

**SGC Grosseto Fano (E78).  
Tratto Nodo di Arezzo (S. Zeno) - Selci Lama (E45).  
Adeguamento a 4 corsie del tratto Le Ville - Selci Lama (E45).  
Lotto 7.**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PG 364**

**ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

<p>IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p>PROGETTISTI SPECIALISTICI <i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria) <b>GP INGENNERIA</b> <i>GESTIONE PROGETTI INGENNERIA srl</i> (Mandante)  (Mandante) <b>engeko</b> (Mandante)  <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p>	<p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12): <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>L'ARCHEOLOGO <i>Dott.ssa Maria Grazia Liseno</i> Elenco MIBACT n. 1646</p>	<p><i>Ing. Claudio Muller</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754</p>	
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Michele Consumini</i></p>	<p><i>Ing. Giovanni Suraci</i> Ordine Ingegneri Provincia di RC n. A2895</p>	
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO <i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	

**STUDI GENERALI**

Rilievi topografici  
Relazione sui rilievi planoaltimetrici

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
COMP.	PROGETTO	LIV. ANNO N.PROG.	T00SG01CRTRE01A			
DP	LO702G	D2110	T00SG01CRTRE01		A	-
D						
C						
B						
A	Emissione		Marzo '24	Gentile	Signorelli	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

**ANAS S.p.A.**

**SGC Grosseto Fano (E78) - Tratto Nodo di Arezzo (San Zenò) - Selci Lama (E45)  
Adeguamento a 4 corsie del tratto Le Ville - Selci Lama - Progetto Definitivo**

## **Relazione tecnica**

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

<b>1</b>	<b>PIANO DI VOLO.....</b>	<b>3</b>
1.1	ESECUZIONE DELLA RIPRESA AEROFOTOGRAMMETRICA.....	4
1.1.1	CERTIFICATO CAMERA DA PRESA.....	5
1.1.2	CENTRI DI PRESA DELLA TRIANGOLAZIONE AEREA.....	52
<b>2</b>	<b>RETE DI RAFFITTIMENTO E POLIGONALE GNSS .....</b>	<b>55</b>
2.1	GRAFICO DELLA RETE DI RAFFITTIMENTO E POLIGONALE GNSS.....	56
2.2	LISTATO DELLA RETE DI RAFFITTIMENTO E POLIGONALE GNSS .....	57
<b>3</b>	<b>LIVELLAZIONE DI PRECISIONE .....</b>	<b>58</b>
<b>4</b>	<b>PUNTI FOTOGRAFICI DI APPOGGIO.....</b>	<b>59</b>
4.1	LISTATO DEI PUNTI FOTOGRAFICI DI APPOGGIO .....	65
4.2	GRAFICO DEI PUNTI FOTOGRAFICI DI APPOGGIO .....	67
<b>5</b>	<b>SCHEDE TECNICHE STRUMENTI TOPOGRAFICI .....</b>	<b>68</b>
<b>6</b>	<b>CREAZIONE DEL SISTEMA RETTILINEO.....</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>CARTOGRAFIA NUMERICA 1:2.000: RESTITUZIONE ED EDITING GRAFICO .....</b>	<b>78</b>
<b>8</b>	<b>ORTOFOTO .....</b>	<b>80</b>
8.1	TAVOLA DELL'ORTOFOTO .....	80
<b>9</b>	<b>RILIEVI CELERIMETRICI E SEZIONI BADIMETRICHE.....</b>	<b>81</b>



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## **1 PIANO DI VOLO**

Per la realizzazione della cartografia alla scala 1:2.000 del tratto Le Ville – Selci Lama lungo la SGC Grosseto Fano (E78) è stata eseguita una ripresa aerea digitale ad altissima definizione, è stata elaborata una triangolazione aerea e sono stati acquisiti dei punti fotografici di controllo attraverso l'utilizzo di ricevitori geodetici GNSS modello Leica GS18 a cinque frequenze con 555 canali di acquisizione in grado di comunicare con tutte le costellazioni satellitari esistenti (GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU).

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## 1.1 ESECUZIONE DELLA RIPRESA AEROFOTOGRAMMETRICA

La ripresa aerea è stata eseguita nel mese di giugno 2023. Per poter coprire l'area oggetto della cartografia sono state acquisite n° 3 strisciate per un totale di 148 fotogrammi. Il volo è stato eseguito con camera LEICA DMC III ad una risoluzione di 10 cm/pixel e con una sovrapposizione fra i fotogrammi dell'60%. La quota media di volo è stata di 1.470 metri e ogni fotogramma ricopre una porzione di superficie pari a 1.300 metri per 700 metri.



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## 1.1.1 CERTIFICATO CAMERA DA PRESA



Calibration Protocol  
DMC III



### Camera Calibration Certificate No: DMC III 27552



For

**CGR**

Via Cremonese, 35/A  
43126 Parma

Italy



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

This calibration certificate complies with DIN 18740-4

Camera: DMC III  
Manufacturer: Leica Geosystems Technologies, D-73430 Aalen, Germany  
Reference: PAN  
Serial Number: 00130912 (PAN Head)  
Date of Calibration: 29. March 2021  
Date of Report: 29. March 2021  
Number of Pages: 47

---

This camera system is certified by Leica Geosystems Technologies and is fully functional within its specifications and tolerances.

Date of Calibration: March 2021

Date of Certification: March 2021

Bernhard Riedl, Head of Production

Dipl.Ing. Gerald Kapoun, Technical Consultant

---



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Camera Serial Numbers and Calibration flight

Camera Head	Serial Number	Calib. Date
PAN (reference)	00130912	29.03.2021
MS1 (NIR)	00128790	29.03.2021
MS2 (Blue)	00128816	29.03.2021
MS3 (Red)	00128793	29.03.2021
MS4 (Green)	00128817	29.03.2021



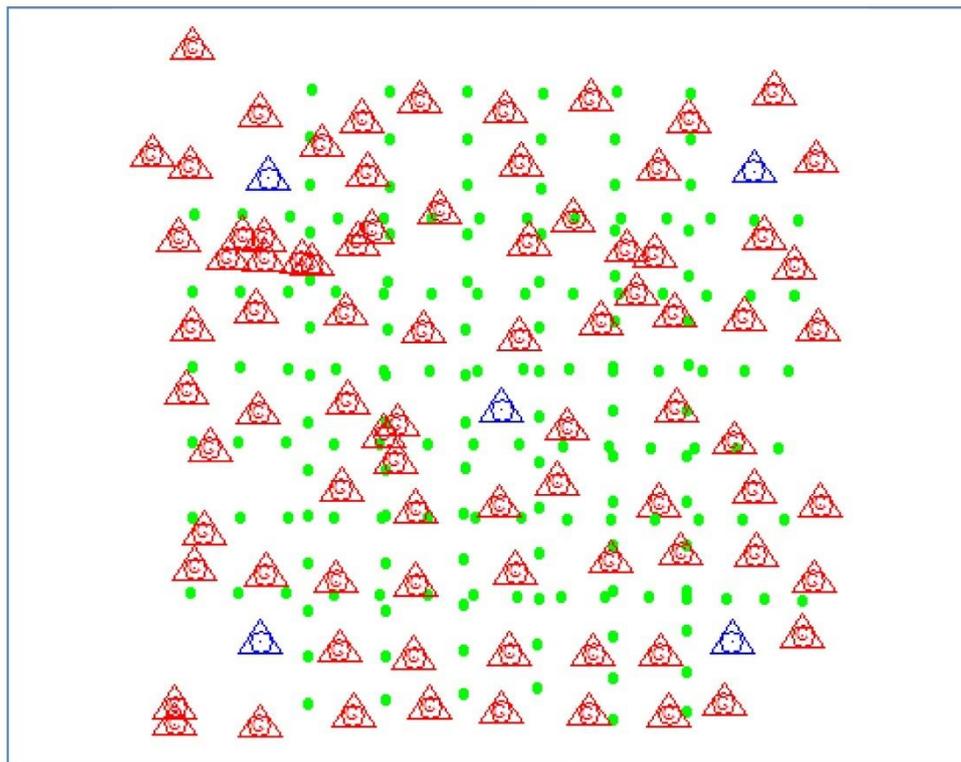
**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

Calibration flight performed: 24. March 2021

**Flight parameters of 5cm Calibration Flight**



Parameter	Burn-in flight
GSD [cm]	5
End-lap [%]	75
Side-lap [%]	75
Number of Exposures	171
Number of Flight Lines	6
Number of Cross Flight Lines	6
Number of Control Points	5
Number of Check Points	83
GPS/INS	YES





**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

### Application

Parameter	Burn-in flight
Weighting for manual measured image points	1.0
Weighting for automatic measured image points	1.0
Weighting for Control Points	2.8 / 2.8 / 1.6
Weighting for GPS	1.6 / 1.6 / 1.6
Weighting for INS	0.2 / 0.2 / 0.1
Modeling of GPS systematic residuals	NO
Bore Sight Alignment (YES/NO)	NO
Camera Self Calibration (YES/NO)	NO

### Statistics – Bundleblockadjustment

Parameter	Burn-in flight
Sigma0 [ $\mu\text{m}$ ]	1.498
Mean Std Dev Photo Position [cm]	1.6 / 1.6 / 1.3
Mean Std Dev Photo Attitude [mdeg]	0.6 / 0.7 / 0.3
Mean Std Dev Control Points [cm]	0.9 / 0.8 / 1.4
Mean Std Dev Check Points [cm]	1.0 / 1.0 / 2.0
RMS Photo Position [cm]	1.5 / 1.4 / 1.1
RMS Photo Attitude [mdeg]	1.6 / 1.1 / 2.0

### Statistics – Results

Parameter	Burn-in flight
RMS of Control Points – horizontal [cm]	1.9 / 2.7
Max Ground Residual of Control Points – horizontal [cm]	3.0 / 4.9
RMS of Control Points – vertical [cm]	1.5
Max Ground Residual of Control Points – vertical [cm]	3.0
RMS of Check Points – horizontal [cm]	1.9 / 2.7
Max Ground Residual of Check Points – horizontal [cm]	5.6 / 6.8
RMS of Check Points – vertical [cm]	2.5
Max Ground Residual of Check Points – vertical [cm]	6.2

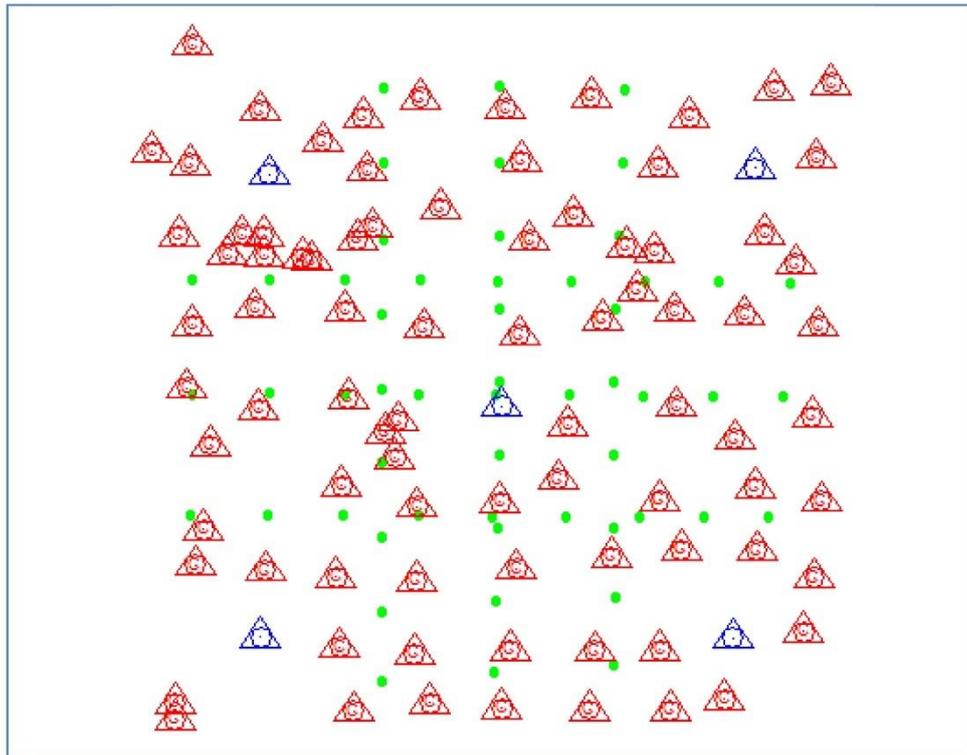


Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

Protocol

### Flight parameters of independent 8cm Reference Block



Parameter	Burn-in flight
GSD [cm]	8
End-lap [%]	70
Side-lap [%]	60
Number of Exposures	54
Number of Flight Lines	3
Number of Cross Flight Lines	3
Number of Control Points	5
Number of Check Points	84
GPS/INS	YES





**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

### Application

Parameter	Burn-in flight
Weighting for manual measured image points	1.0
Weighting for automatic measured image points	1.0
Weighting for Control Points	7.1 / 7.1 / 4.0
Weighting for GPS	4.0 / 4.0 / 4.0
Weighting for INS	0.2 / 0.2 / 0.1
Modeling of GPS systematic residuals	NO
Bore Sight Alignment (YES/NO)	NO
Camera Self Calibration (YES/NO)	NO

### Statistics – Bundleblockadjustment

Parameter	Burn-in flight
Sigma0 [ $\mu\text{m}$ ]	1.387
Mean Std Dev Photo Position [cm]	1.9 / 1.9 / 1.6
Mean Std Dev Photo Attitude [mdeg]	0.5 / 0.6 / 0.3
Mean Std Dev Control Points [cm]	1.0 / 1.0 / 1.6
Mean Std Dev Check Points [cm]	1.3 / 1.3 / 3.4
RMS Photo Position [cm]	1.1 / 1.6 / 1.2
RMS Photo Attitude [mdeg]	1.2 / 0.9 / 1.7

### Statistics – Results from independent Referenceblock

Parameter	Burn-in flight
RMS of Control Points – horizontal [cm]	1.1 / 2.2
Max Ground Residual of Control Points – horizontal [cm]	2.0 / 3.3
RMS of Control Points – vertical [cm]	1.7
Max Ground Residual of Control Points – vertical [cm]	2.4
RMS of Check Points – horizontal [cm]	2.0 / 3.0
Max Ground Residual of Check Points – horizontal [cm]	5.2 / 6.5
RMS of Check Points – vertical [cm]	3.7
Max Ground Residual of Check Points – vertical [cm]	7.5

The results of the aerial triangulation were generated with ImageStation Automatic Triangulation (ISAT), 2016, from Intergraph Inc.. The maximum RMS in check points is  $\leq 0.5$  GSD in x,y and  $\leq 0.7$  GSD in z.

