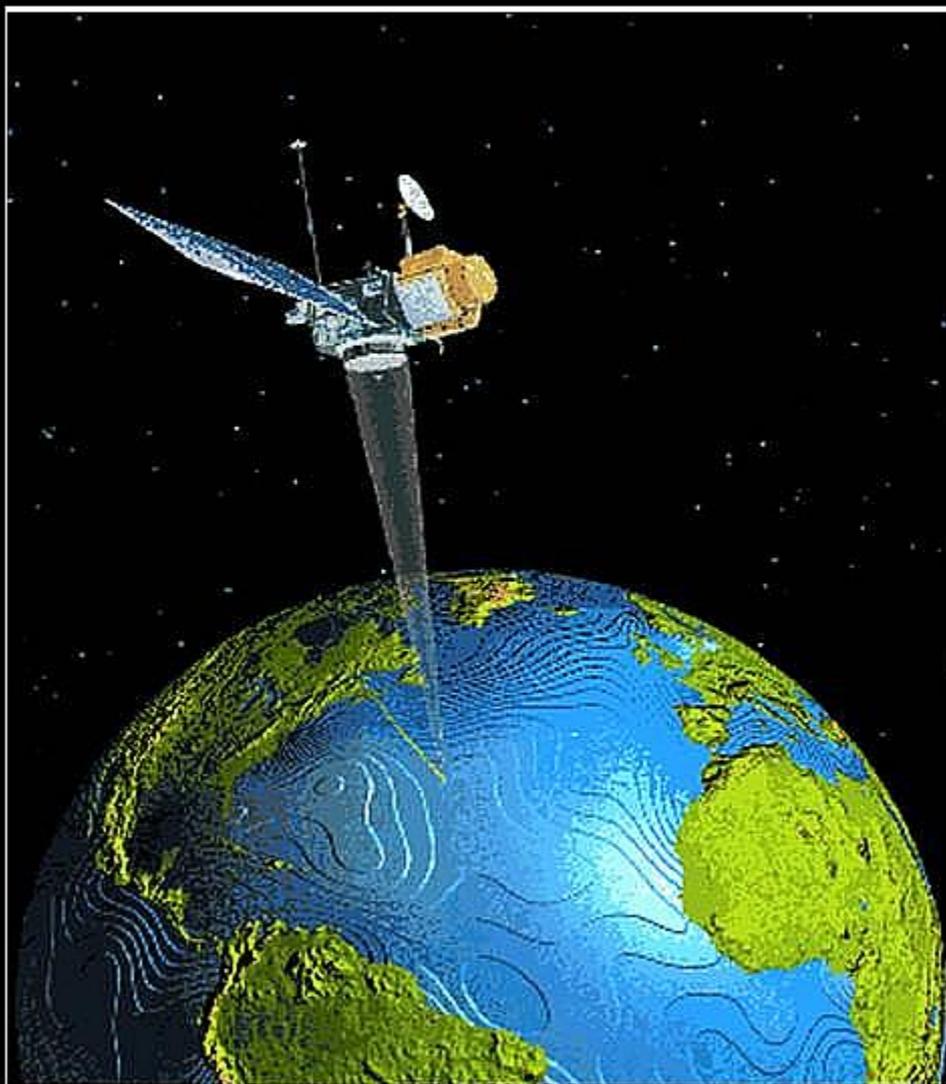
- Cos'è il telerilevamento

Definizione formale e completa del telerilevamento

L'acquisizione e la misura di dati/informazioni relativi a proprietà di un fenomeno, oggetto, o materia attraverso uno strumento di registrazione non in stretto contatto fisico con l'oggetto di analisi; la tecnica comprende la maturazione di conoscenze sui diversi ambienti attraverso la misura di campi di forza, di radiazione elettromagnetica, o di energia acustica, utilizzando macchine fotografiche, sistemi laser, ricevitori a radio frequenza, sistemi radar, sonar, dispositivi termici, sismografi, magnetometri, gravimetri, scintillatori e altri strumenti.

Principi fondamentali

- Telerilevamento da satellite





GeoEye



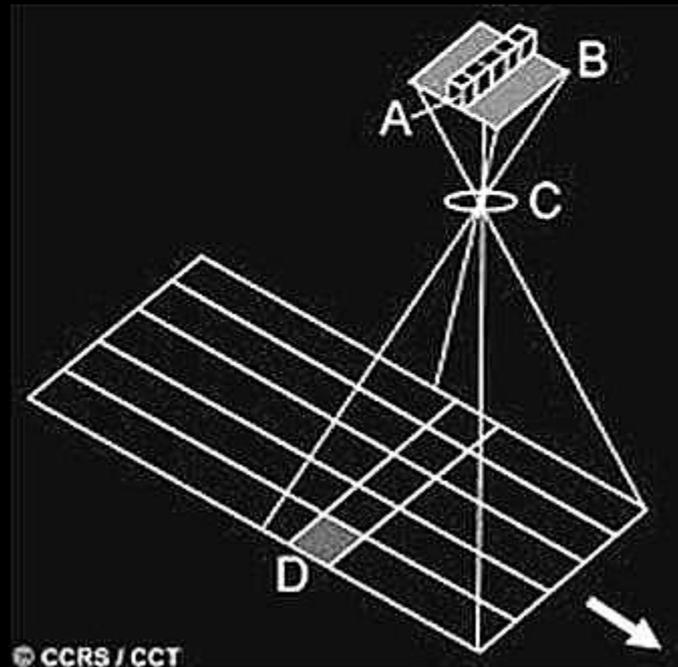
OrbView



QuickBird



Ikonos



	Eros A1	Ikonos	QuickBird	Spot 5
Altitudine dell'orbita	480 Km	681 Km	450 Km	832 Km
Tipo dell'orbita	polare eliosincrona	polare eliosincrona	polare eliosincrona	polare eliosincrona
Inclinazione orbita	97,3°	98,1°	98°	98°
Velocità		7 Km/sec		
Periodo orbitale	90 min	98 min	93,4 min	101 min
Sensore pancromatico	Si	Si	Si	Si
Sensore multispettrale (bande)	NO	Si (3)	Si (4)	Si (4)
Ampiezza traccia di osservazione	13,5 Km al nadir	11 Km al nadir	16,5 Km al nadir	60 Km (120 Km per il sensore PAN HRS)
Modalità di acquisizione	Asincrona	Sincrona	Sincrona	Sincrona
Dimensione scena	169 Km ²	120 Km ²	272 Km ²	3600 Km ²
Risoluzione nominale del pixel a terra del sensore pancromatico	1,8 m al nadir	0,82 m al nadir	0,61 m al nadir	5 m al nadir
Risoluzione nominale del pixel a terra del sensore multispettrale	-----	3,2 m al nadir	2,44 m al nadir	10 m al nadir

	Eros A1	Konos	QuickBird	Spot 5
Risoluzione nominale del pixel a terra del sensore multispettrale	-----	3,2 m al nadir	2,44 m al nadir	10 m al nadir
Intervallo spettrale del pancromatico	-----	0.45-0.90 μm	0.45-0.90 μm	0.51-0.73 μm
Intervallo spettrale del multispettrale (banda 1 - blu)	-----	0.45-0.53 μm	0.45-0.52 μm	0.50-0.59 μm
Intervallo spettrale del multispettrale (banda 2 - verde)	-----	0.52-0.61 μm	0.52-0.60 μm	0.61-0.68 μm
Intervallo spettrale del multispettrale (banda 3 - rosso)	-----	0.64-0.72 μm	0.63-0.69 μm	0.79-0.89 μm
Intervallo spettrale del multispettrale (banda 4 - infrarosso)	-----	0.77-0.88 μm	0.76-0.90 μm	1.58-1.75 μm
Ampiezza della dinamica (x pixel)	11 bit	8 o 11 bit	11 bit	8 bit
Stereocoppie	SI	SI		NO
Massimo angolo al nadir	0°-45°	0°-26°	0°-25°	0°-31°
Medio angolo al nadir	0°-15°	0°-10°	0°-15°	0°-15°
Periodo di rivisitazione	2,5 giorni per acquisizioni	2,9 giorni a 1 m di	Da 2 a 5 giorni per	< 26 giorni secondo angolo

Principi fondamentali

Principali vantaggi del telerilevamento

- **Visione globale.**
- **Osservazione a diverse scale.**
- **Copertura frequente.**
- **Omogeneità nell'acquisizione.**
- **Regioni spettrali oltre il visibile.**
- **Formato digitale.**

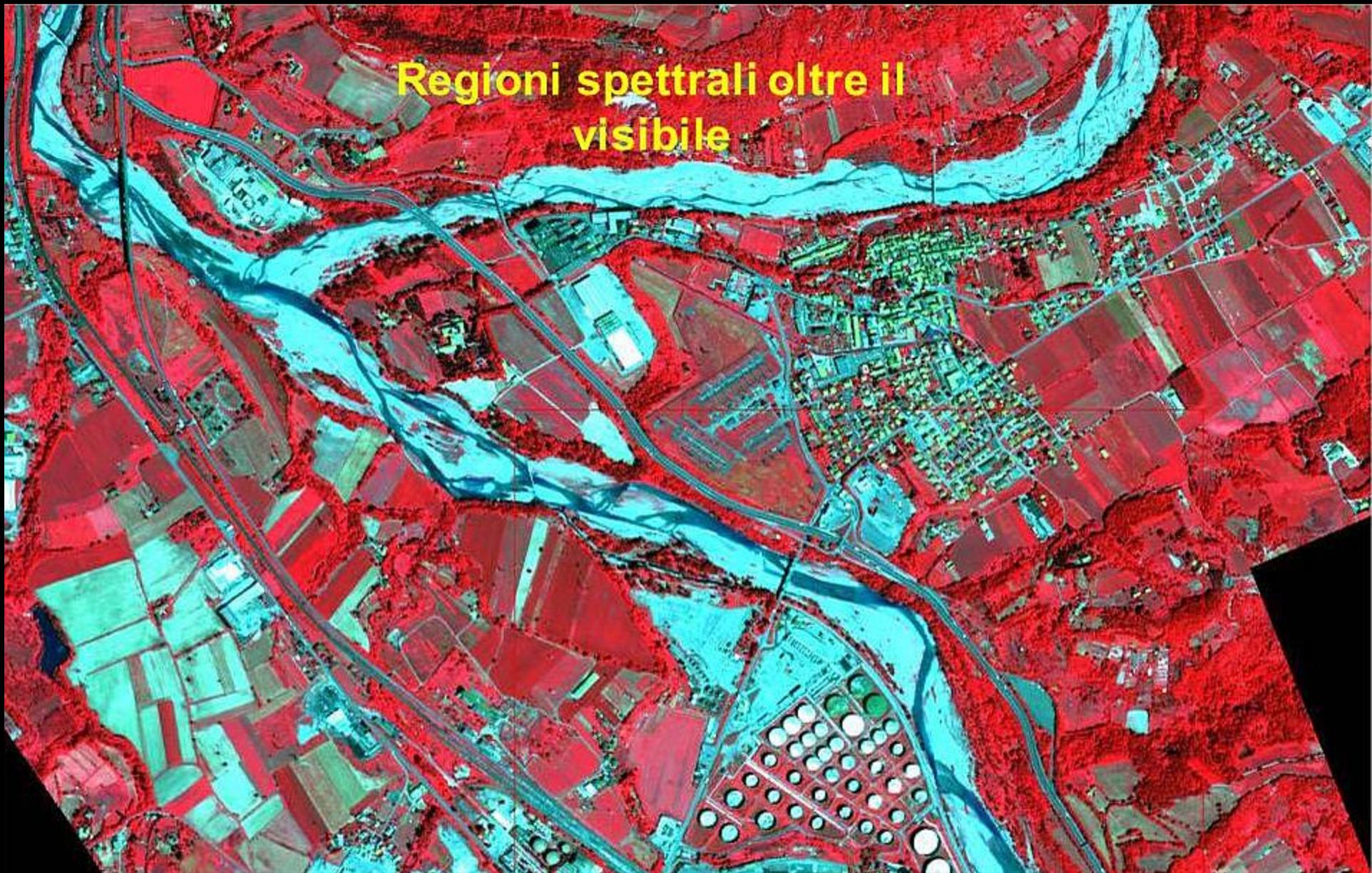
**Osservazioni
a diverse scale**



Immagini Landsat delle eruzioni del'Etna,
Agosto 2001 e Ottobre 2002



**Regioni spettrali oltre il
visibile**



Resti archeologici della città romana di Libarna

Resti archeologici della città romana di Libarna

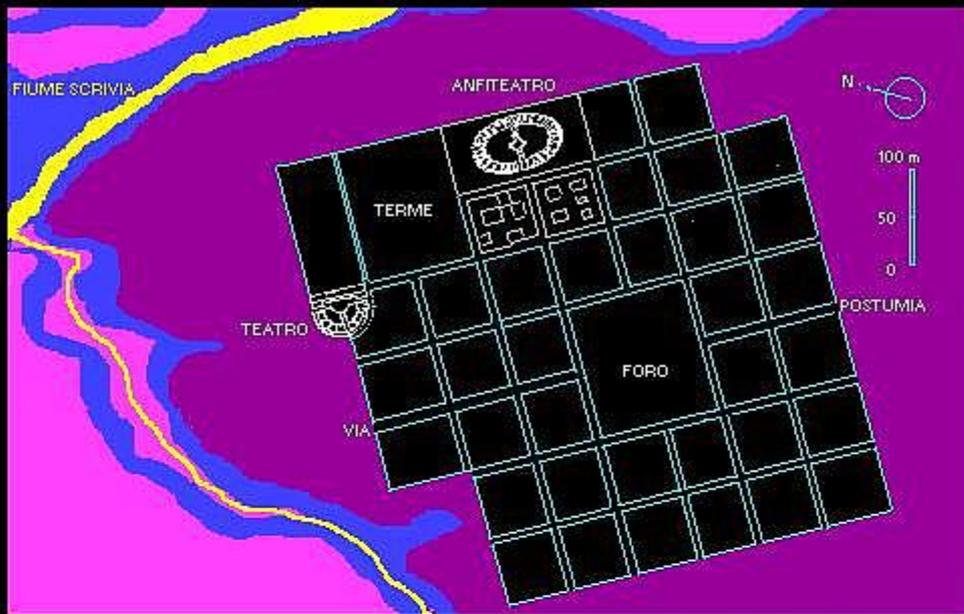


Resti archeologici della città romana di Libarna

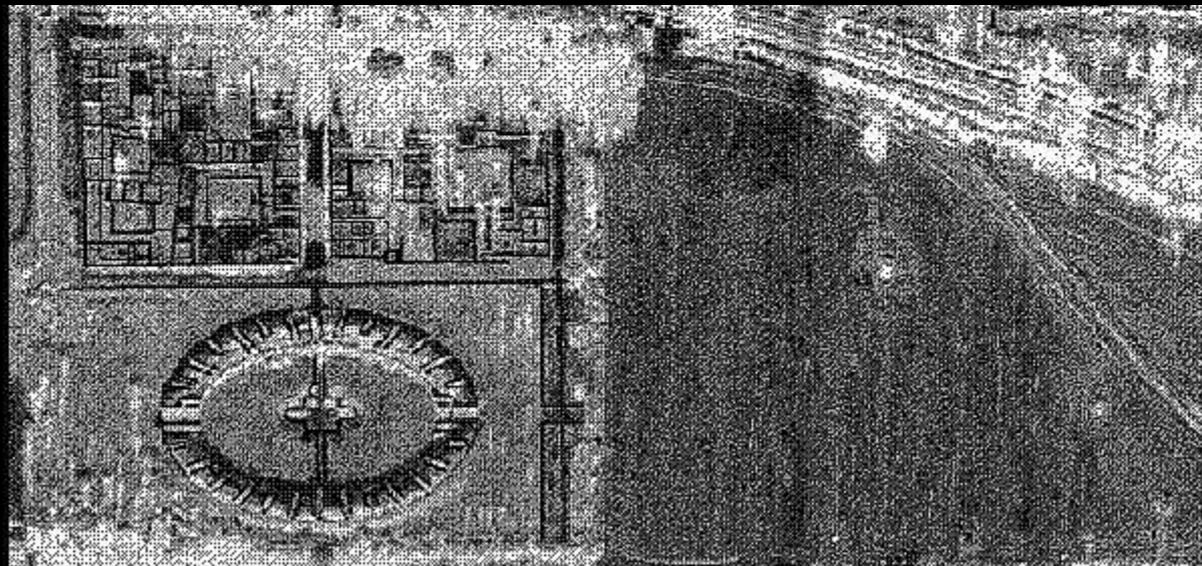


Resti archeologici della città romana di Libarna





Resti archeologici della città romana di Libarna

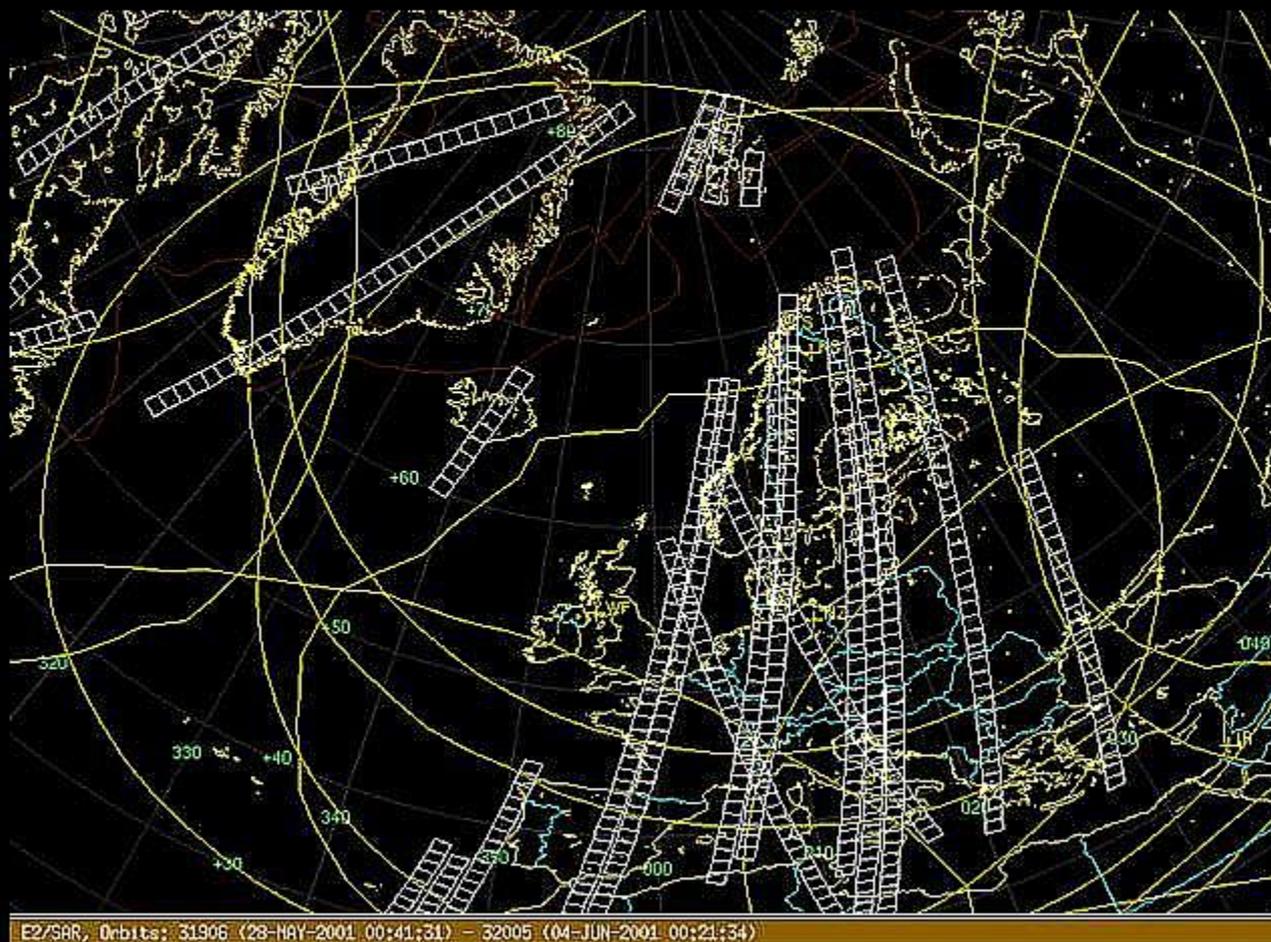


Inconvenienti del telerilevamento

- **Calibrazione (misure assolute).**
- **Copertura nuvolosa.**
- **Frequenza di acquisizione.**
- **Risoluzione spaziale.**
- **Risoluzione spettrale.**
- **Visione stereoscopica.**

Frequenza di acquisizione

Acquisizioni settimanali ERS sull'Europa



in media 2 acquisizioni al mattino e 2 alla sera

<http://www.geoeye.com/CorpSite/gallery/>

This half-meter resolution image of Giza, Egypt was collected by the GeoEye-1 satellite on January 10, 2009. The image features the Great Pyramid, which was built by King Snefru's son, Khufu.