Aerial Triangulation performed by

*Gerald Kapoun*

Dipl. Ing. Gerald Kapoun

29.03.2021

Date

CalibProtocol\_DMCIII\_27552\_2021.docx Document Version 3.0

page 7 of 47

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Geometric Calibration

The output image geometry is based on the Pan Camera head (reference head = master camera). All other camera heads are registered and aligned to this head. Aerial triangulation checks overall system performance based on.

## Output image

Reference Camera	PAN	
Serial Number	00130912	
Number of rows/columns [pixels]	25728 x 14592	
Pixel Size [ $\mu\text{m}$ ]	3.900 x 3.900	
Image Size [mm]	100.3392 x 56.9088	
Focal Length [mm]	92.0000 mm	+ /- 0.001 mm
Principal Point [mm]	X= 0.0000 mm, Y= 0.0000 mm	+ /- 0.001 mm

The "SYNTHETIC" geometric calibration is based on a simulated mathematical lens distortion calculation based on the detailed optical design data of the lens.

It is equivalent to the DMC II collimator calibration procedure, projecting 800 "light targets" on 28 lines that are distributed diagonally on the focal plane.

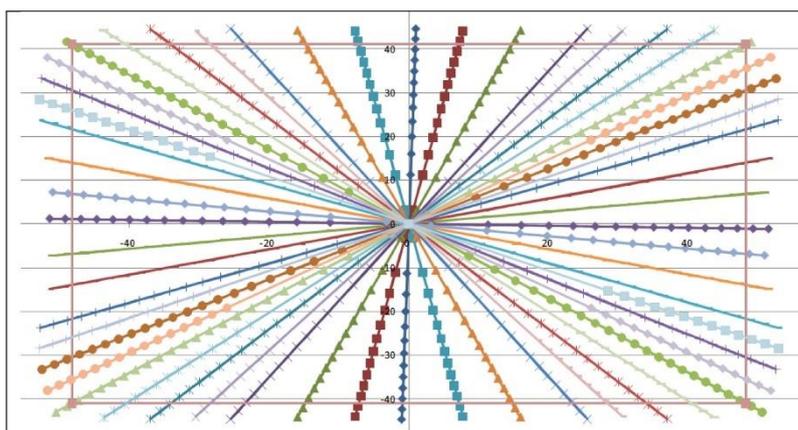


Figure 1: SYNTHETIC Light Target Simulation



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Geometric Calibration

### Image Residuals

Figure 2 shows the image residuals, split in radial and tangential directions after the calibration adjustment. The maximum residuals are less than or equal to 1.0 microns and the RMSE values are below 0.5 microns.

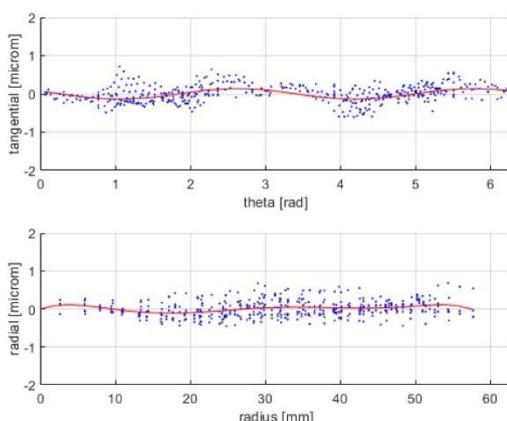


Figure 2: Tangential/Radial Distortion Residuals

Figure 3 shows the 2-D plot of the image residuals in mm.

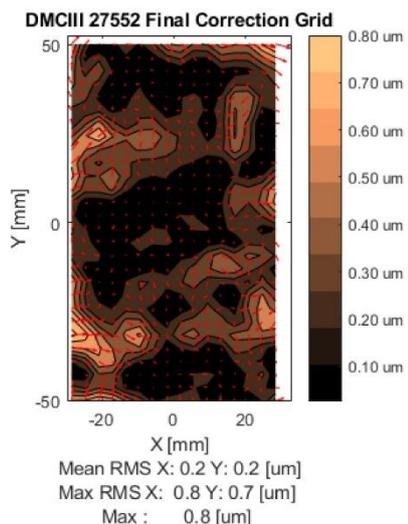


Figure 3: 2-D Image Residuals.

Mean RMS  $\leq$  0.2  $\mu$ m (maximum 0.8 microns)



Sistemi Cartografici S.a.s.

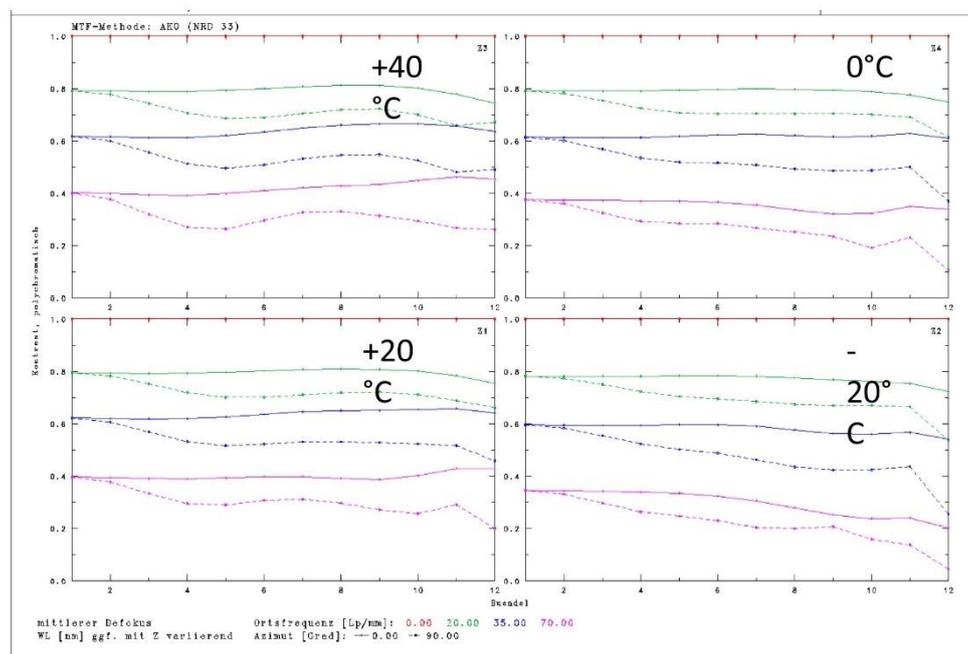
DMC III Calibration

Protocol

## Optical System

### Modulation Transfer Function, MTF of PAN Camera (Reference)

DMC III PAN – MTF Polychromatic F/5.6 ; 92 mm – Temperature Stability



The MTF measurement is camera type specific and shows variation of the MTF within the specified temperature range.

This is a camera type specific measurement.



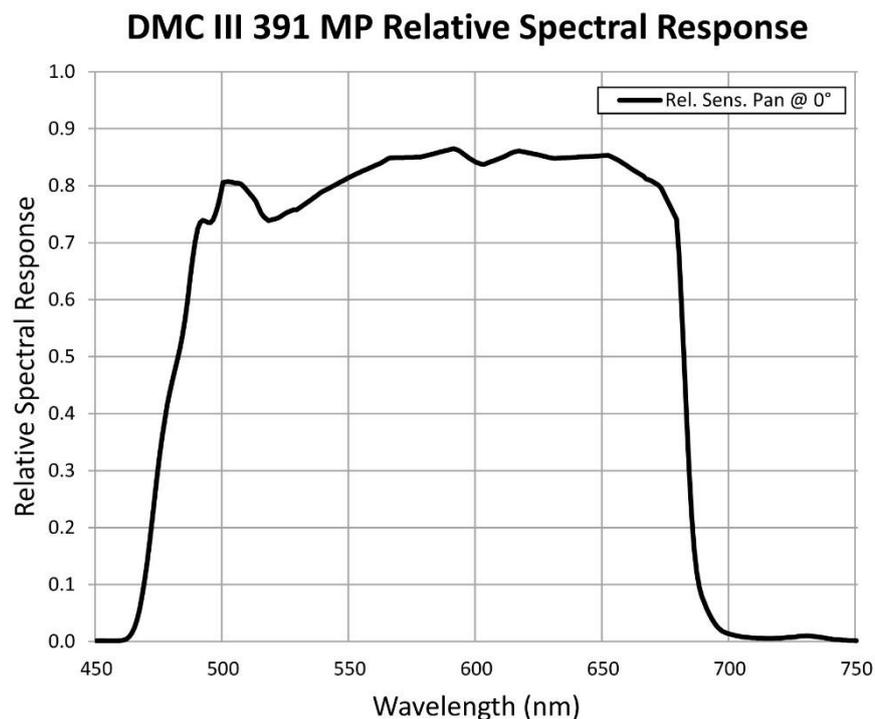
**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensitivity of PAN camera (Reference)



The sensitivity shows the spectral response curve of the single camera head including the optical system (optics, filter) and the sensor response. The DMC III is calibrated with a NIST traceable spectroradiometer and an integrating sphere. This allows computing pixel radiance values from pixels digital numbers and is a camera type specific calibration.

This is a camera type specific measurement.



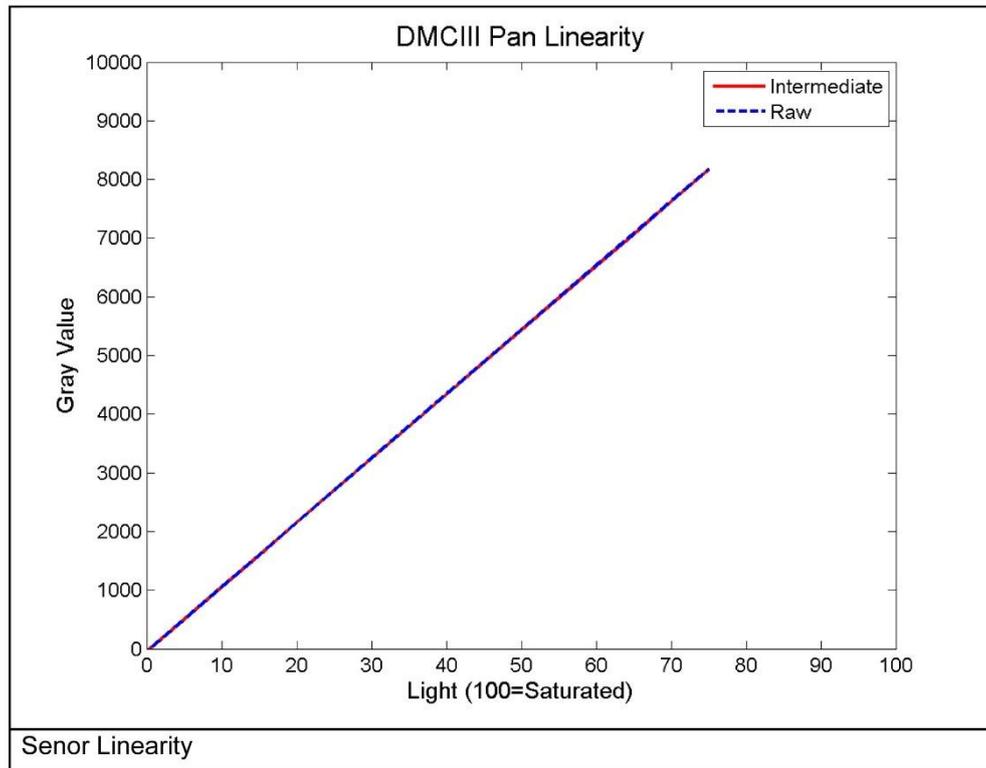
**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Sensor Linearity (Reference)

The sensor linearity is measured in the Lab with calibrated spectrometer.  
This is a camera type specific calibration.  
Below figure shows the linearity of the raw sensor and after flat fielding:



The deviation from the linearity is below 1%.

This is a camera type specific measurement.



Sistemi Cartografici S.a.s.