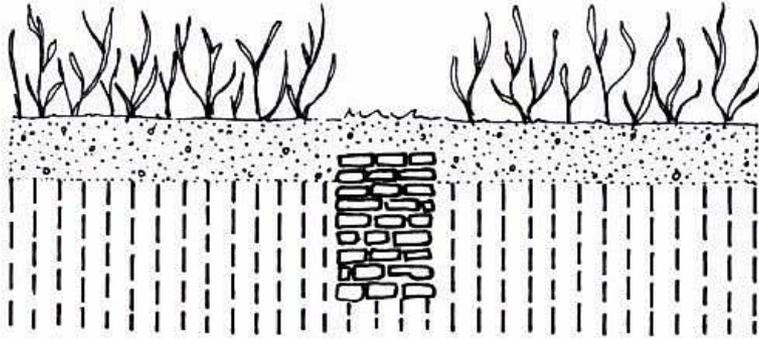


The image features the Sphinx near the Great Pyramid, which was built by King Snefru's son, Khufu

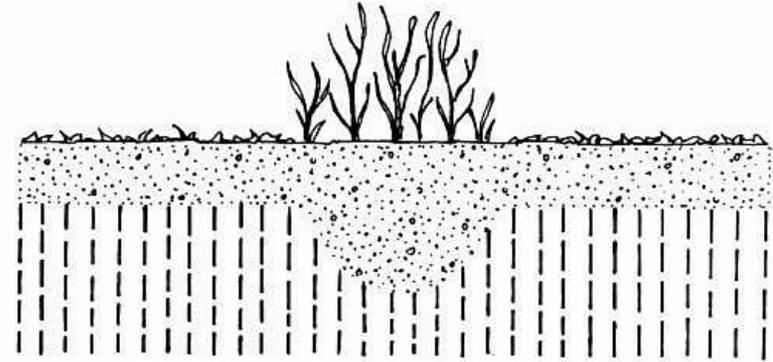




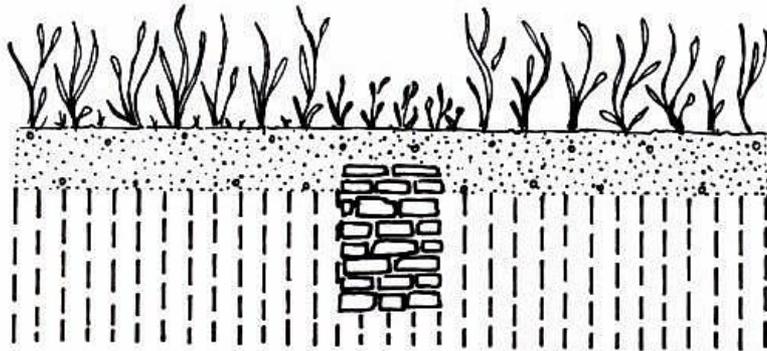
Disomogeneità a anomalie della crescita della vegetazione



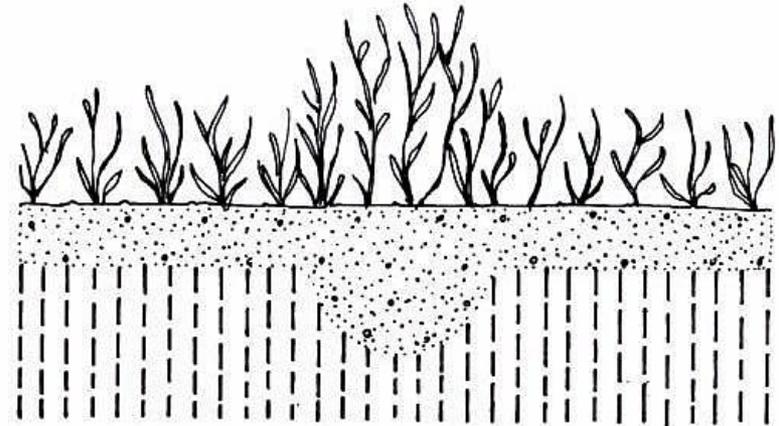
A



B



C



D

Schema degli effetti della presenza di strutture positive (A, C) e negative (B, D) sepolte sulla crescita della vegetazione

differente drenaggio dell'acqua...



Disomogeneità a anomalie della crescita della vegetazione

Questo è un classico segno che indica come vi sia una "struttura" lineare che si snoda per chilometri influenzando la crescita della vegetazione che incontra. Per il fatto che le piante la segnano, significa che la "struttura" giace ad una profondità a cui arrivano le radici stesse. Probabile impianto di urbanizzazione recente (acqua o fognatura), o ipotetica strada di epoca romana.

Foto scattata nelle campagne Tra San Gimignano e San Miniato in Toscana. Probabile necropoli etrusca ipogea con ingresso a gradini.



**Disomogeneità a anomalie
della crescita della vegetazione**

foto scattata nelle campagne tra Bergamo e
Brescia.



**Disomogeneità a anomalie
della crescita della vegetazione**

Campagne milanesi, probabile villa romana di epoca imperiale con annesse altre piccole costruzioni.

Disomogeneità a anomalie della crescita della vegetazione



Foto scattata nell'infrarosso vicino (840 nanometri).
Zona cornate d'adda.

Infrarosso

840 nm



**Disomogeneità a anomalie
della crescita della vegetazione**

Zona Desenzano del Garda.

Disomogeneità a anomalie
della crescita della vegetazione



Anomalia a Desenzano (N1) scattata nel visibile in un periodo con piogge intermittenti.



Anomalia a Desenzano composta da 2 elementi. Il primo probabile insediamento dell'età del bronzo. Il secondo è ancora da decifrare (meglio visibile in una settimana di luglio molto caldo). Foto scattata con macchina digitale modificata all' IR.



Disomogeneità a anomalie della crescita della vegetazione

Anomalia a Desenzano composta da 2 elementi. Il primo probabile insediamento dell'età del bronzo. Il secondo è ancora da decifrare (meglio visibile in una settimana di luglio molto caldo). Foto scattata con macchina digitale modificata all' IR.

840 nm



Foto aerea zenitale di uno scavo archeologico a Desenzano.



Anomalia in un campo coltivato

Infrarosso 840 nm



**Disomogeneità a anomalie
della crescita della vegetazione**

Cassano d'Adda

Infrarosso

Villa romana?



Cassano d'Adda

Infrarosso

840 nm



Campagne di Cassano D'Adda.
Altra tecnica di ripresa aerea...Foto all'infrarosso in "luce radente". In questa immagine più che la clorofilla delle piante che potrebbe cambiare luminosità e far vedere quello che sta sotto le radici si sfrutta la luce radente data da un sole al tramonto. Alla fine del ciclo del granturco le piante son cresciute anche un paio di metri.

Un'ingrandimento della necropoli etrusca composta da diverse tombe a pianta circolare...in provincia di Grosseto.

Disomogeneità a anomalie della crescita della vegetazione



Trezzo d'Adda: scavo di una necropoli medioevale in corso...



Cornate d'Adda: probabile oppidum celtico



**Disomogeneità a anomalie
della crescita della vegetazione**

**Disomogeneità a anomalie
della crescita della vegetazione**



STRADA DI ACCESSO



FORTE DI ACCESSO



FOSSATO DIFENSIVO



PROBABILE OPPIDUM CELTICO A CORNATE D'ADDA

Cornate d'Adda: probabile oppidum celtico



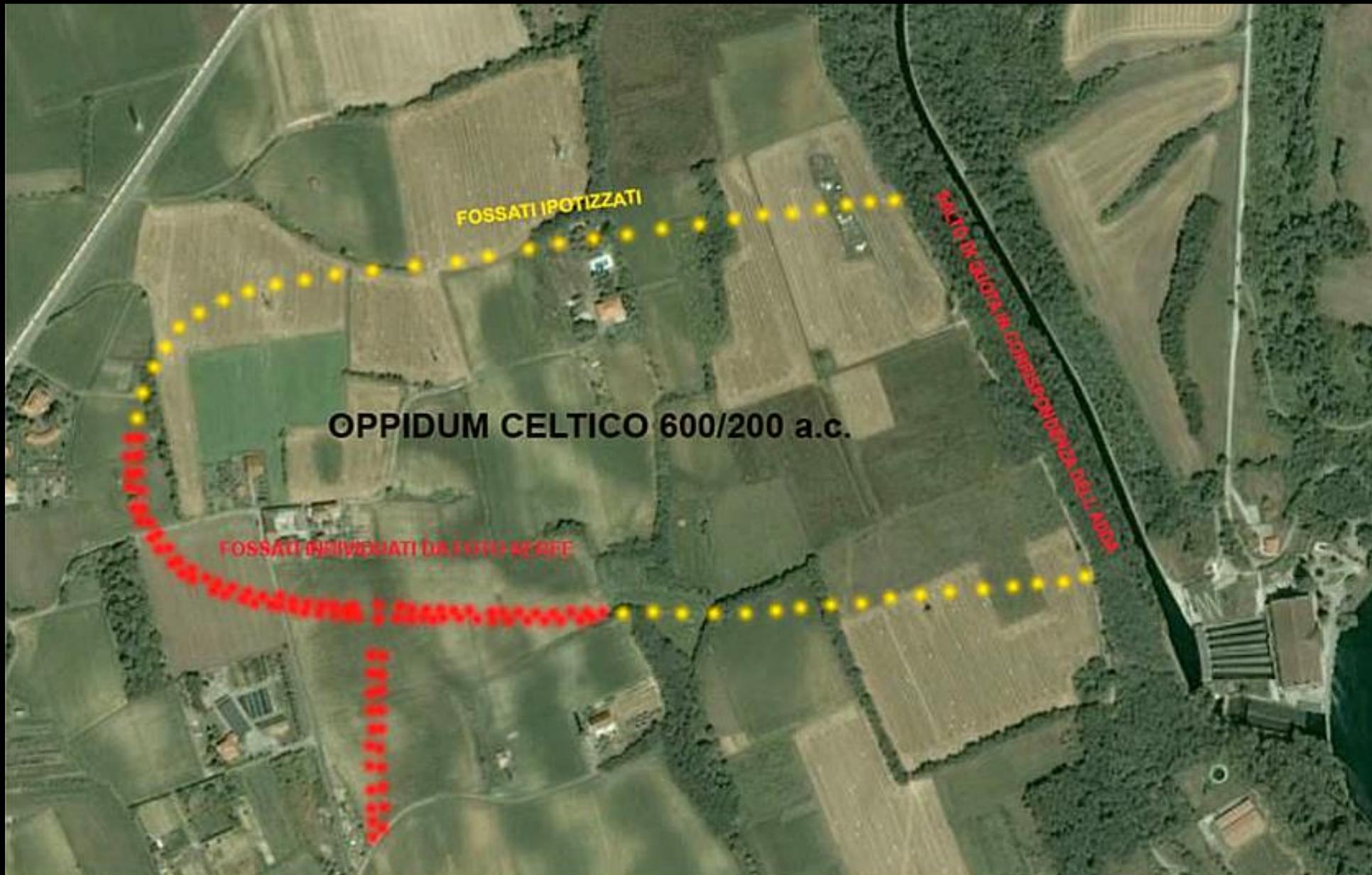
Cornate d'Adda: probabile oppidum celtico