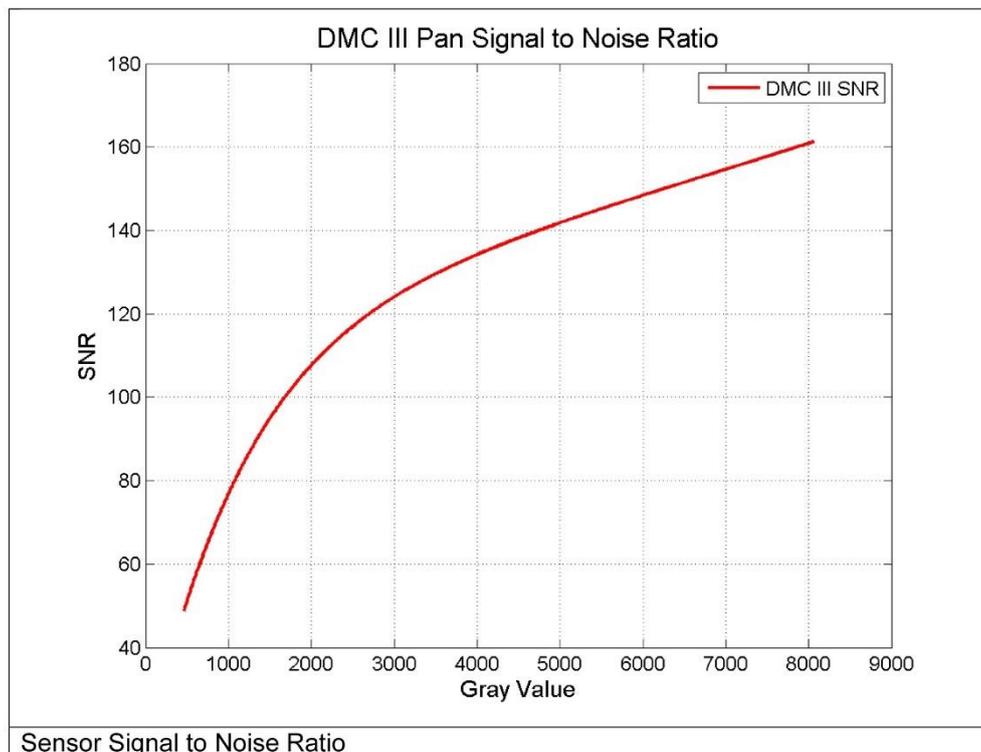
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensor Noise (Reference)

Sensor noise shows image noise with respect to the image center measured at an aperture of 16 with exposure time of 16msec.



This is from a camera type specific calibration.



Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

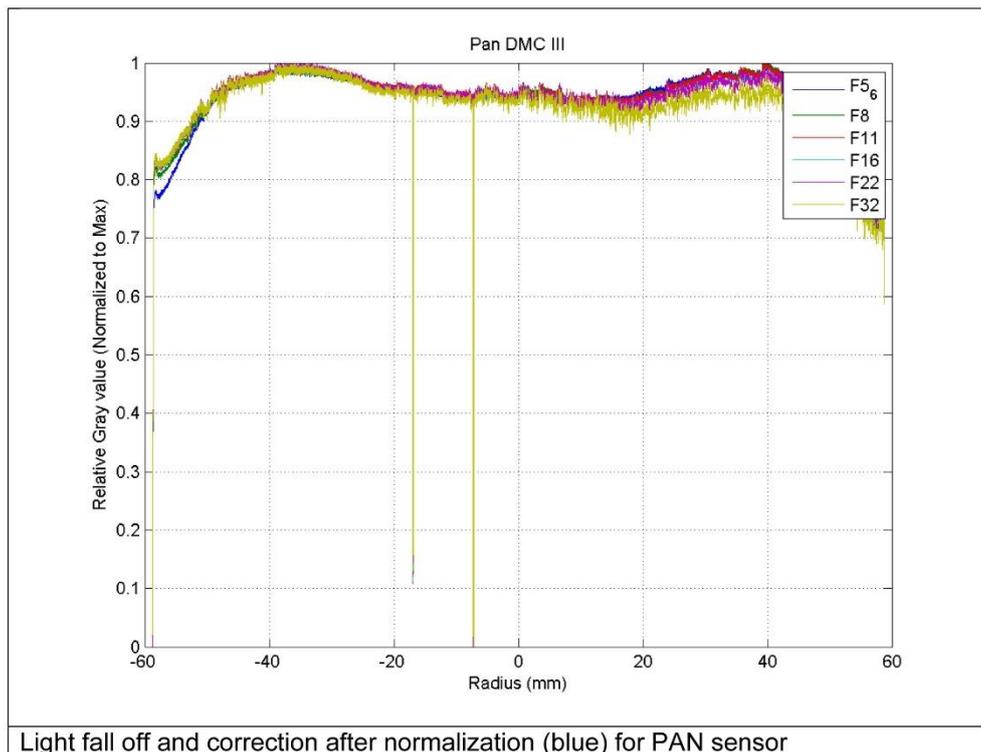
Protocol

## Radiometric Calibration

### Aperture Correction (Reference)

#### Camera PAN (00130912)

The light fall off to the border due the influence of the optics depends on the aperture used. Therefore this calibration approach delivers individual calibration images for each aperture (Full F-Stop). In general the light fall off is a function of the image height (radial distance from center). The figure below shows the profile from the upper left corner to the lower right corner of the calibration images. Compensation of the light fall off can be measured after normalization and is within  $\pm 2.5\%$  of the dynamic range.



This is from a camera type specific calibration.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Defect Pixel

#### Camera PAN (00130912)

Defect pixels are detected during radiometric calibration and will be corrected during radiometric processing of the images.

The quantity and cumulative percentage and specification of defects are described in Appendix "Defect Pixel Recognition" at page 45.



Sistemi Cartografici S.p.A.

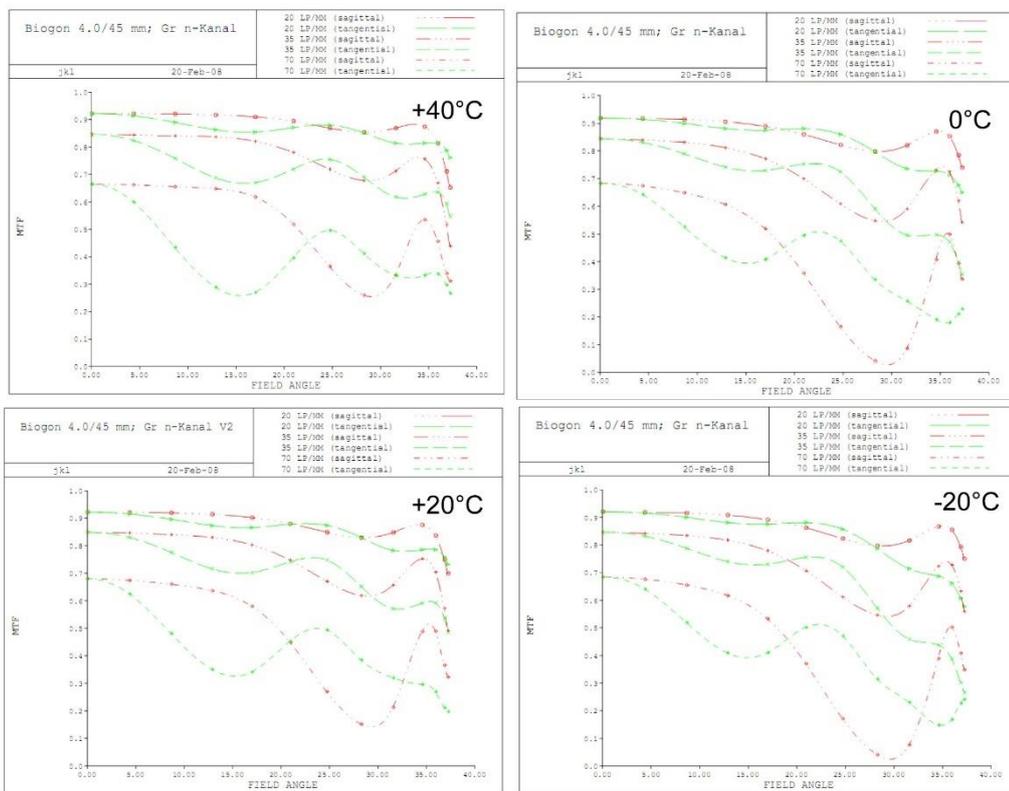
DMC III Calibration

Protocol

## Optical System

## Modulation Transfer Function, MTF of Green camera

DMC III MS Green – MTF F/4.0 ; 45 mm– Temperature Stability





Sistemi Cartografici S.a.s.

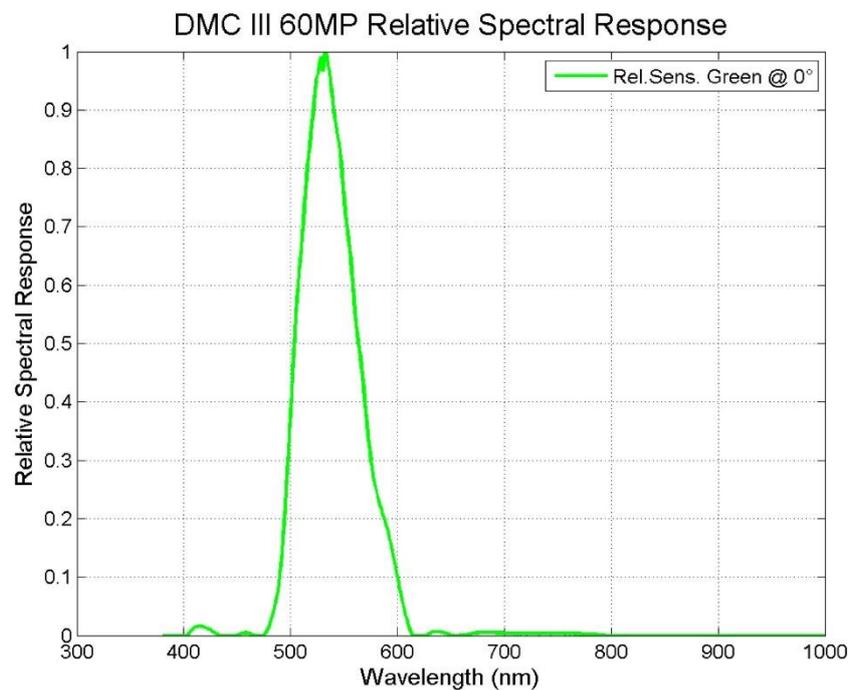
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensitivity of Green camera

Spectral response curve of the single camera head.



The sensitivity shows the spectral response curve of the single camera head including the optical system (optics, filter) and the sensor response. The DMC III is calibrated with respect to the absolute spectrometer. This allows computing pixel radiance values from pixels digital numbers and is a camera type specific calibration.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

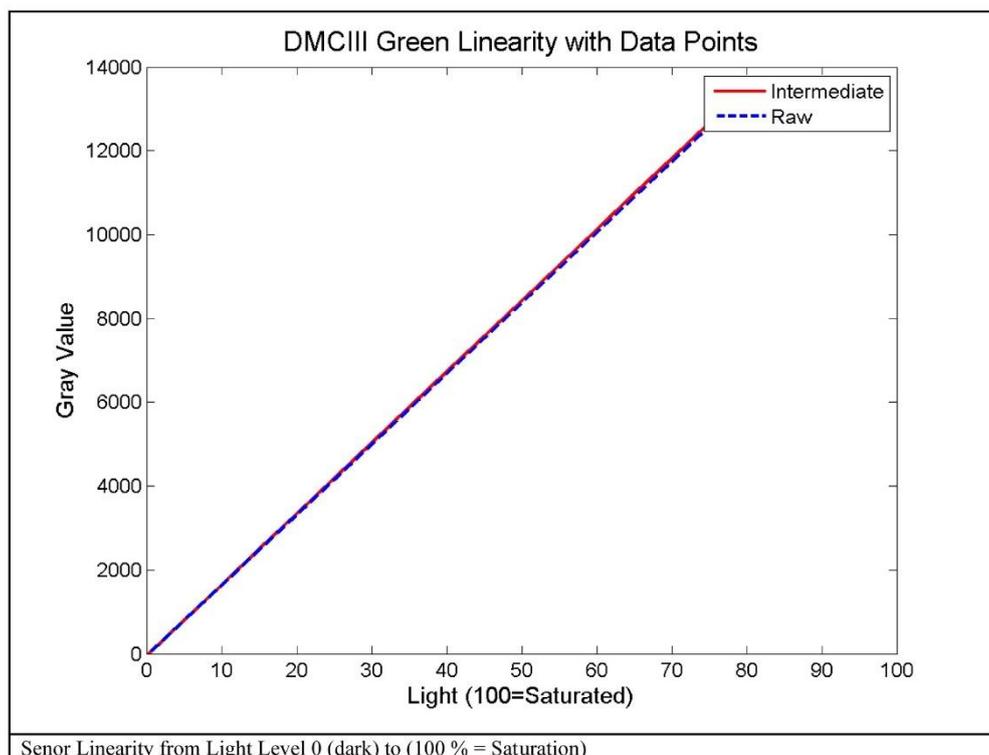
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensor Linearity (Reference)

The sensor linearity is measured in the Lab with calibrated spectrometer.  
This is a camera type specific calibration.  
Below figure shows the linearity of the raw sensor and after flat fielding:



The deviation from the linearity is below 1%.



Sistemi Cartografici S.a.s.

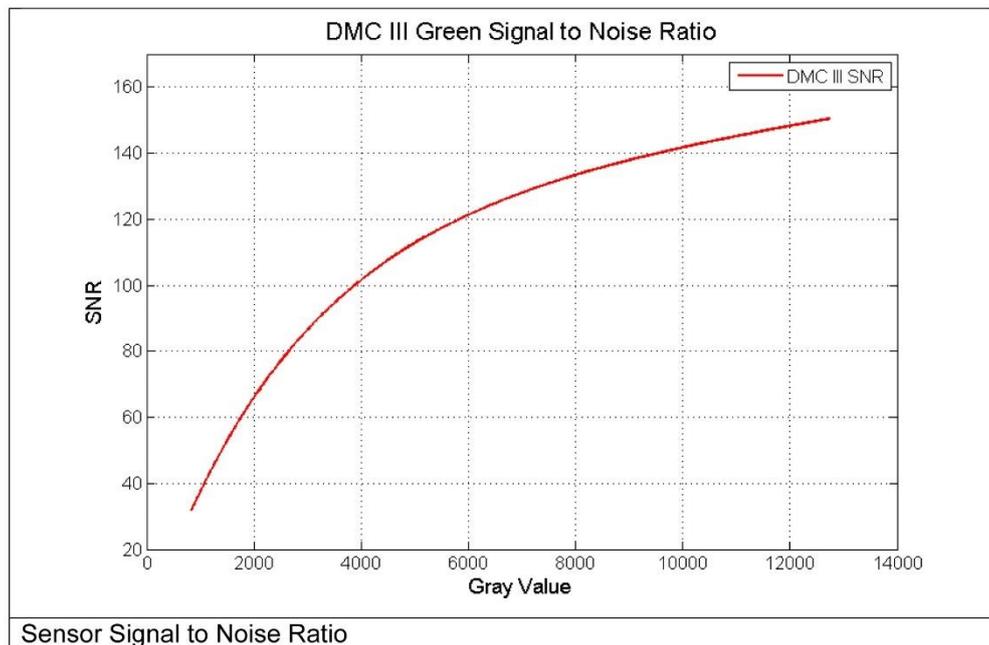
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensor Noise (Reference)

Sensor noise shows image noise with respect to the image center measured at an aperture of 5.6 with exposure time of 10msec.





Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

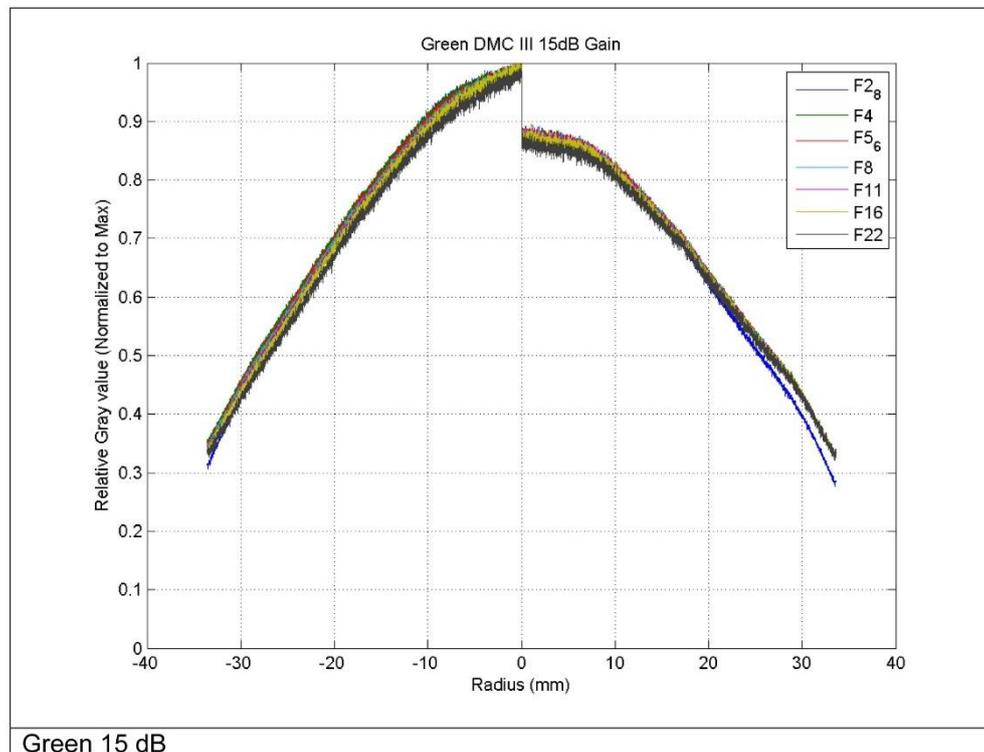
Protocol

## Radiometric Calibration

### Aperture Correction

#### Green (00128817)

The light fall off to the border due the influence of the optics depends on the aperture used. Therefore this calibration approach delivers individual calibration images for each aperture (Full F-Stop). In general the light fall off is a function of the image height (radial distance from center). The figure below shows the profile from the upper left corner to the lower right corner of the calibration images.

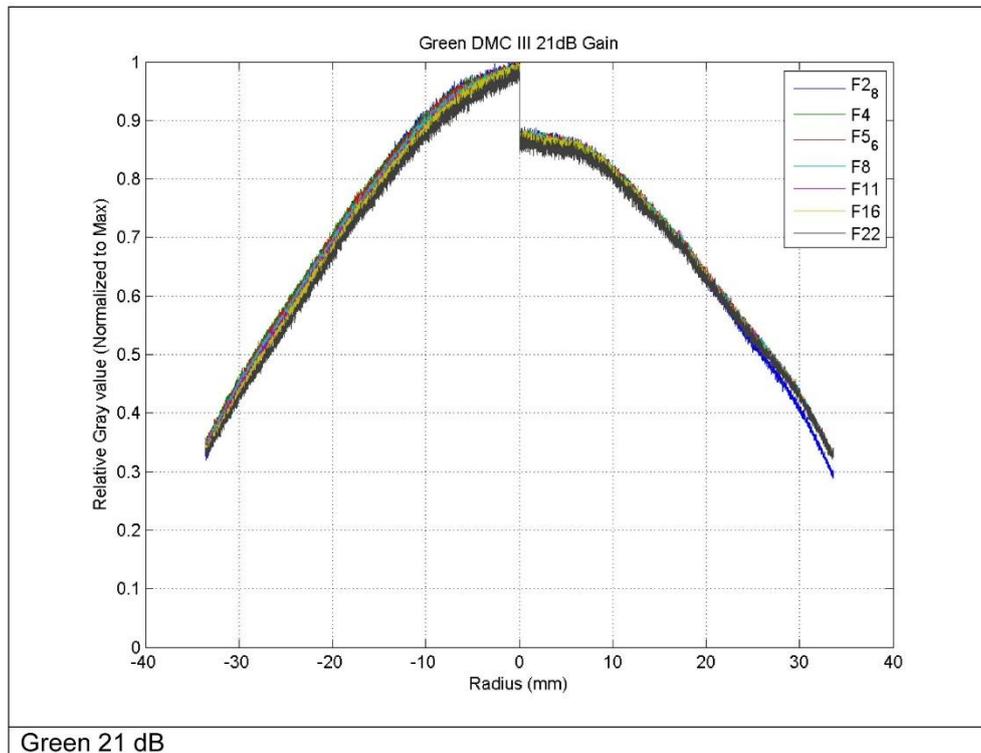




Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

Protocol



This is a camera type specific calibration.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Defect Pixel

#### Green (00128817)

Defect pixels are detected during radiometric calibration and will be corrected during radiometric processing of the images.

The quantity and cumulative percentage and specification of defects are described in Appendix "Defect Pixel Recognition" at page 45.



Sistemi Cartografici S.a.s.

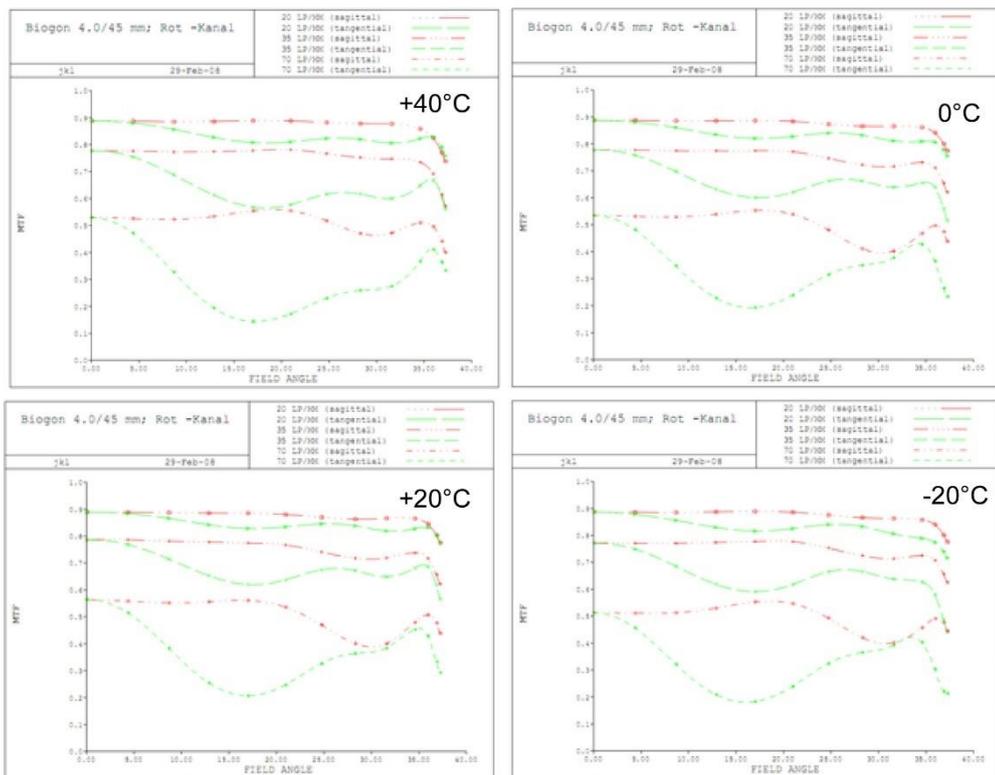
DMC III Calibration

Protocol

## Optical System

### Modulation Transfer Function, MTF of Red camera

DMC III MS Red – MTF F/4.0 ; 45 mm– Temperature Stability





Sistemi Cartografici S.a.s.

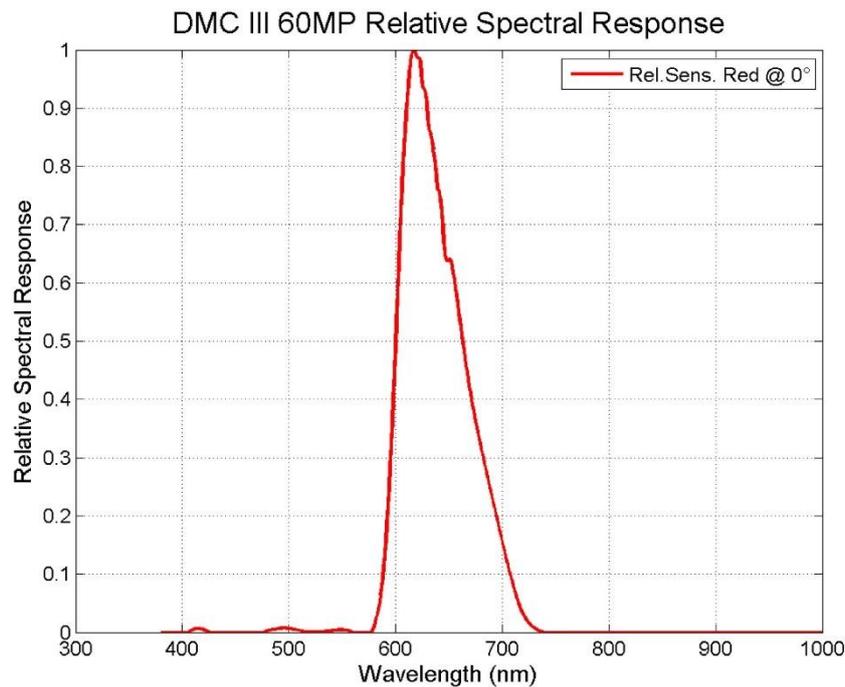
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensitivity of Red camera

Spectral Response Curves of the single camera head.



The sensitivity shows the spectral response curve of the single camera head including the optical system (optics, filter) and the sensor response. The DMC III is calibrated with respect to the absolute spectrometer. This allows computing pixel radiance values from pixels digital numbers and is a camera type specific calibration.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

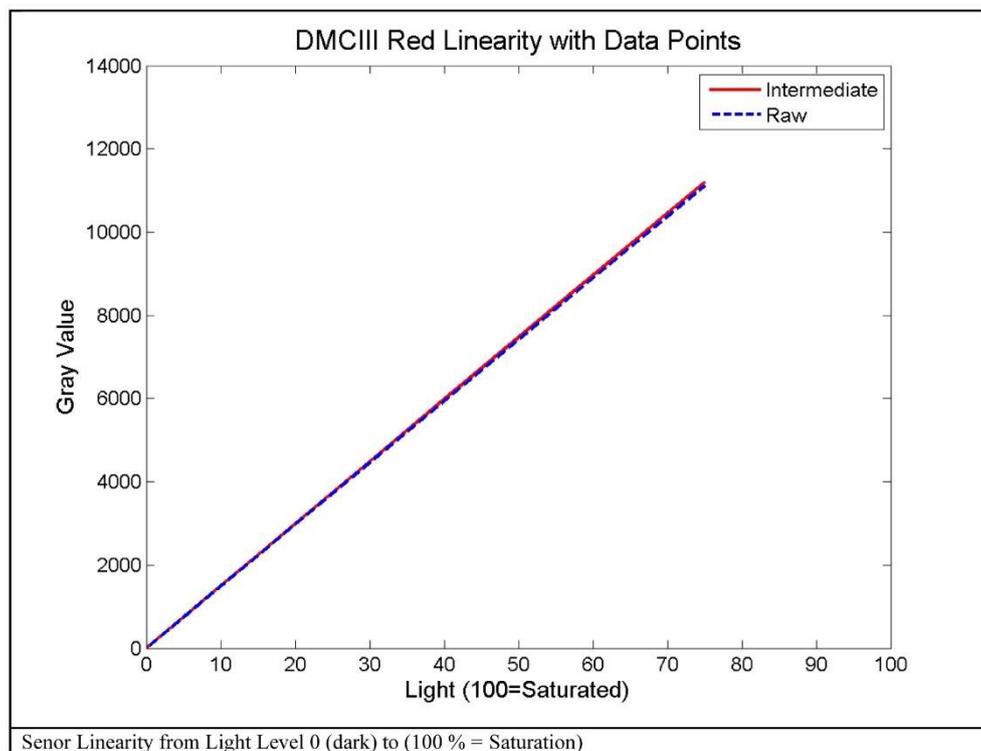
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensor Linearity (Reference)