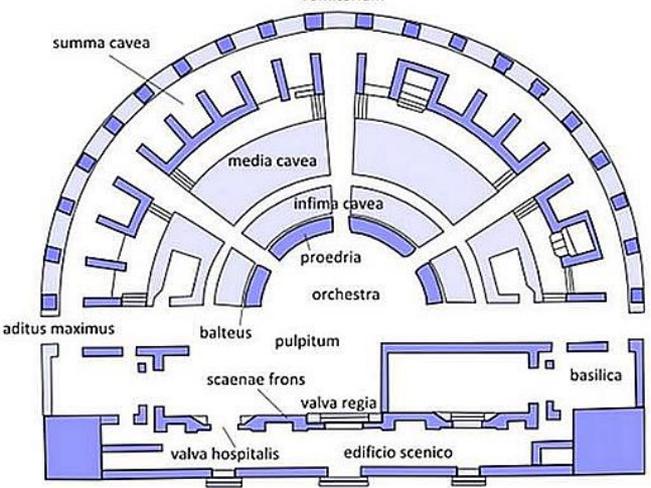
Infrarosso

840 nm



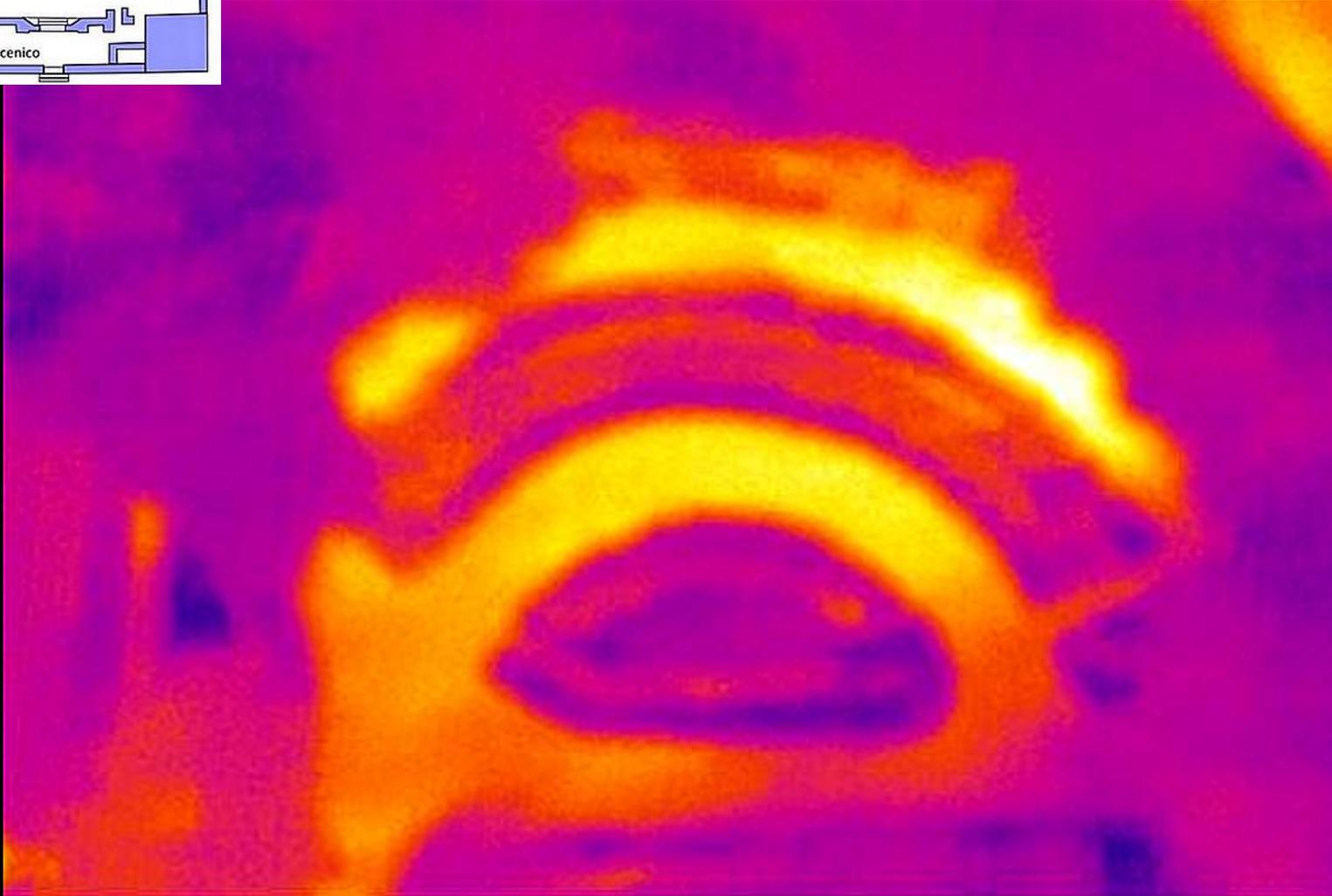
Cornate d'Adda: probabile oppidum celtico





Cassano d'Adda

Anomalia in un campo coltivato a mais



Anomalia in un campo



Nemeton di Manerbio

Vicus Minervae

2015



2003



Nemeton di Manerbio

Disomogeneità a anomalie
della crescita della vegetazione



Nemeton di Manerbio

Disomogeneità a anomalie
della crescita della vegetazione



Nemeton di Manerbio

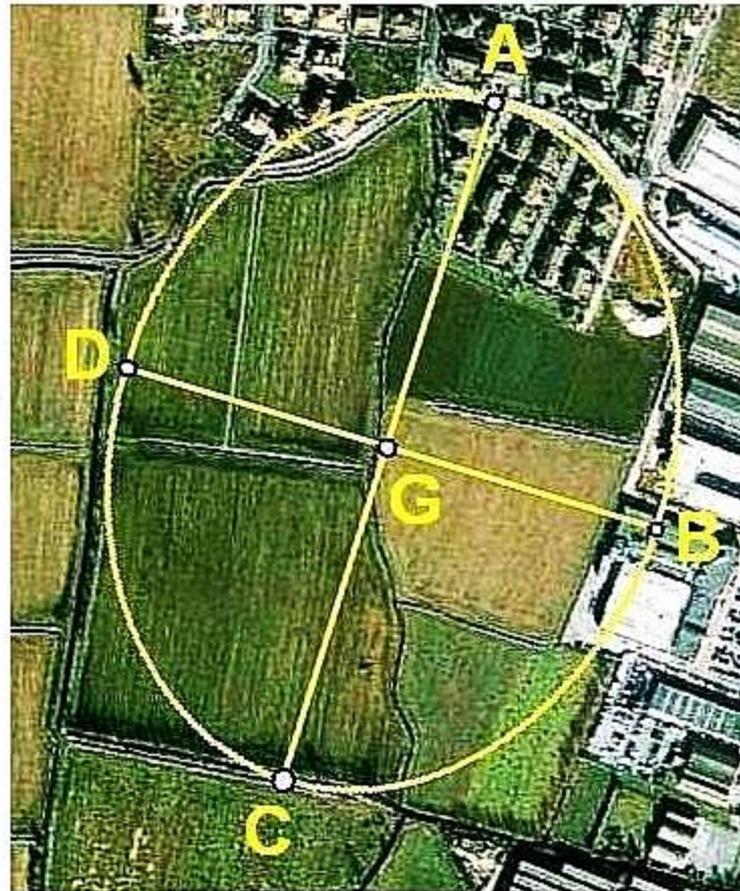
Asse maggiore: 508,8 m
Asse minore : 381,6 m



Nemeton di Manerbio

Linee astronomicamente significative

Tramonto eliaco
di Regolo al
Solstizio d'Estate



Sorge Rigel e la
Cintura di Orione

Tramonta Fomalhaut

ADRIANO GASPANI

GLI INSUBRI

SIMBOLISMO COSMICO E LE POPOLAZIONI FERRANDARINO MILANO



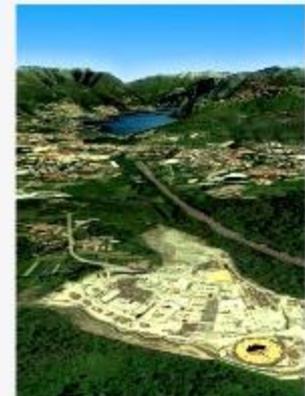

Nuova Editrice



ADRIANO GASPANI

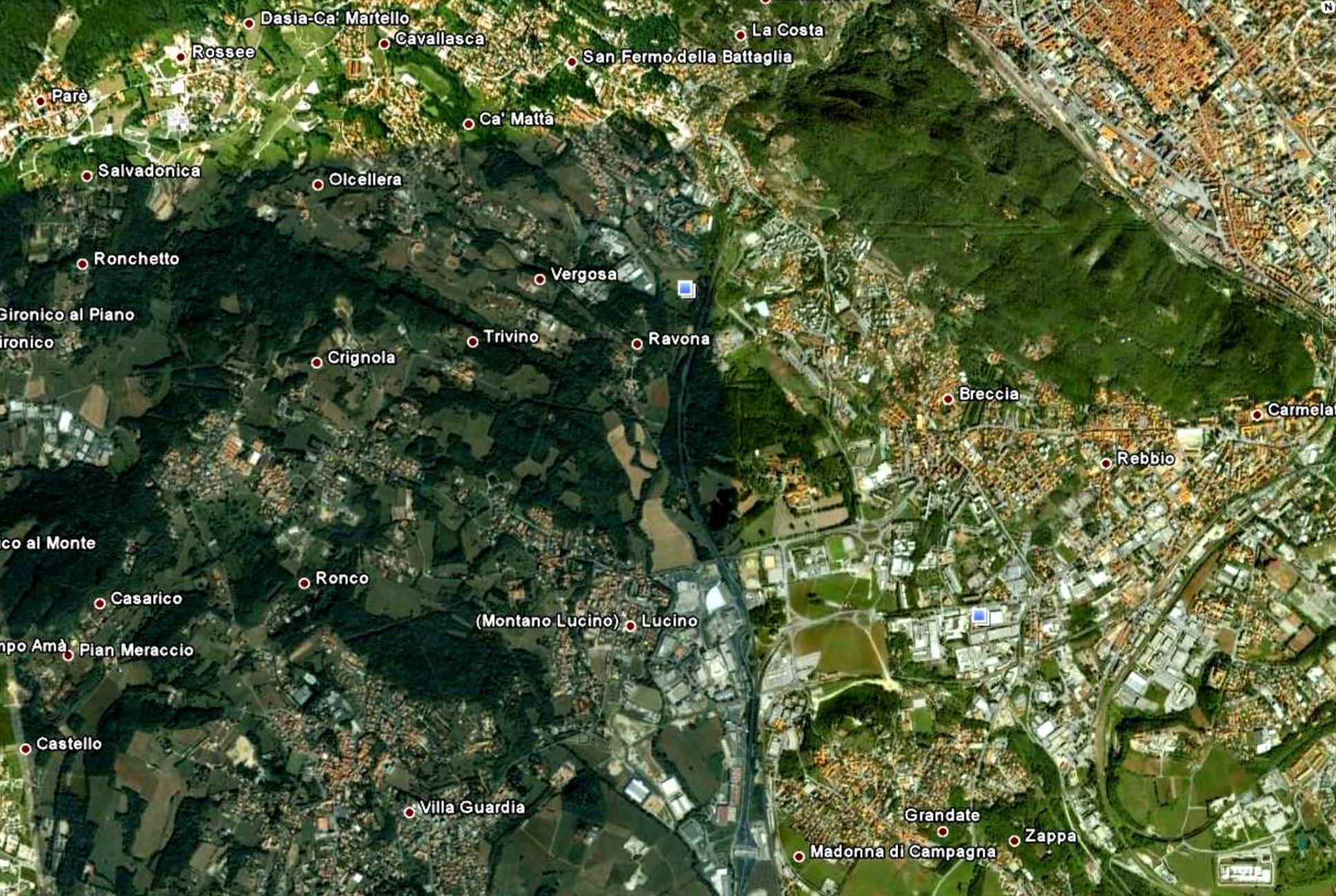
IL GRANDE CERCHIO DI PIETRA DEGLI ANTICHI COMENSES

un insediamento preromano dell'età del Ferro in località Tre Camini presso Como




ASSOCIAZIONE TERRA INSUBRE
TERRAINSUBRE

Il Grande Cerchio di Tre Camini - Ravona a Como



L'area di tre Camini-Ravona (Como)

©2008

Google

Portichello (Casnate con Bernate) Bernate



Posizione del Grande Cerchio rispetto
al Comum Oppidum del VI sec. a.C.