The sensor linearity is measured in the Lab with calibrated spectrometer.  
This is a camera type specific calibration.  
Below figure shows the linearity of the raw sensor and after flat fielding:



The deviation from the linearity is below 1%.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

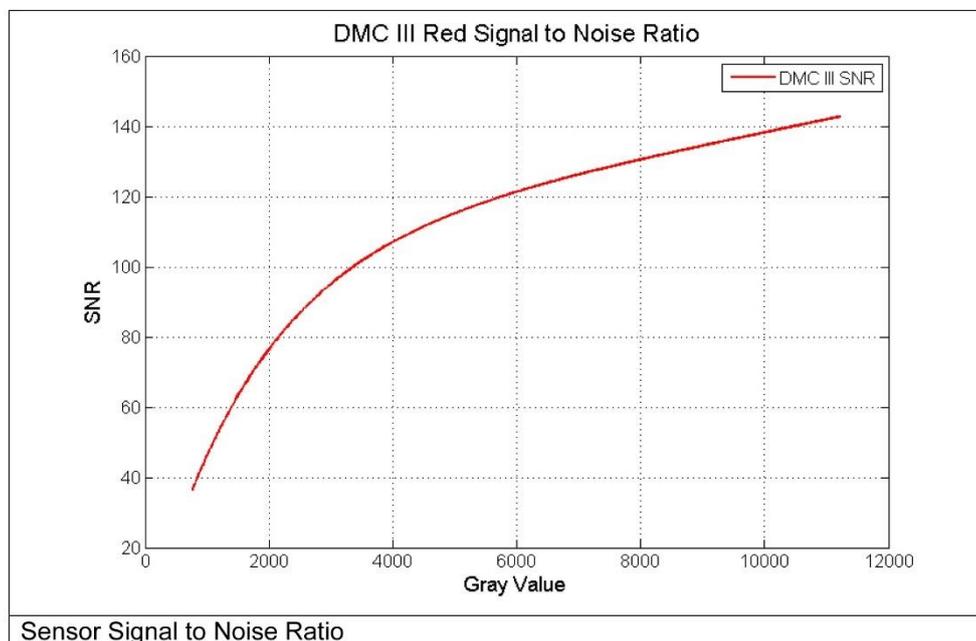
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensor Noise (Reference)

Sensor noise shows image noise with respect to the image center measured at an aperture of 5.6 with exposure time of 10msec.





Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

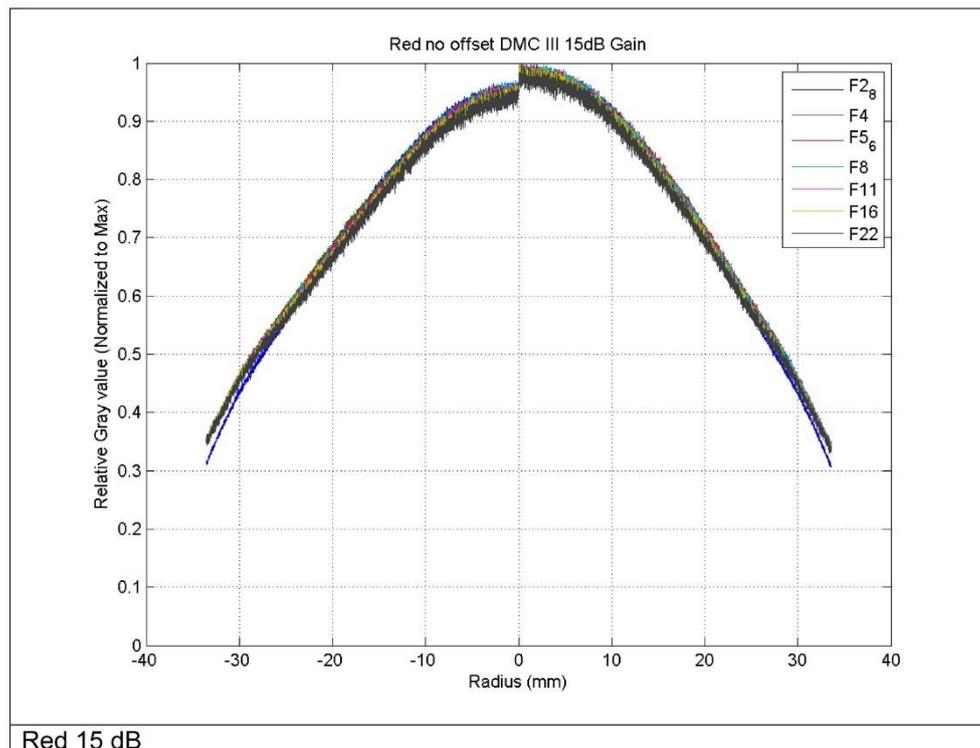
Protocol

## Radiometric Calibration

### Aperture Correction

Red (00128793)

The light fall off to the border due the influence of the optics depends on the used aperture. Therefore this calibration approach has for each aperture (Full F-Stop) its own calibration image. In general the light fall off is a function of the image radius. In this calibration approach instead of function the real measured values in the image is used. The figure below shows the profile from the upper left corner to the lower right corner of each of this calibration images to give a feeling on the amount of correction.

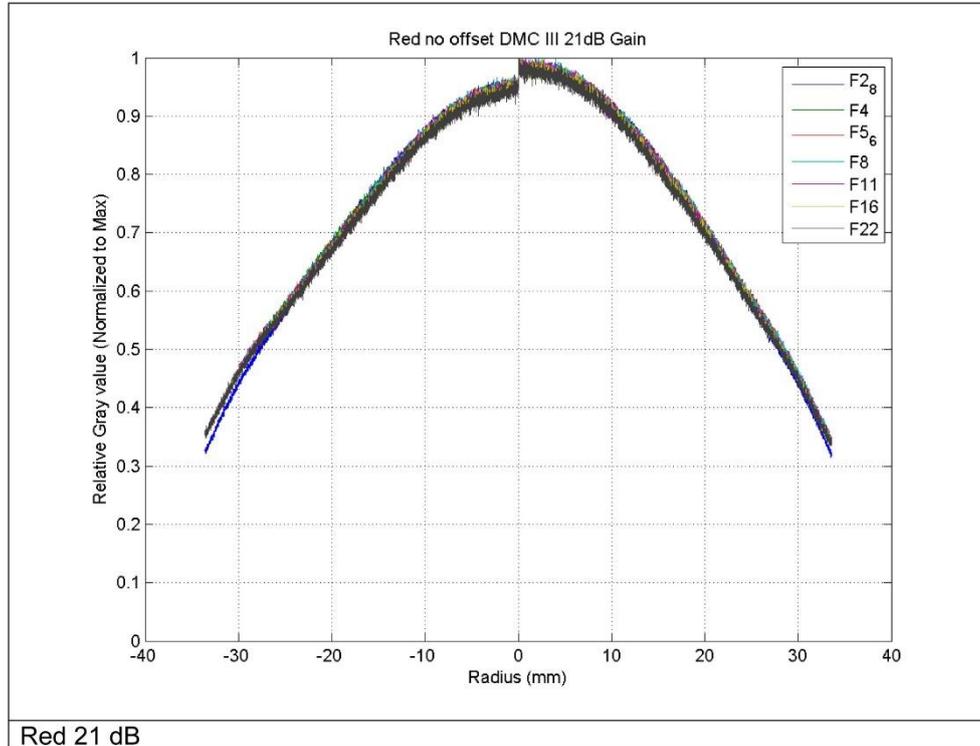




Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

Protocol



This is a camera type specific calibration.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Defect Pixel

#### Red (00128793)

Defect pixels are detected during radiometric calibration and will be corrected during radiometric processing of the images.

The quantity and cumulative percentage and specification of defects are described in Appendix "Defect Pixel Recognition" at page 45.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

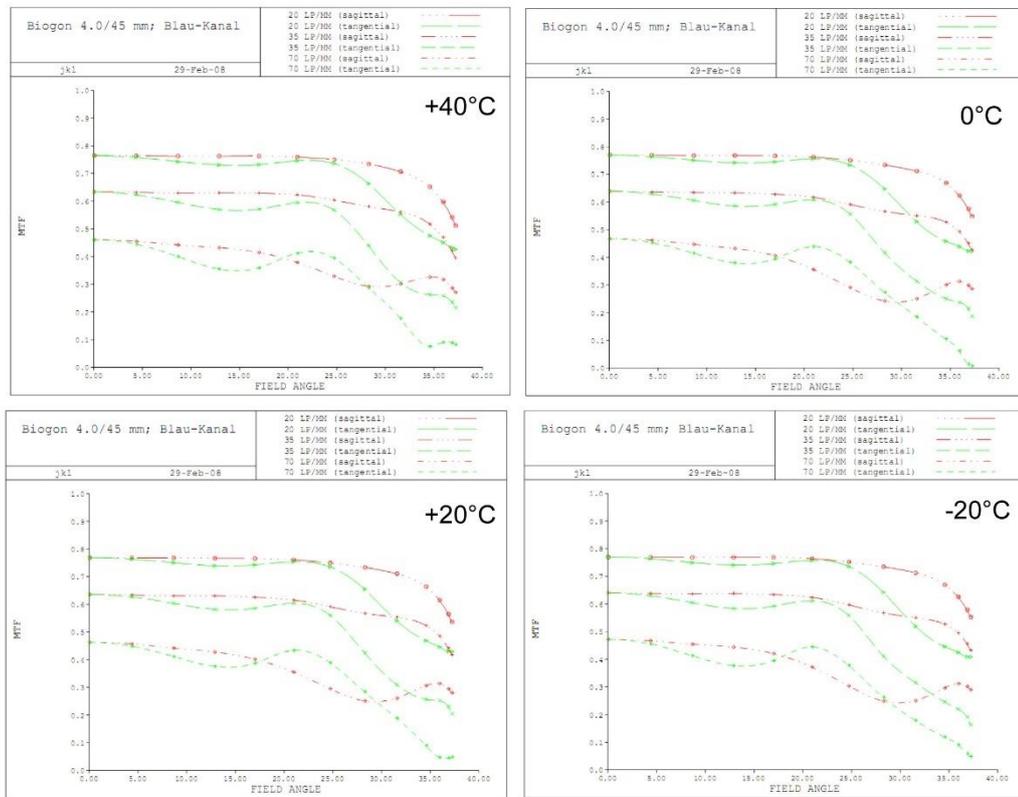
DMC III Calibration

Protocol

## Optical System

### Modulation Transfer Function, MTF of Blue camera

DMC III MS Blue – MTF F/4.0 ; 45 mm– Temperature Stability





Sistemi Cartografici S.a.s.

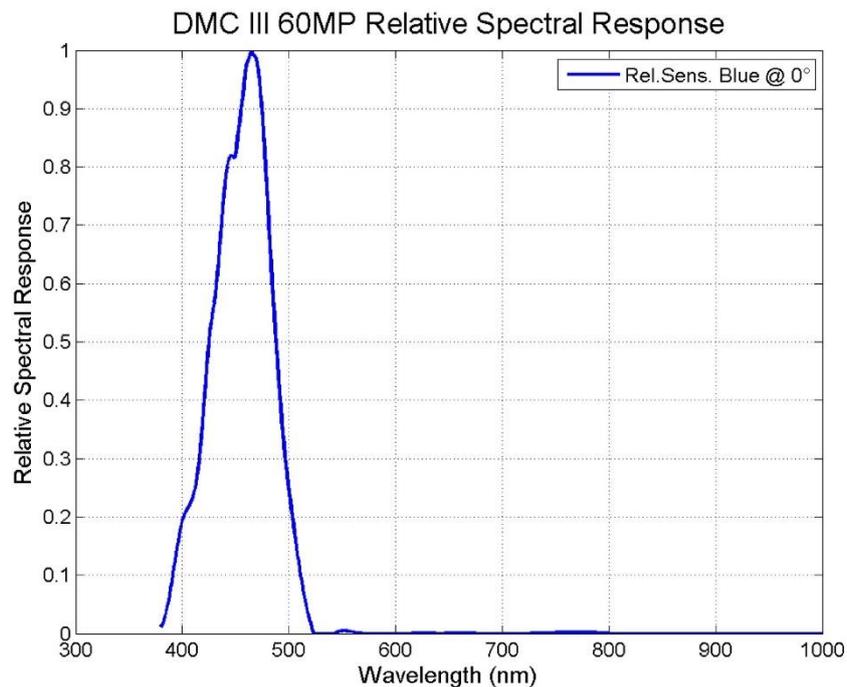
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensitivity of Blue camera

Spectral Response Curves of the single camera head.



The sensitivity shows the spectral response curve of the single camera head including the optical system (optics, filter) and the sensor response. The DMC III is calibrated with respect to the absolute spectrometer. This allows computing pixel radiance values from pixels digital numbers and is a camera type specific calibration.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

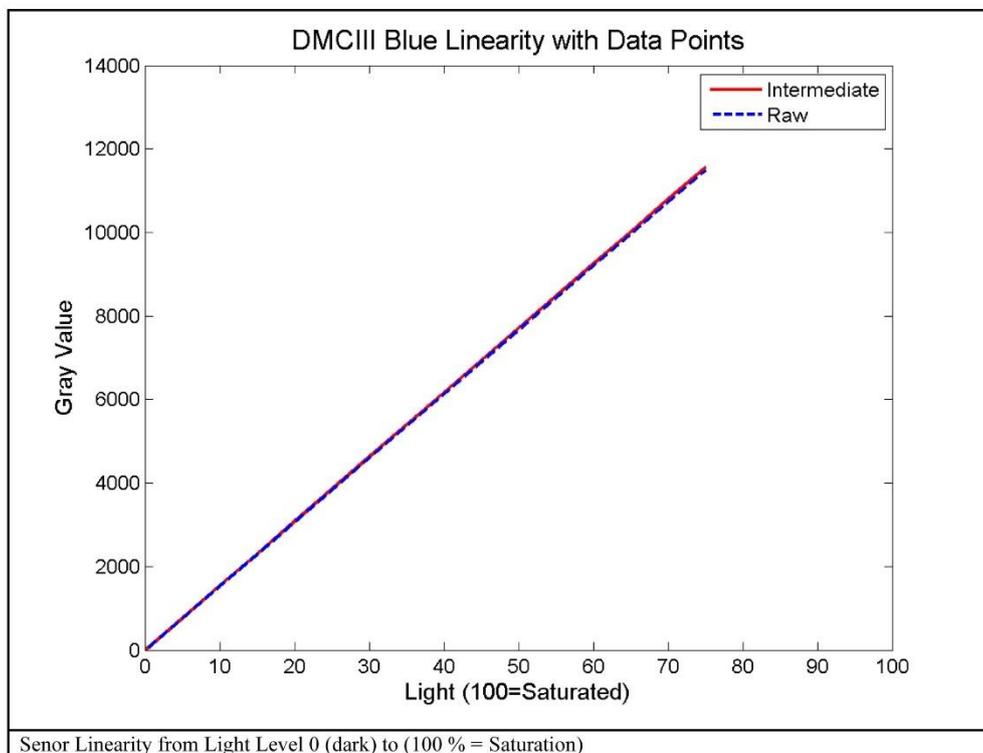
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensor Linearity (Reference)

The sensor linearity is measured in the Lab with calibrated spectrometer.  
This is a camera type specific calibration.  
Below figure shows the linearity of the raw sensor and after flat fielding:



The deviation from the linearity is below 1%.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

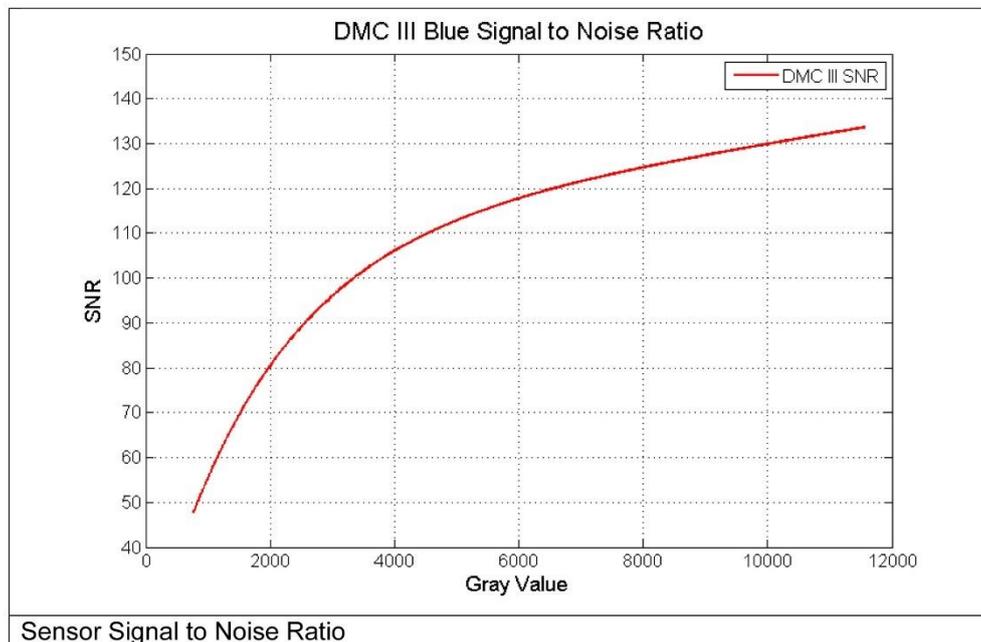
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensor Noise (Reference)

Sensor noise shows image noise with respect to the image center measured at an aperture of 5.6 with exposure time of 10msec.





Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

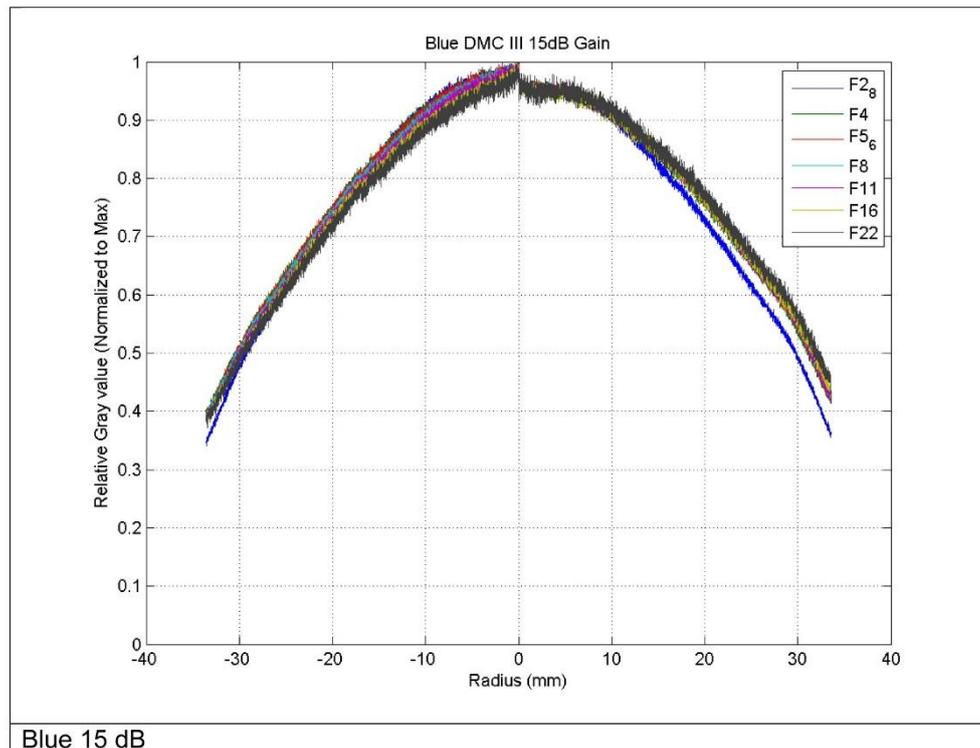
Protocol

## Radiometric Calibration

### Aperture Correction

#### Blue (00128816)

The light fall off to the border due the influence of the optics depends on the used aperture. Therefore this calibration approach has for each aperture (Full F-Stop) its own calibration image. In general the light fall off is a function of the image radius. In this calibration approach instead of function the real measured values in the image is used. The figure below shows the profile from the upper left corner to the lower right corner of each of this calibration images to give a feeling on the amount of correction.

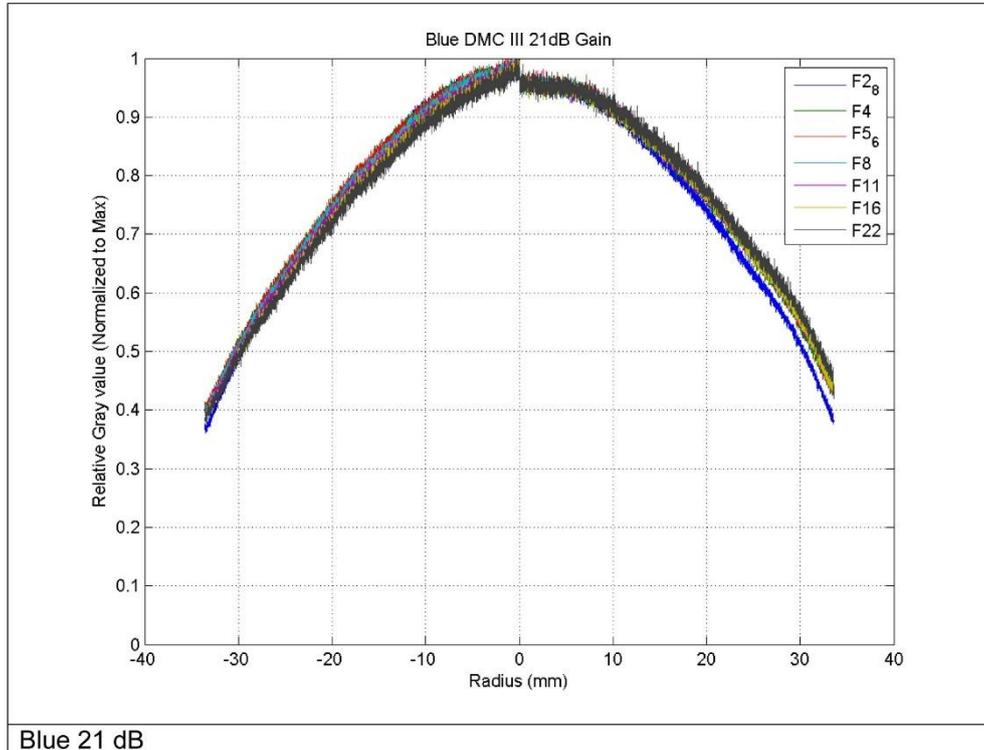




Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

Protocol



This is a camera type specific calibration.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Defect Pixel

#### Blue (00128816)

Defect pixels are detected during radiometric calibration and will be corrected during radiometric processing of the images.

The quantity and cumulative percentage and specification of defects are described in Appendix "Defect Pixel Recognition" at page 45.



Sistemi Cartografici S.a.s.

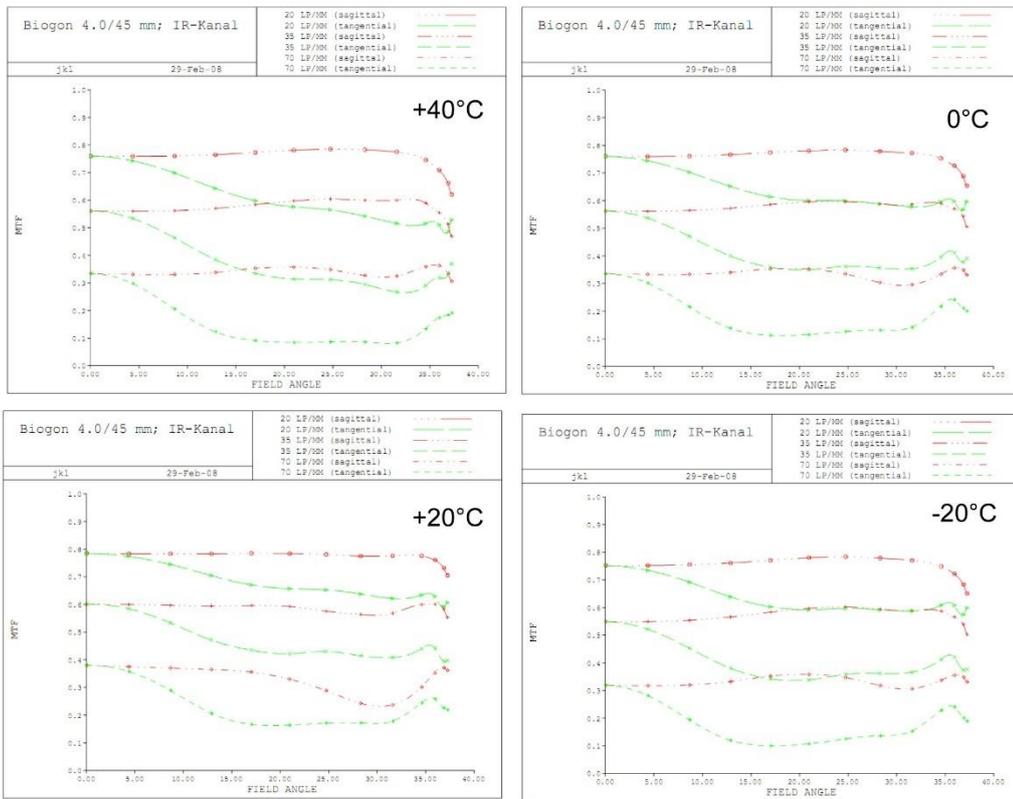
DMC III Calibration

Protocol

## Optical System

### Modulation Transfer Function, MTF of IR camera

DMC III MS IR – MTF F/4.0 ; 45 mm– Temperature Stability





**Sistemi Cartografici S.a.s.**

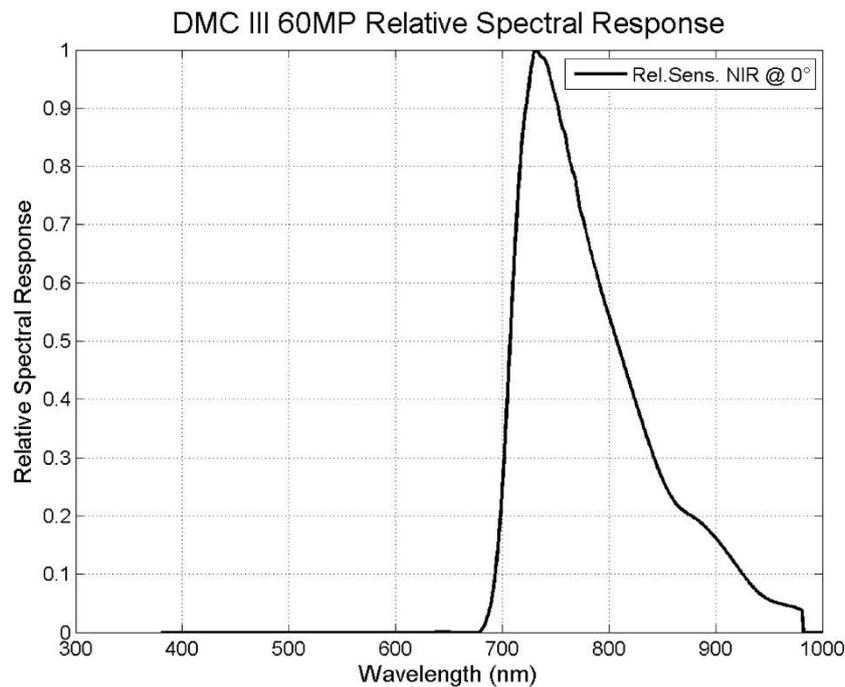
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensitivity of NIR camera

Spectral Response Curves of the single camera head.