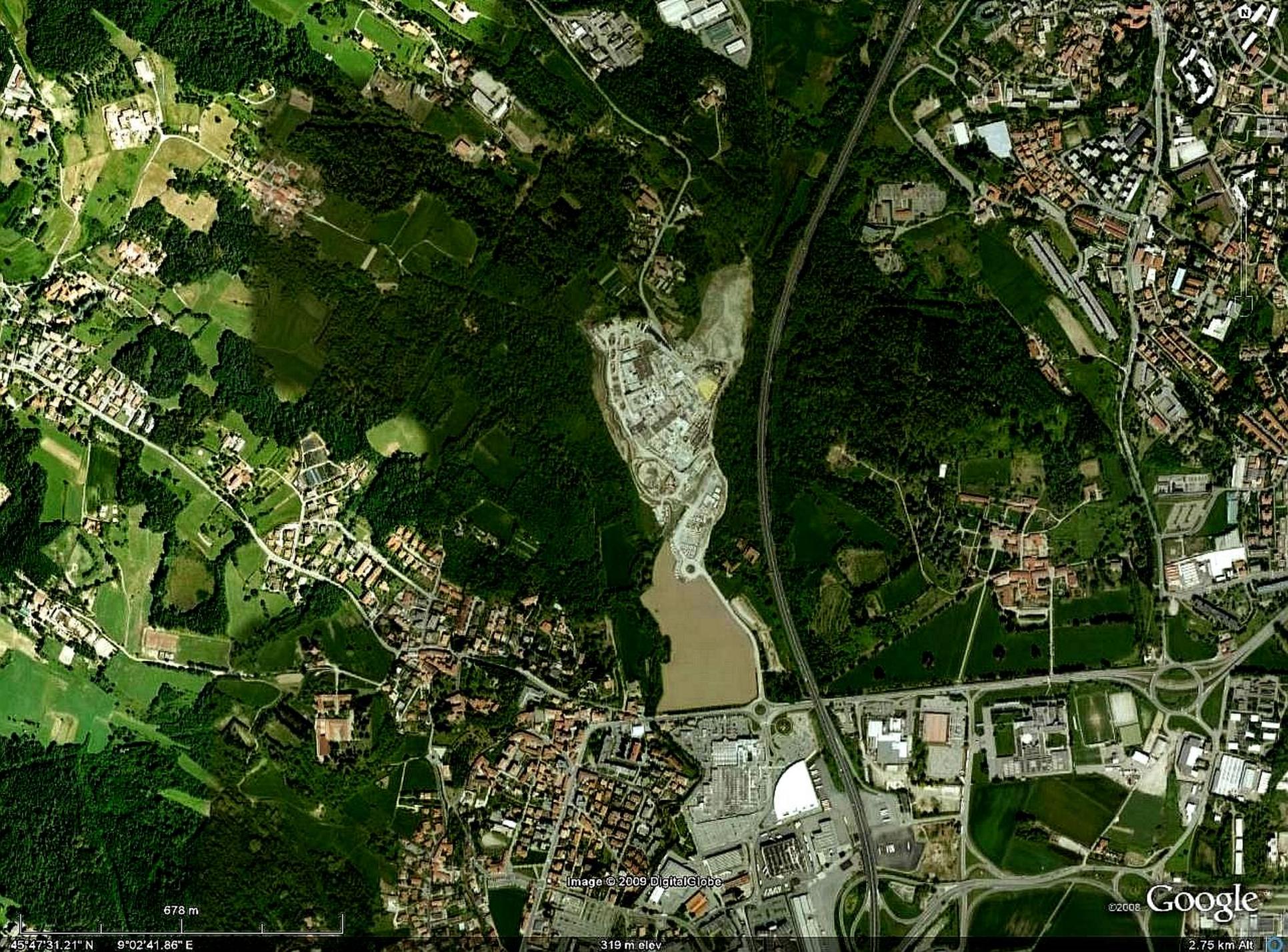


Image © 2009 DigitalGlobe

©2008 Google

678 m

319 m elev

2.75 km Alt

45°47'31.21" N 9°02'41.86" E

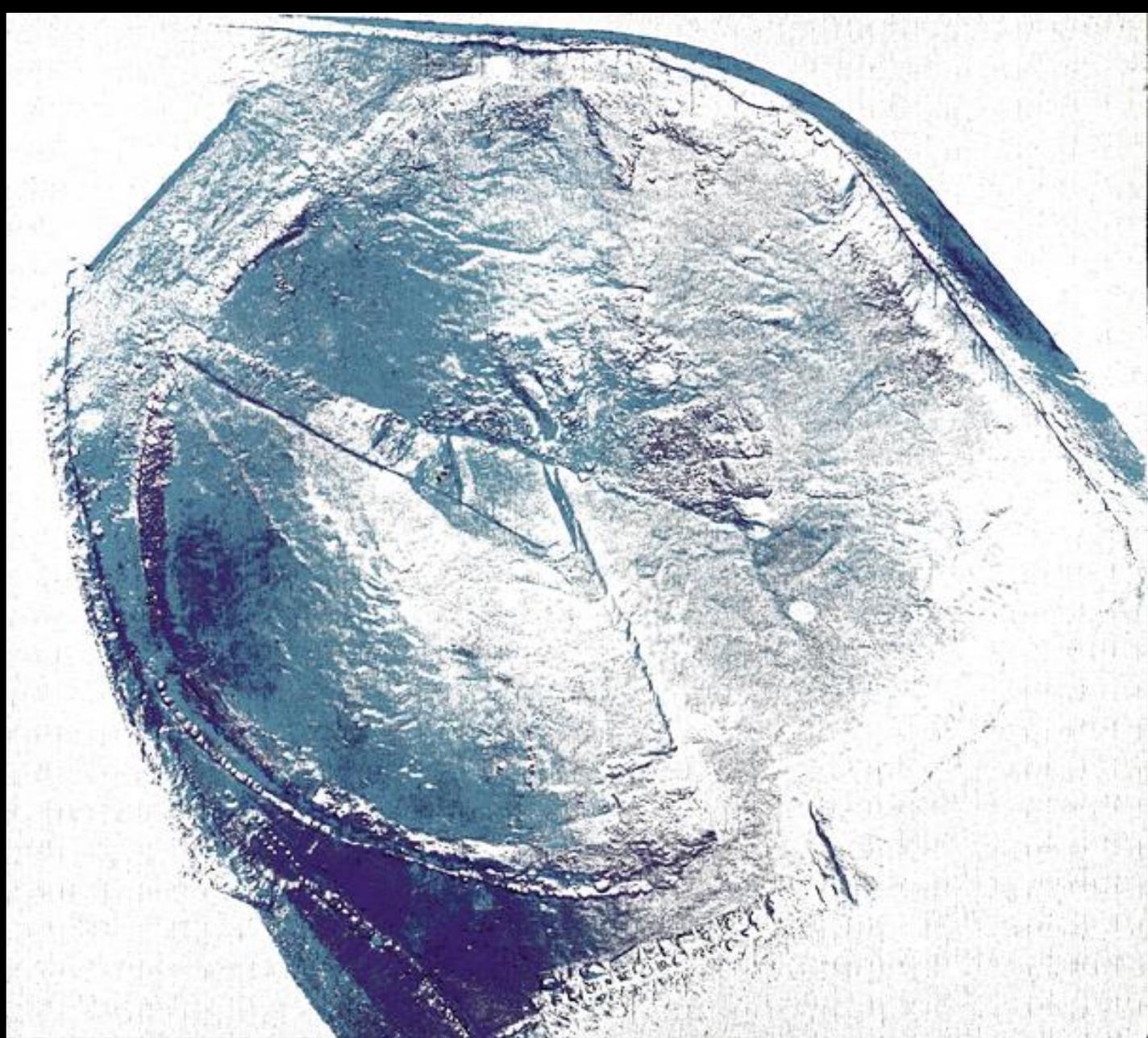


**il "Grande Cerchio" all'interno del cantiere
dell'ospedale S. Anna di Como nel 2009**

immagine da satellite

Il "Grande Cerchio"





Laser scanning del "Grande Cerchio"

Algoritmi di Image Restoration

Partono dal presupposto che un'immagine degradata conservi ancora traccia di parte dell'informazione che è andata persa con il deterioramento

...e si possa recuperare ricostruendo ciò che è andato perso...

Algoritmi di Image Restoration

CLEAN

Richardson-Lucy

Inverse Optimum Filtering

Unsharp Masking

Image Deconvolution

G.I.R. (Gaspani, 2014)

Immagine di partenza

immagine da satellite



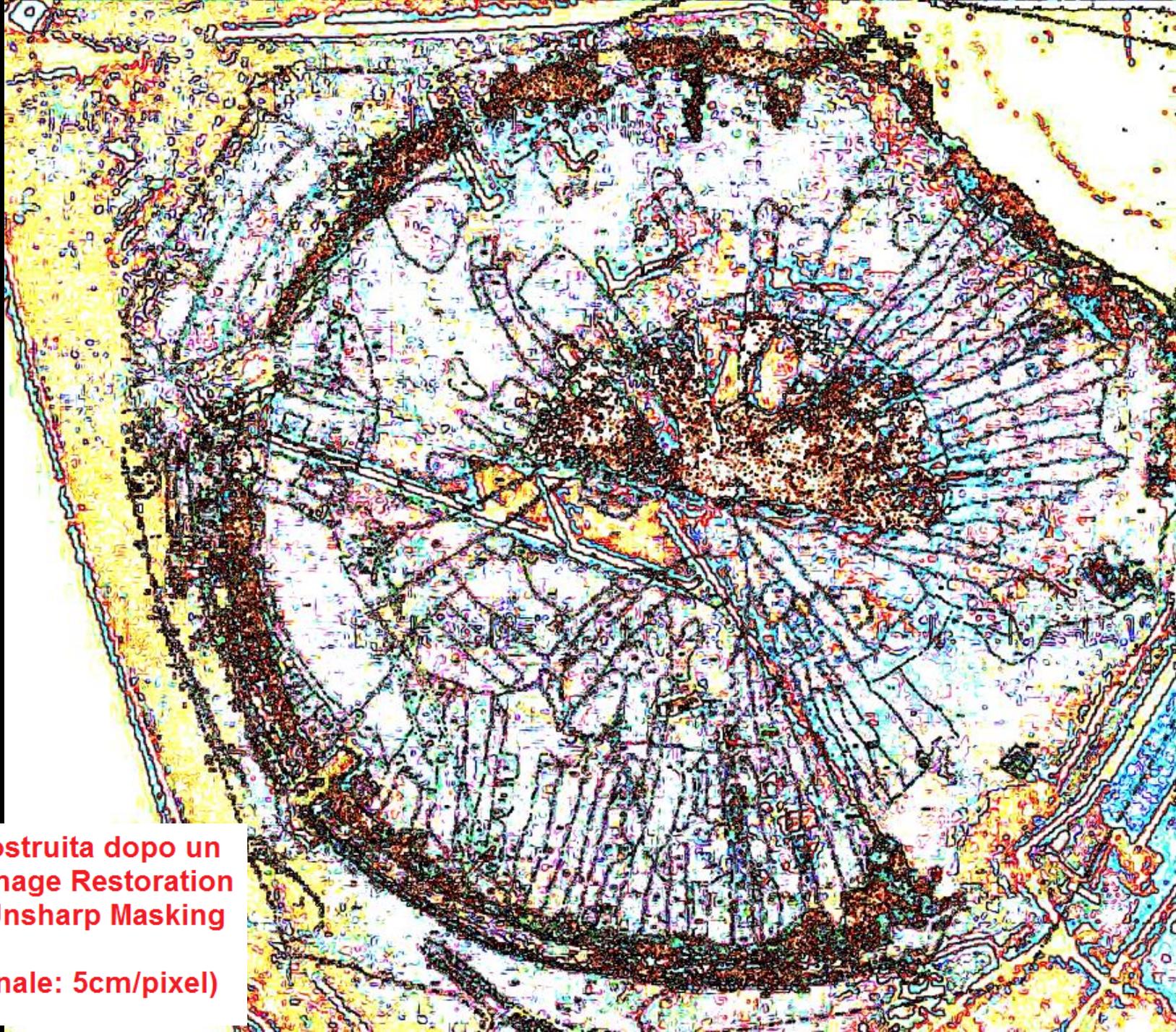


Immagine ricostruita dopo un processo di Image Restoration basato sullo Unsharp Masking iterativo.
(risoluzione finale: 5cm/pixel)

Unsharp Masking

Un altro metodo, chiamato *unsharp masking* è utilizzato per migliorare la qualità visiva di una immagine accentuando le alte frequenze spaziali.

Le basi teoriche di questo metodo sono le seguenti. Consideriamo nel continuo la seguente risposta impulsiva:

$$h(x) = 2\delta(x) - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

dove il primo termine indica la funzione Delta di Dirac ed il secondo termine rappresenta una gaussiana con varianza σ^2 .

Se $f(x)$ è l'immagine da convolvere, si osserva quanto segue:

$$\begin{aligned} g(x) &= f(x) * h(x) = f(x) \left[2\delta(x) - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \right] \\ &= f(x) * 2\delta(x) - f(x) * e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \\ &= 2f(x) - f(x) * e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} = 2f(x) - f_G(x; \sigma) \end{aligned}$$

In definitiva, il risultato di migliorare la nitidezza dell'immagine accentuando le alte frequenze spaziali, si ottiene, sottraendo pixel a pixel dall'immagine originale (moltiplicate prima per 2) $2 \cdot f(x)$, una immagine sfocata con un filtro gaussiano di larghezza σ (tipico filtro passa-basso di smoothing $f(x, \sigma)$).

Tutto il processo è evidenziato graficamente da cui si osserva come il risultato finale ha la tipica forma d'onda di una transizione più accentuata e con una esaltazione della curva agli estremi della transizione.

Più in generale possiamo affermare che data una immagine discreta $f(i, j)$, l'immagine unsharp masked associata $g(i, j)$ è ottenuta dalla relazione:

$$g(i, j) = a \cdot f(i, j) - b \cdot f_L(i, j)$$

dove $f_L(i, j)$ è l'immagine di origine sfocata con qualunque filtro passa-basso, a e b sono opportuni pesi da applicare all'immagine di origine e quella sfocata in relazione al rapporto di risoluzione spaziale che si vuole tra le due immagini.

Restored by G.I.R.

G.I.R. - Gasp Image Restoration



G.I.R. (Gaspani, 2014)

$F(r,c)$ = immagine originale di partenza

$G(r,c)$ = immagine ricostruita (restored)

r = riga ; c = colonna;

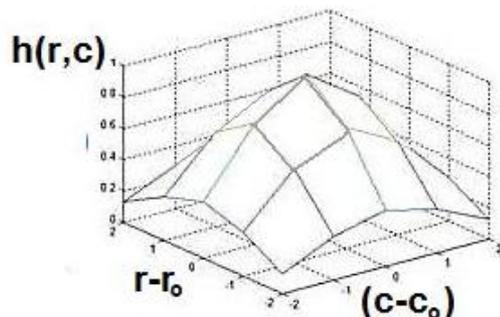
r_0, c_0 = riga e colonna del pixel centrale del kernel

$$G(r,c) = (1+a) \cdot F(r,c) - a \cdot F(r,c) \otimes h(r,c)$$

$$0 < a < 1$$

Kernel Gaussiano:

$$h(r,c) = e^{-\frac{(r-r_0)^2 + (c-c_0)^2}{s^2}}$$



$$\begin{aligned} h_0 &= 1 \\ h_1 &= 0.78 \\ h_2 &= 0.61 \\ h_3 &= 0.37 \\ h_4 &= 0.28 \\ h_5 &= 0.13 \end{aligned}$$

			c_0				
	-2	h_5	h_4	h_3	h_4	h_5	
	-1	h_4	h_2	h_1	h_2	h_4	
r_0	0	h_3	h_1	h_0	h_1	h_3	$r - r_0$
	1	h_4	h_2	h_1	h_2	h_4	
	2	h_5	h_4	h_3	h_4	h_5	
		-2	-1	0	1	2	
				$c - c_0$			

mappa del Kernel
gaussiano 5x5

**G.I.R. non distorce la
geometria dell'immagine
quindi gli azimut misurati
sono giusti.**

G.I.R. è implementabile con GIMP fissando:

Raggio = 2 · s

Ammontare = 10 · a

Soglia = 0

nel filtro: Maschera di Contrasto

esempio:

The screenshot shows the GIMP interface with an aerial satellite image of an industrial or military facility. The 'Maschera di contrasto' dialog box is open, displaying the following settings:

- Anteprima
- Raggio: 11.7
- Ammontare: 2.84
- Soglia: 0

Buttons at the bottom of the dialog include 'Ajuto', 'OK', and 'Annulla'. The main window shows a menu bar with 'File', 'Modifica', 'Seleziona', 'Visualizza', 'Immagine', 'Livello', 'Colori', 'Strumenti', 'Filtri', 'Finestre', and 'Aiuto'. A status bar at the bottom indicates 'Sfondo (13,9 MB)'.

il "Grande Cerchio"



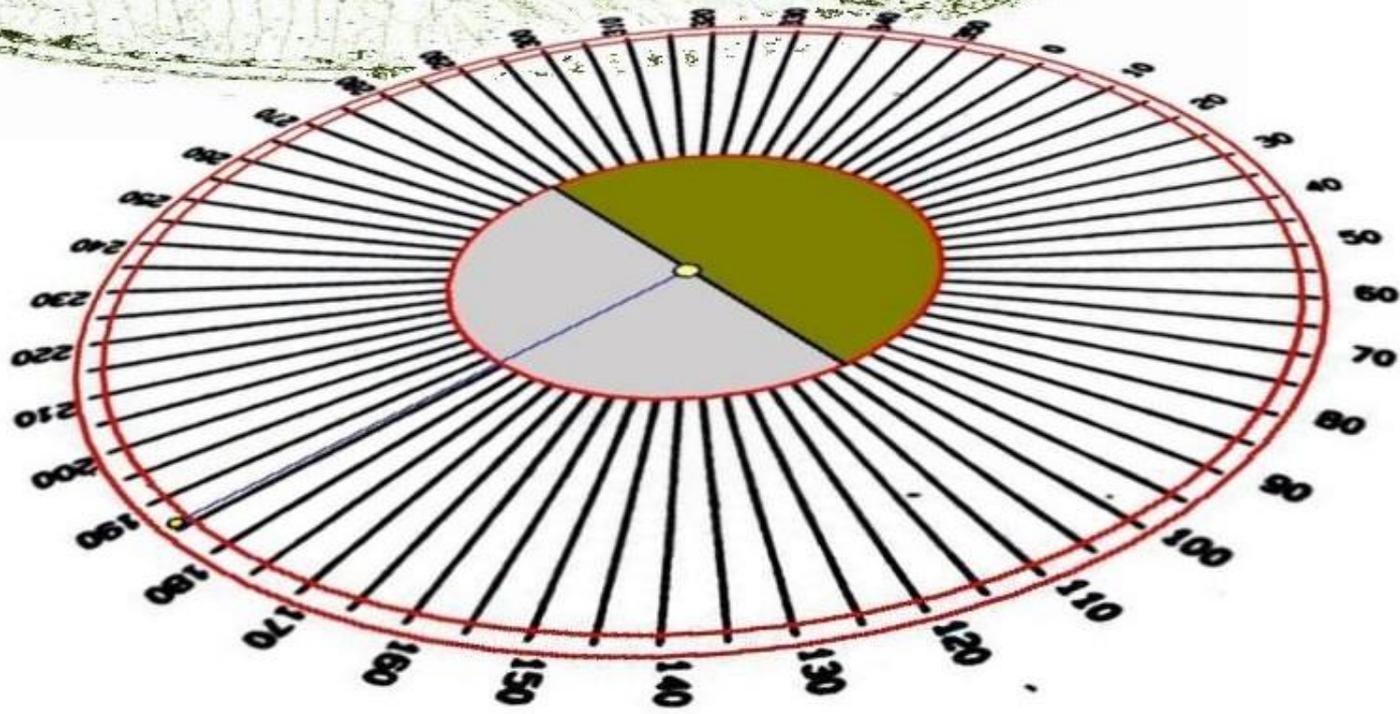


la divisione in settori dell'area interna



La piattaforma semicircolare interna

Modello ricostruttivo



Un caso molto interessante...