The sensitivity shows the spectral response curve of the single camera head including the optical system (optics, filter) and the sensor response. The DMC III is calibrated with respect to the absolute spectrometer. This allows computing pixel radiance values from pixels digital numbers and is a camera type specific calibration.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

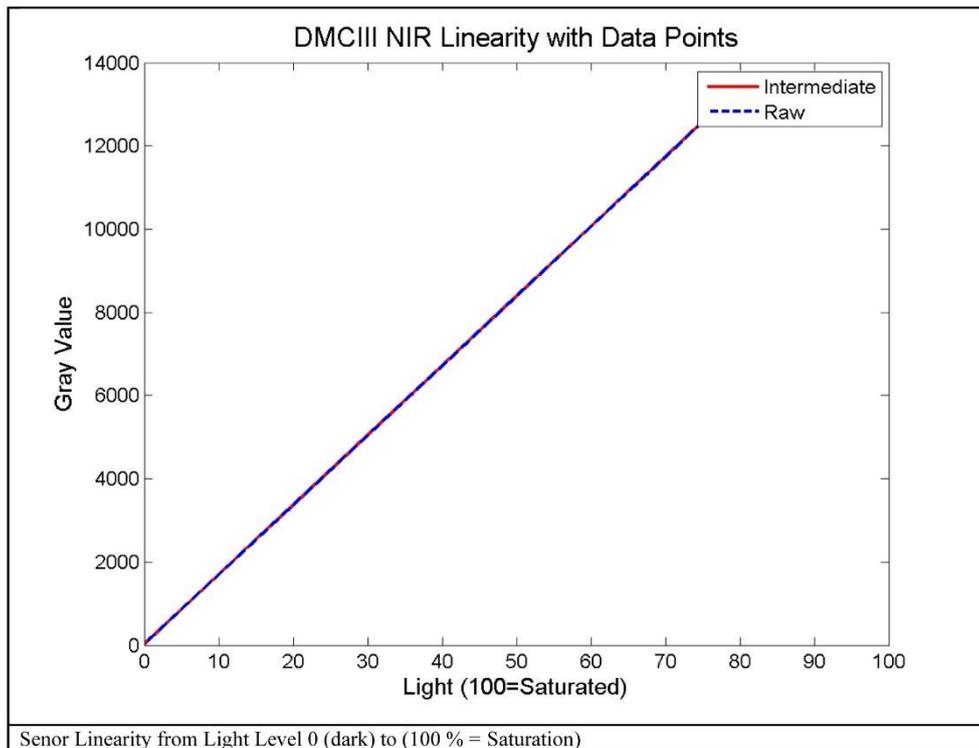
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensor Linearity (Reference)

The sensor linearity is measured in the Lab with calibrated spectrometer.  
This is a camera type specific calibration.  
Below figure shows the linearity of the raw sensor and after flat fielding:



The deviation from the linearity is below 1%.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

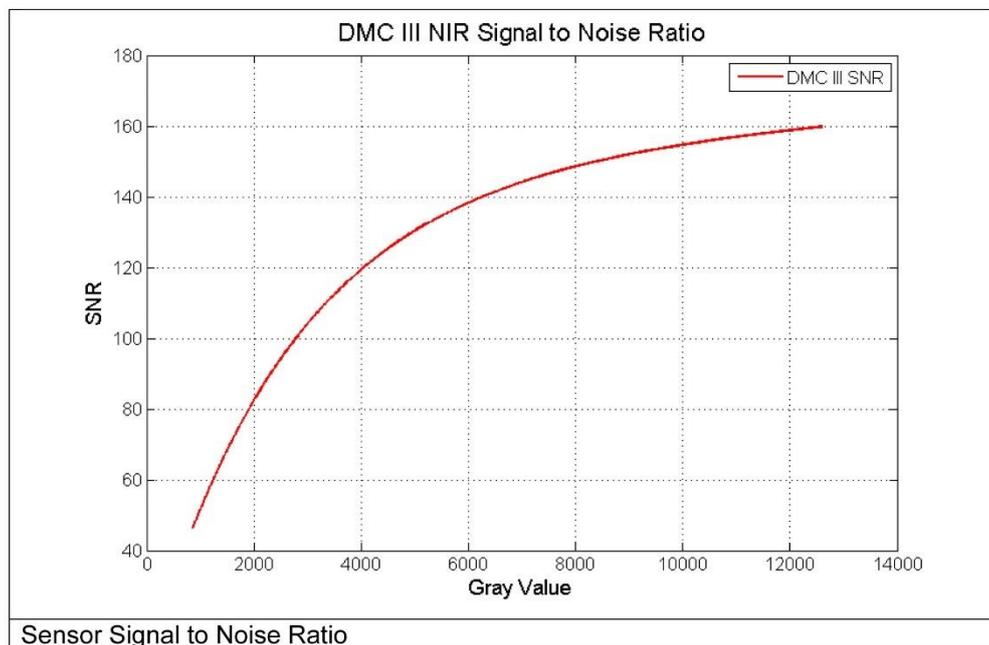
DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Sensor Noise (Reference)

Sensor noise shows image noise with respect to the image center measured at an aperture of 5.6 with exposure time of 10msec.





Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

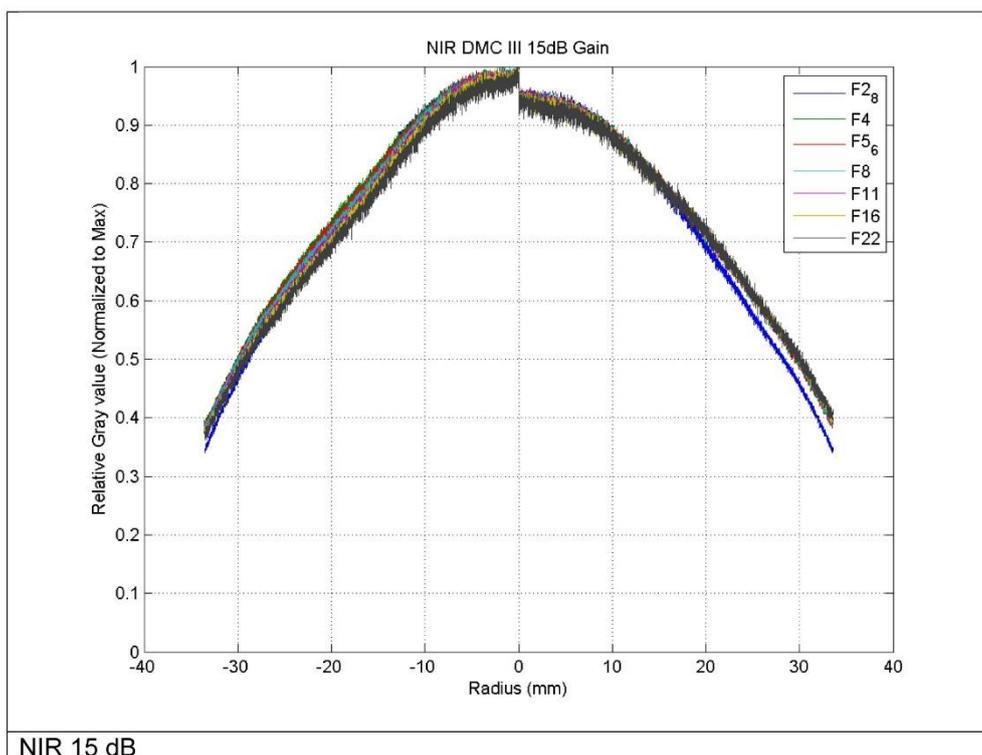
Protocol

## Radiometric Calibration

### Aperture Correction

#### NIR (00128790)

The light fall off to the border due the influence of the optics depends on the used aperture. Therefore this calibration approach has for each aperture (Full F-Stop) its own calibration image. In general the light fall off is a function of the image radius. In this calibration approach instead of function the real measured values in the image is used. The figure below shows the profile from the upper left corner to the lower right corner of each of this calibration images to give a feeling on the amount of correction.

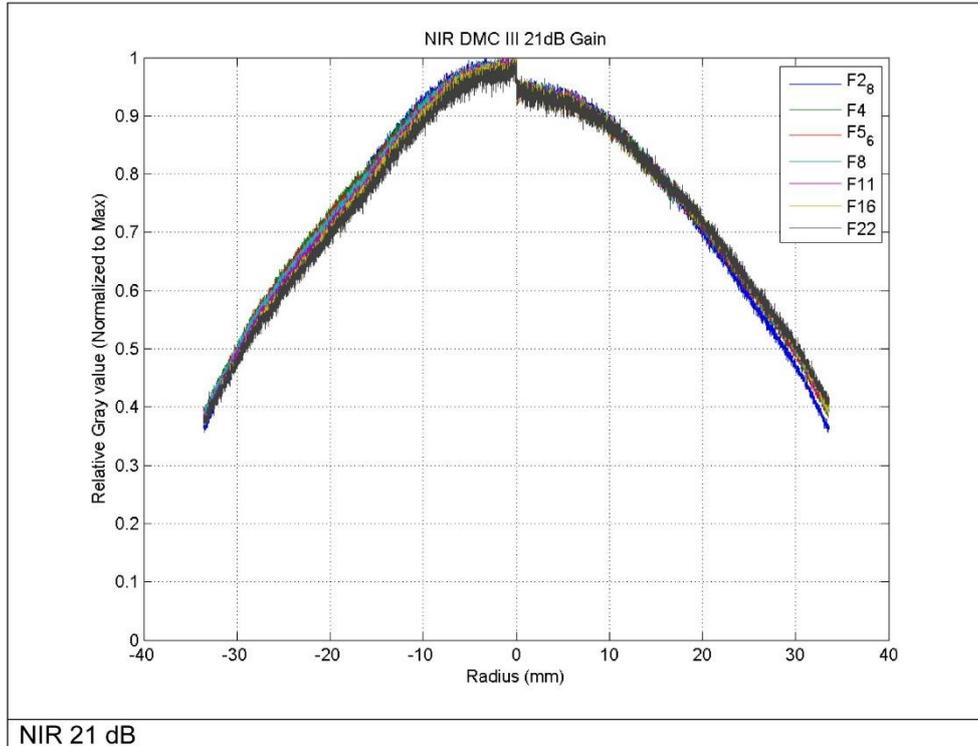




Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

Protocol



This is a camera type specific calibration.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Calibration

### Defect Pixel

#### NIR (00128790)

Defect pixels are detected during radiometric calibration and will be corrected during radiometric processing of the images.

The quantity and cumulative percentage and specification of defects are described in Appendix "Defect Pixel Recognition" at page 45.



Sistemi Cartografici S.a.s.

DMC III Calibration

Protocol

## Radiometric Reference Camera Calibration

The DMC III absolute radiometric calibration uses a reference camera to produce consistent DN and radiance values from all cameras systems. The application of the reference camera values occurs within PPS, when color balancing output is selected. Then, a single set of calibration coefficients, along with the current acquisition F# and exposure time, may be used to convert the color balanced (radiometric corrected) DN values to radiance.

A single, reference camera absolute radiometric calibration coefficient is provided for each camera band. For the multispectral cameras, which have variable gains, the calibration is provided at a single reference gain. These calibration coefficients are applied to image DN values that have been corrected within PPS to match the reference camera. In PPS, the uncorrected, raw DN values are dark image subtracted and flat fielded using the current camera's calibration files. Then the DN values are scaled to the reference camera maximum DN value for the current acquisition F-stop, and if appropriate, scaled to account for differences in gain. Once these corrections have occurred, the DN values are representative of the reference camera. Then, the corrected DN values can be converted to radiance using the following equation:

$$L = C_{ref} \cdot DN' \frac{F\#^2}{\tau}$$

Where: **C<sub>ref</sub>** -- calibration coefficient (in  $\mu\text{W ms} / (\text{cm}^2 \cdot \text{sr} \cdot \text{nm})$ )  
**F#** -- current aperture or f-number  
 **$\tau$**  -- current exposure time (in ms)  
**DN'** -- radiometric corrected DN value output from PPS



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Defect Pixel Recognition

The table below shows the maximal allowed physical defects on the CMOS and CCD Sensors and its definitions.