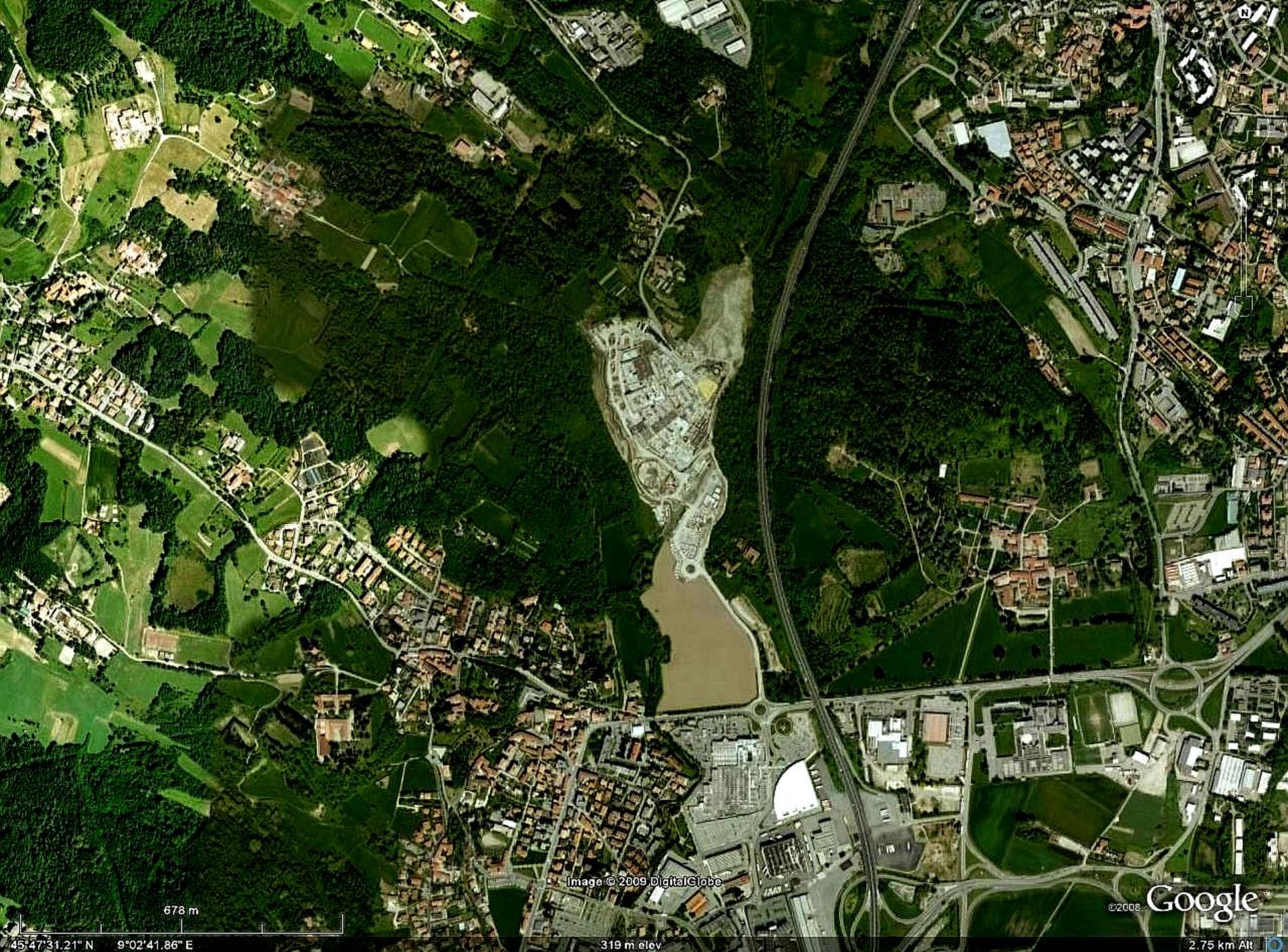


Image © 2009 DigitalGlobe

©2008 Google

678 m

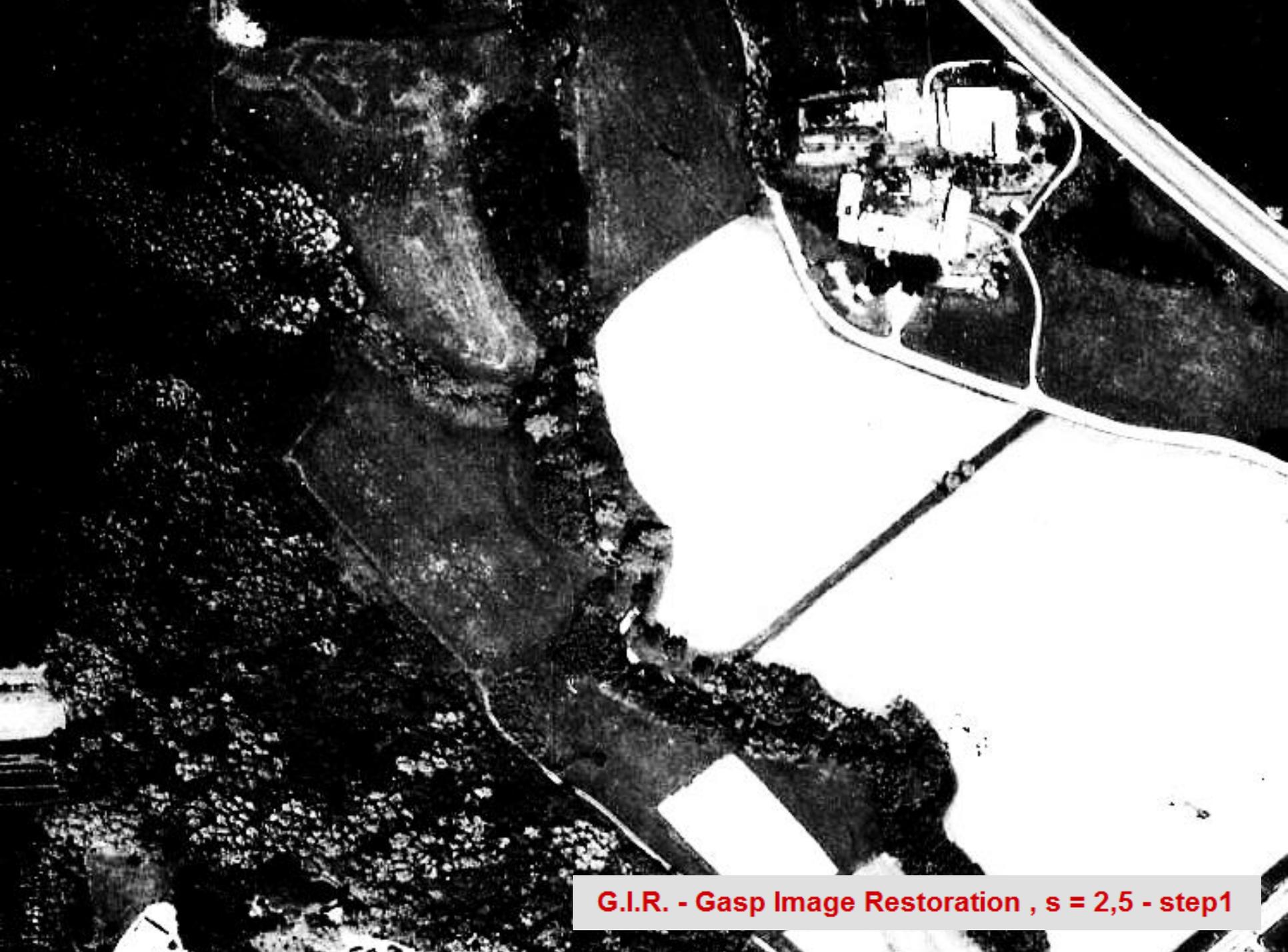
319 m elev

2.75 km Alt

45°47'31.21" N 9°02'41.86" E



Area Montano Lucino (Co)
Immagine aeree anno 1958



G.I.R. - Gasp Image Restoration , s = 2,5 - step1



G.I.R. - Gasp Image Restoration , s = 2,5 - step 2

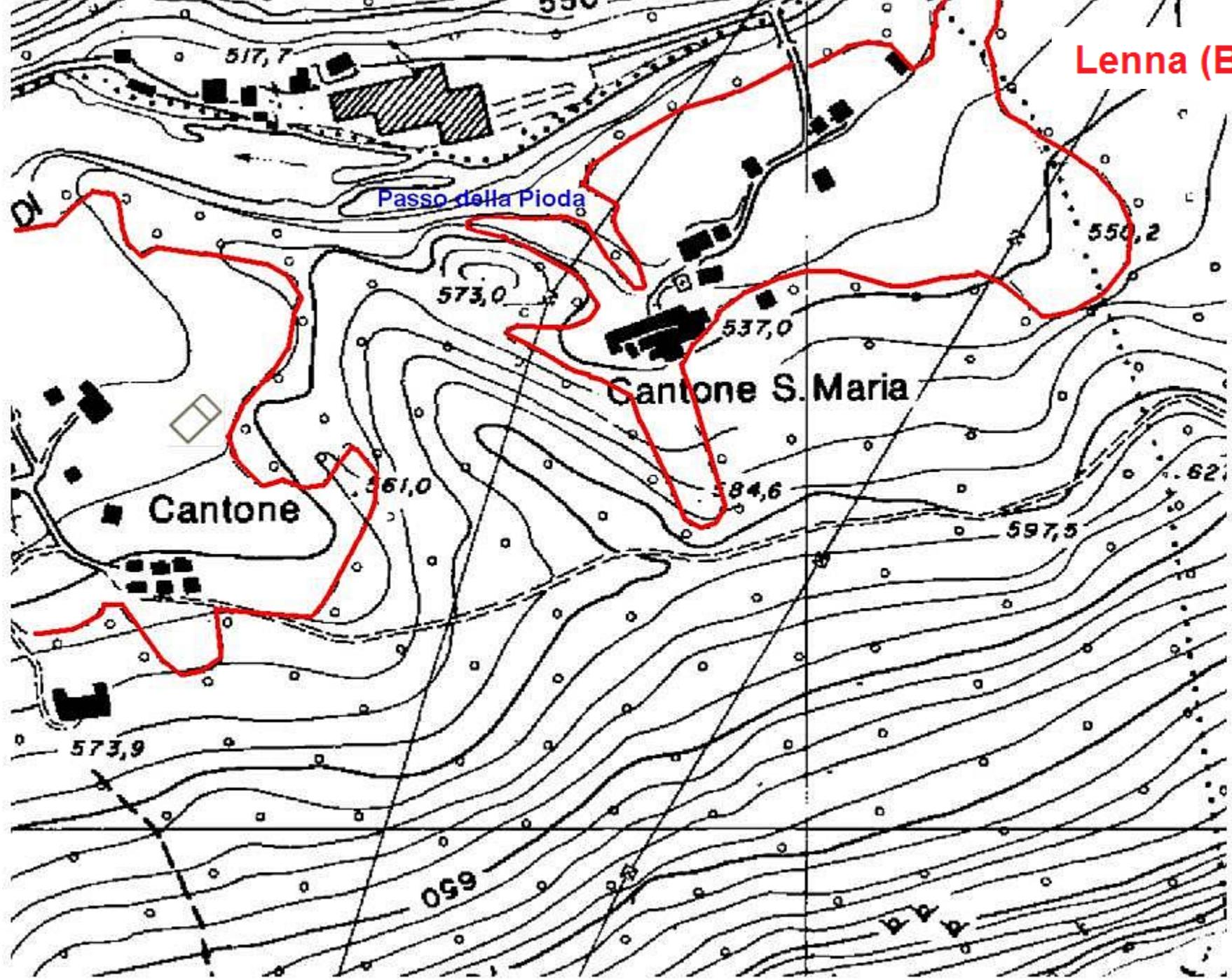


G.I.R. - Gasp Image Restoration , $s = 2,5$ - step 2

Un altro esempio...



Lenna (BG)



Lenna (BG)



Image © 2016 DigitalGlobe

Google earth

ta di acquisizione delle immagini: 8/20/2012/

45°56'40.92"N 9°42'17.91"E elev. 560 m

Alt 908 m

Lenna (BG)



Image © 2016 DigitalGlobe

Google earth

G.I.R. - Gasp Image Restoration

Lenna (BG)

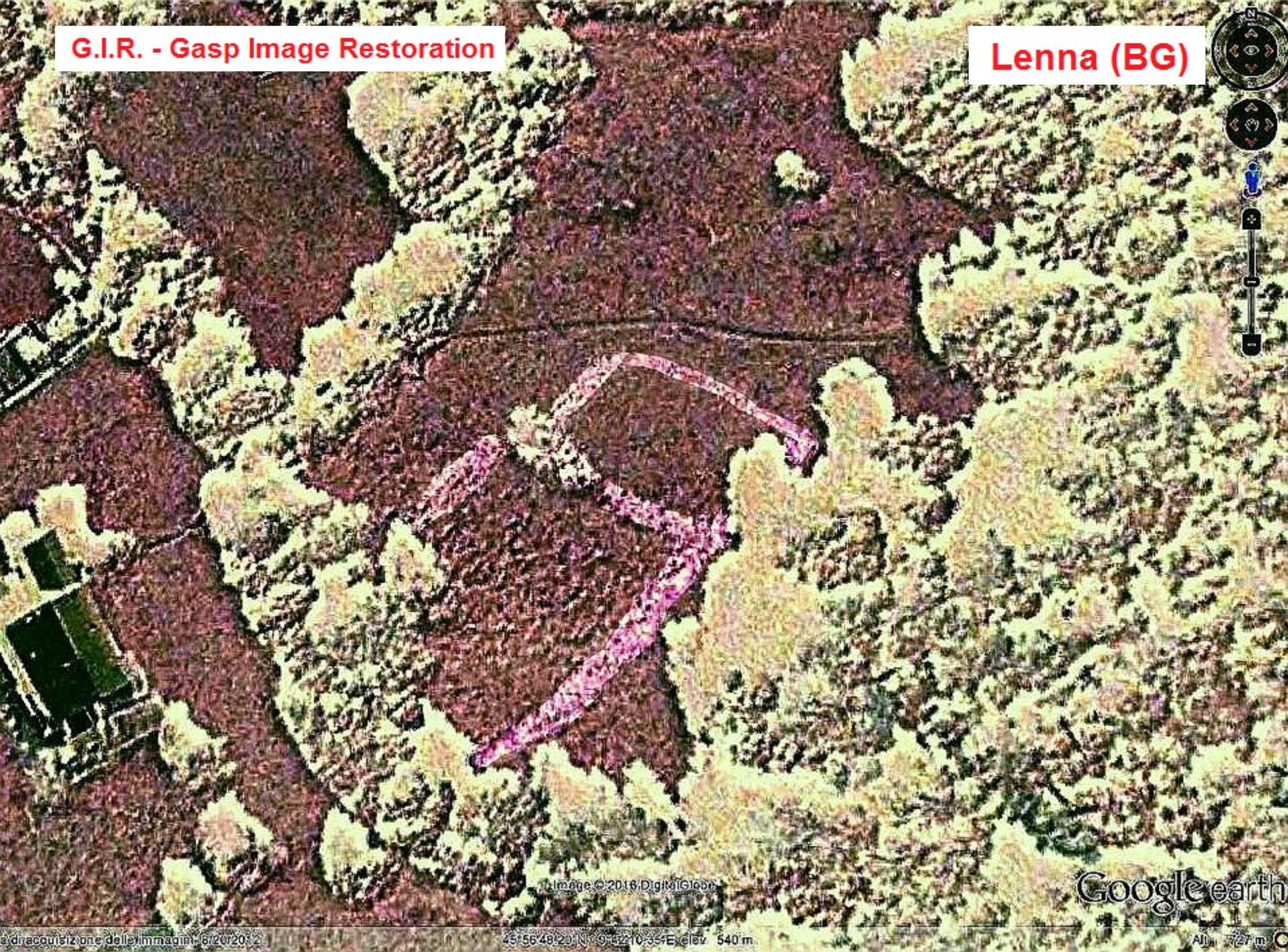


Image © 2016 DigitalGlobe

Google earth

di acquisizione dalle immagini: 6/20/2012

45°56'48.20"N 9°42'10.36"E elev. 540 m.

Alt. 727 m

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

Bande Radar

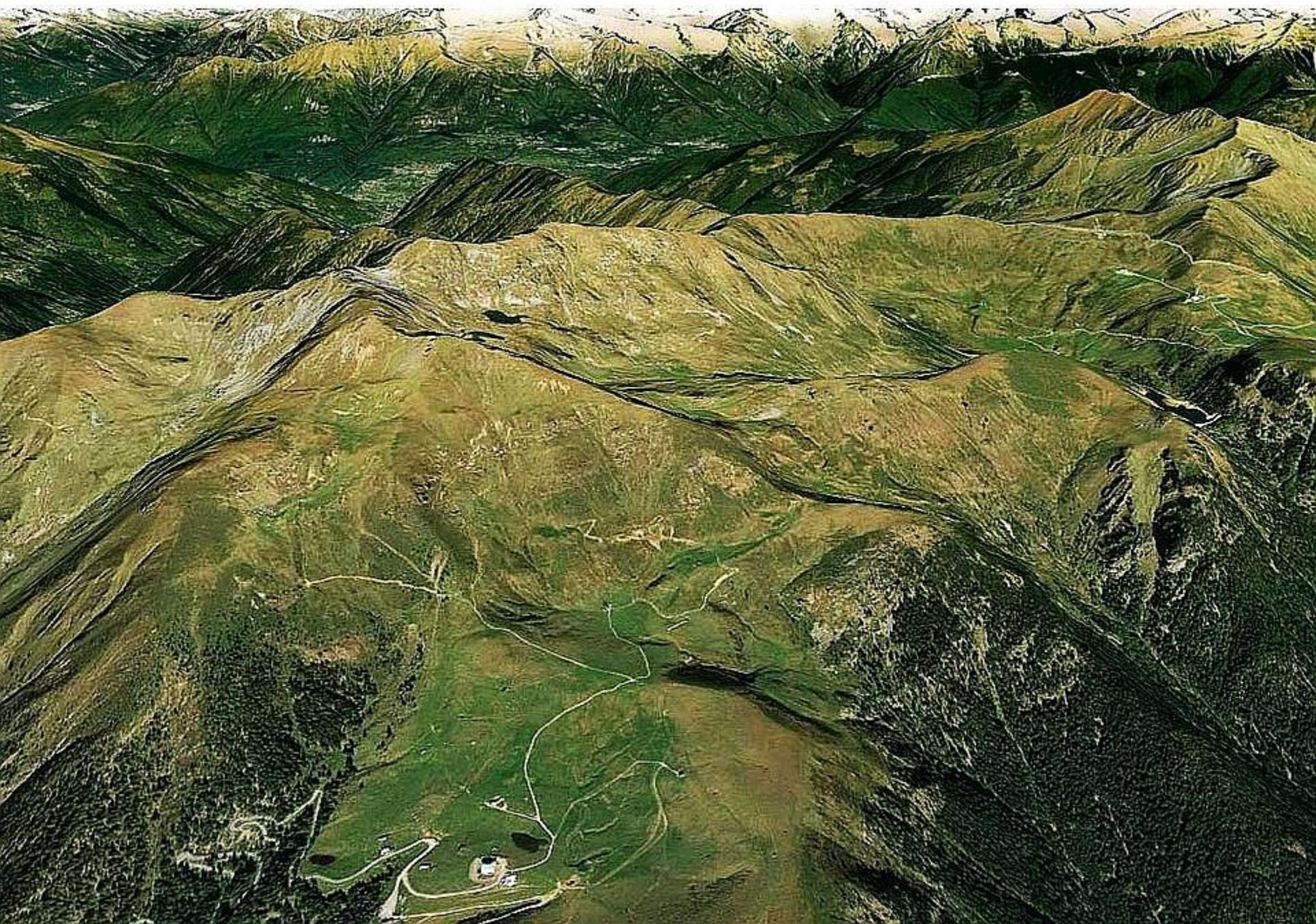
Lo Shuttle operò in 2 bande Radar

La banda C produsse la mappatura radar ad una campionatura di 90 metri.

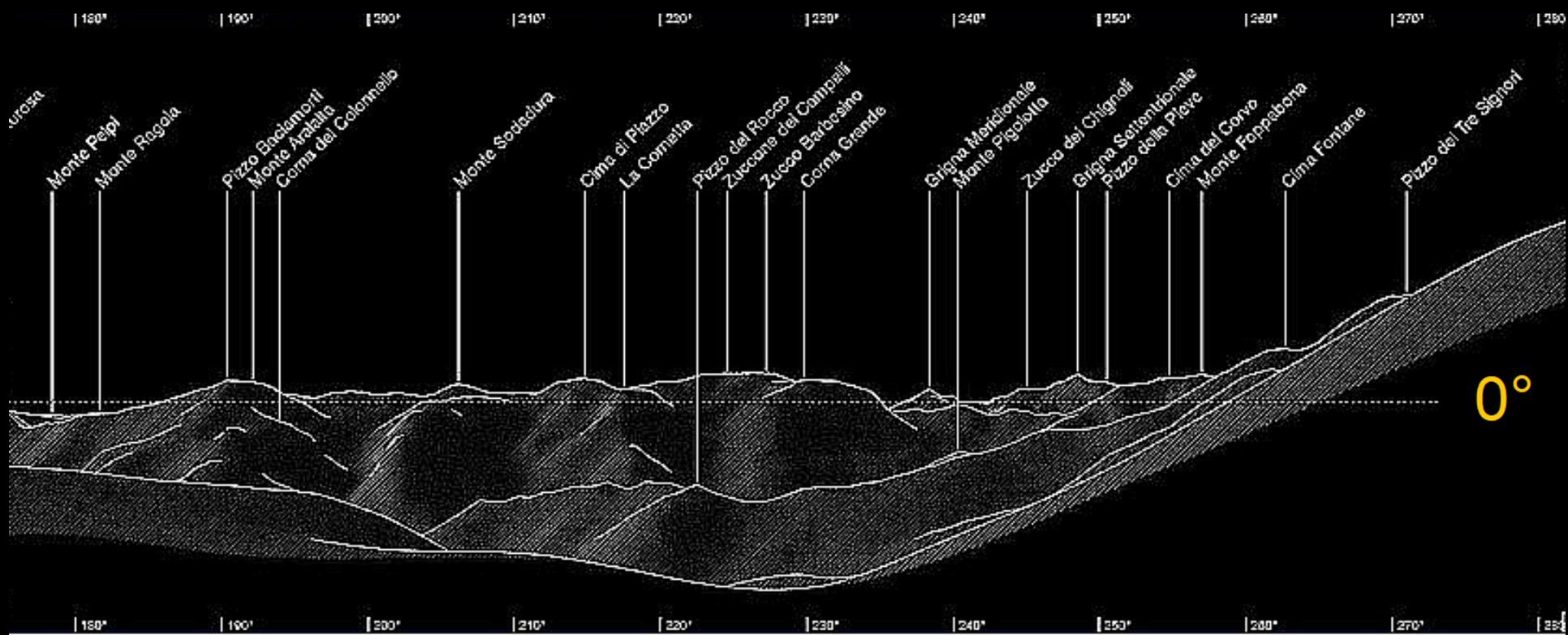
La banda X produsse una campionatura più fitta (30 metri) di alcune celle della banda C

i dati DEM a 90 metri sono scaricabili gratuitamente da internet

Piani del Monte Avaro - Modello digitale 3D



Sintesi SRTM del profilo dell'orizzonte naturale locale visibile da un sito archeologico



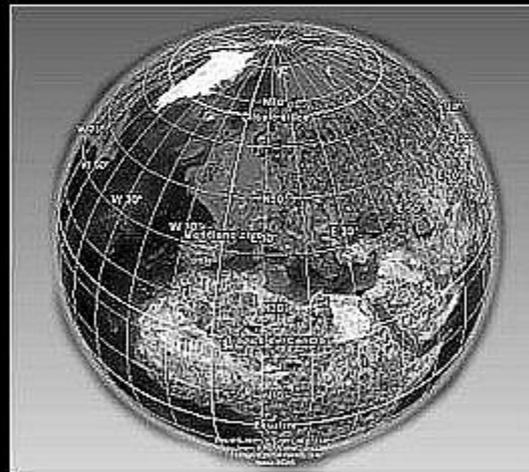
Azimut (gradi)

Per
Approfondire...

Adriano Gaspani

Archeoastronomia Satellitare

Tecniche moderne per il rilievo e lo
studio dei siti archeologici di rilevanza
astronomica.



Collana Manualistica