	Description	CMOS/CCD Spec s/n	PAN	GREEN	RED	BLUE	NIR
			00130912 meet spec	00128817 meet spec	00128793 meet spec	00128816 meet spec	00128790 meet spec
Pixel	Bright image	Pixel whose signal, at nominal light (illumination at 50% of the linear range), deviates more than $\pm 30\%$ from its neighboring pixels.					
	Dark image	Pixel whose signal, in dark, deviates more than 6mV from its neighboring pixels (about 1% of nominal light).					
	Max Count	PAN $\leq 15000$ MS $\leq 500$	yes ---	--- yes	--- yes	--- yes	--- yes

	Description	CMOS/CCD Spec s/n	PAN	GREEN	RED	BLUE	NIR
			00130912 meet spec	00128817 meet spec	00128793 meet spec	00128816 meet spec	00128790 meet spec
Column/Row	Definition	A column which has more than 8 pixel defects in one 1x12 kernel Column defects must be horizontally separated by 5 columns for single line defects and 10 for double line defects					
	Recognition (bright and dark)	Same as defect pixel recognition					
	Max Single Column	PAN $\leq 140$	yes	---	---	---	---
		MS $\leq 20$	---	yes	yes	yes	yes
	Max double Column	PAN $\leq 40$	yes	---	---	---	---
		MS $\leq 6$	---	yes	yes	yes	yes
Max Single Row	PAN $\leq 140$	yes	---	---	---	---	
Max double Row	PAN $\leq 40$	yes	---	---	---	---	



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

The Post-Processing-Software is correcting following pixel and columns:

PPS Correction	
Pixel	Pixel whose gray value in a 16 x16 kernel differs from the median more than 30%
Column	Pixel whose gray value in a 16 x16 kernel differs from the median more than 5% and more than 15 defects in one column
Row	Pixel whose gray value in a 16 x16 kernel differs from the median more than 5% and more than 15 defects in one row



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

DMC III Calibration

Protocol

## Bibliography

Brown D. C. Close-Range Camera Calibration, *Photogrammetric Engineering* 37(8) 1971

Dörstel C., Jacobsen K., Stallmann D. (2003): DMC – Photogrammetric accuracy – Calibration aspects and Generation of synthetic DMC images, Eds. M. Baltsavias / A.Grün, *Optical 3D Sensor Workshop*, Zürich

Fraser C., *Digital Camera self-calibration*. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, (1997, 5284): 149-159

Zeitler W., Dörstel C., Jacobsen K. (2002): Geometric calibration of the DMC: Method and Results, *Proceedings ASPRS*, Denver, USA.

Ryan R., Pagnutti M. (2009): Enhanced Absolute and Relative Radiometric Calibration for Digital Aerial Cameras, in: Fritsch D. (Ed.), *Photogrammetric Week 2009*, Wichmann-Verlag, pp. 81-90.

Doering D., Hildebrand J., Dietsch N. (2009): Advantages of customized optical design for aerial survey cameras, in: Fritsch D. (Ed.), *Photogrammetric Week 2009*, Wichmann-Verlag, pp. 69-80.

Stoldt, H. (2010): DALSA Ultra large CCD technology Customized for Aerial Photogrammetry. At: *ASPRS 2010*, San Diego, USA, p. 15.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

### **1.1.2 CENTRI DI PRESA DELLA TRIANGOLAZIONE AEREA**

La triangolazione aerea è stata realizzata il giorno 10 luglio 2023 utilizzando il software di GEOIN MICROMAP versione 5.0. Nella triangolazione sono stati elaborati i centri di presa nativi dalla ripresa aerea insieme ai punti fotografici di appoggio rilevati direttamente sul campo. I punti fotografici di appoggio rilevati sono stati collimati su tutti i modelli digitali in cui ricadevano. L'elaborazione ha evidenziato scarti in planimetria e in quota conformi alle tolleranze previste per la redazione di una cartografia a scala 1:2.000.

#### Statistics

	P	Z
Mean	0.024	0.005
Max	0.087	0.179
RMSE	0.015	0.043

---

---

Tolerance P (CE95): 0.036

---

---

Tolerance Q (LE95): 0.084

---

---

La triangolazione aerea ha prodotto i centri di presa utili all'orientamento assoluto dei modelli stereoscopici:



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

ta\_micromap\_utm33\_deg\_10\_07\_23.txt

10/07/2023

```

001_001.tif 261113.787 4819039.869 1284.589 -16.14101928 -4.48791114 -159.75532004
001_002.tif 261042.346 4818715.931 1298.987 5.01968621 -20.76471699 -156.53483589
001_003.tif 261376.061 4818856.593 1414.249 2.18431107 -14.52077409 -158.25014753
001_004.tif 261826.664 4818995.191 1480.126 -0.83819977 -2.46812054 -159.52989257
001_005.tif 262081.027 4819061.390 1477.256 -0.14054948 -0.58897650 -159.61696730
001_006.tif 262315.334 4819145.864 1476.907 -0.13114789 -0.22206718 -159.65698396
001_007.tif 262546.431 4819230.009 1475.629 -0.11081610 -0.06189007 -159.66707601
001_008.tif 262788.597 4819318.371 1473.837 -0.06077903 -0.02945544 -159.67144020
001_009.tif 263023.776 4819403.864 1472.944 -0.04403668 -0.03940211 -159.66255151
001_010.tif 263260.875 4819489.937 1472.694 -0.05136949 0.00289395 -159.67170601
001_011.tif 263486.989 4819571.371 1473.500 -0.00900080 -0.01554614 -159.66946002
001_012.tif 263724.904 4819660.018 1475.530 -0.00050724 -0.00427325 -159.66894682
001_013.tif 263975.538 4819754.165 1478.078 0.00086754 0.00399207 -159.67058083
001_014.tif 264220.186 4819846.556 1480.667 0.00329045 0.00786768 -159.66760651
001_015.tif 264468.098 4819940.144 1483.791 0.01143291 0.00215223 -159.66356368
001_016.tif 264717.161 4820032.663 1485.088 0.02404343 0.01554417 -159.65177379
001_017.tif 264970.686 4820124.810 1482.604 0.00702516 0.01807542 -159.65787751
001_018.tif 265223.336 4820217.688 1479.137 0.01211200 0.00438478 -159.65865827
001_019.tif 265471.790 4820311.302 1475.960 0.00692297 0.00835733 -159.66581463
001_020.tif 265715.736 4820403.849 1474.900 0.01521346 0.02226288 -159.66400718
001_021.tif 265955.400 4820493.601 1473.416 0.03426006 0.02270974 -159.65012979
001_022.tif 266189.565 4820579.870 1470.864 0.02981264 0.00765440 -159.64664795
001_023.tif 266412.603 4820660.965 1469.510 0.01209986 0.01940547 -159.65279992
001_024.tif 266647.767 4820746.784 1467.782 0.02393025 0.02180310 -159.63961962
001_025.tif 266891.671 4820838.628 1466.752 0.00760235 -0.00178974 -159.65326800
001_026.tif 267130.533 4820929.270 1465.898 0.03008308 0.01369078 -159.64388308
001_027.tif 267376.456 4821021.343 1467.146 0.02378773 0.01047305 -159.65310438
001_028.tif 267625.782 4821112.863 1466.925 0.02655720 0.01924828 -159.64314320
001_029.tif 267883.124 4821207.583 1464.936 0.01213235 0.01434764 -159.64114592
001_030.tif 268140.777 4821304.061 1463.565 0.02764098 0.01636238 -159.62859326
001_031.tif 268407.155 4821402.987 1464.043 0.03313012 0.02033388 -159.65323763
001_032.tif 268673.815 4821501.296 1464.581 0.01289862 0.00422676 -159.64283569
001_033.tif 268942.900 4821597.691 1468.774 0.00461412 0.01489556 -159.63845081
001_034.tif 269211.213 4821692.211 1471.023 0.02004362 0.02173259 -159.63949136
001_035.tif 269480.860 4821789.050 1471.399 -0.00955441 0.01406271 -159.63177265
001_036.tif 269747.337 4821887.015 1473.949 0.01335964 0.02155419 -159.62851845
001_037.tif 270013.207 4821988.751 1477.037 0.01978428 0.01342837 -159.62736319
001_038.tif 270278.519 4822087.582 1478.768 -0.01801134 -0.00566403 -159.63542836
001_039.tif 270545.557 4822186.483 1479.605 -0.02742752 -0.00110716 -159.61734120
001_040.tif 270818.409 4822290.309 1479.294 0.01069454 0.00570971 -159.61350136
001_041.tif 271089.588 4822394.785 1479.543 0.01495738 -0.00095033 -159.61171261
001_042.tif 271361.684 4822497.028 1482.126 -0.00416207 0.00690746 -159.62094895
001_043.tif 271633.981 4822595.874 1476.021 0.00377529 0.01020706 -159.62759607
001_044.tif 271904.836 4822694.897 1469.656 -0.01561625 -0.00570548 -159.62043440
001_045.tif 272176.450 4822793.311 1468.327 0.00566420 0.01070861 -159.59489127
001_046.tif 272446.726 4822890.368 1471.264 -0.00077870 0.01806517 -159.61133002
001_047.tif 272716.713 4822989.475 1473.339 -0.00460400 0.02783966 -159.60546024
002_001.tif 260810.422 4817809.291 1468.417 -0.08572896 0.11388345 20.33561935
002_002.tif 261011.419 4817883.744 1467.049 -0.03665815 0.02797847 20.34273808
002_003.tif 261225.455 4817963.756 1465.738 -0.06128077 0.00605414 20.34688044
002_004.tif 261461.784 4818051.042 1463.920 -0.05565327 0.00065176 20.34971013
002_005.tif 261697.558 4818138.268 1462.969 -0.04942823 -0.00393589 20.34739213
002_006.tif 261931.365 4818224.695 1465.226 -0.03521006 -0.02867941 20.35168063
002_007.tif 262165.650 4818309.658 1467.902 -0.03523228 -0.02763502 20.37142957
002_008.tif 262398.150 4818393.901 1471.214 -0.01614834 -0.00651562 20.35217003
002_009.tif 262629.937 4818479.950 1474.336 -0.03004969 -0.00295328 20.36544881
002_010.tif 262871.981 4818573.884 1477.706 0.00763130 -0.00132583 20.33996722
002_011.tif 263112.570 4818667.073 1480.647 -0.00437873 -0.00463094 20.36123032
002_012.tif 263353.147 4818757.276 1479.799 -0.01565398 -0.01665034 20.36503823
002_013.tif 263606.534 4818849.211 1475.752 -0.01954055 -0.00342023 20.36328794
002_014.tif 263860.454 4818938.856 1472.298 -0.01779701 -0.00105134 20.36578703
002_015.tif 264105.780 4819028.297 1472.515 -0.02159316 -0.00598457 20.36475341
002_016.tif 264350.469 4819118.248 1473.280 -0.01533025 0.00050368 20.37892289
002_017.tif 264584.964 4819206.767 1472.788 -0.02662095 -0.00227258 20.37399294
002_018.tif 264830.857 4819299.222 1472.355 -0.02143985 -0.00474320 20.38341272
002_019.tif 265077.575 4819391.187 1472.440 -0.02435082 -0.00253551 20.37700630
002_020.tif 265325.564 4819482.102 1471.734 -0.02247491 -0.00987033 20.38916770
002_021.tif 265585.719 4819576.730 1470.672 -0.03673544 -0.01136003 20.38072468
002_022.tif 265830.507 4819666.500 1470.472 -0.02979299 -0.00007802 20.38881228
002_023.tif 266075.545 4819756.501 1469.921 -0.02509805 -0.00221876 20.38334087
002_024.tif 266310.480 4819844.751 1469.137 -0.01856403 -0.00453071 20.38511785
002_025.tif 266537.833 4819930.103 1467.786 -0.01204558 -0.00821145 20.38816395
002_026.tif 266763.413 4820013.558 1467.208 -0.00815391 -0.01016740 20.39197672
002_027.tif 266988.376 4820095.519 1466.902 -0.01082099 -0.00987523 20.38977572
002_028.tif 267212.391 4820177.323 1466.375 -0.01826313 -0.00392131 20.39986436
002_029.tif 267445.757 4820263.497 1465.646 -0.00325370 0.00522741 20.39493642
002_030.tif 267678.315 4820351.590 1464.884 -0.00966195 0.00687516 20.39747704
002_031.tif 267910.805 4820439.410 1464.169 -0.01596399 -0.00479812 20.39712260
002_032.tif 268151.716 4820530.016 1464.266 -0.00954834 -0.00342468 20.39182150
002_033.tif 268392.386 4820620.861 1464.502 0.00076101 0.00784973 20.39766537
002_034.tif 268638.063 4820713.701 1465.832 -0.01186518 -0.00092989 20.40137132
002_035.tif 268892.118 4820810.948 1468.165 -0.01055185 -0.00901352 20.39708101
002_036.tif 269157.404 4820911.493 1470.817 -0.00062973 -0.00076057 20.39852294
002_037.tif 269424.619 4821008.021 1474.011 -0.01307717 -0.00420587 20.42519561
002_038.tif 269692.216 4821104.216 1477.521 -0.02461077 -0.01083055 20.40890358
002_039.tif 269958.760 4821202.305 1478.482 -0.00879981 0.00171193 20.40959290

```

**■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma**  
**Tel e Fax: 06.44242888**  
**P.I. 02014001008**  
**CF 08295410586**  
**C.C.I.A.A. 655697**

**■ Roberto Binci**  
**Mobile: 339.7645591**  
**dati@sistemicartografici.it**  
**sistemi.cartografici@legalmail.it**  
**roberto.binci@sistemicartografici.it**



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
 la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
 www.isecert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

ta\_micromap\_utm33\_deg\_10\_07\_23.txt

10/07/2023

```

002_040.tif 270225.084 4821300.143 1474.201 -0.02124966 -0.00931768 20.41711717
002_041.tif 270491.720 4821399.011 1470.370 -0.02498023 -0.01238077 20.41813829
002_042.tif 270757.589 4821497.864 1467.372 -0.01466749 -0.00275027 20.41852455
002_043.tif 271022.378 4821597.971 1465.333 -0.01026019 -0.00573584 20.42069893
002_044.tif 271288.332 4821698.115 1463.786 0.01052000 0.00903332 20.42547306
002_045.tif 271561.803 4821798.298 1465.813 -0.02502599 0.00208631 20.42235109
002_046.tif 271834.476 4821898.793 1470.118 -0.00190934 0.01880932 20.42386211
002_047.tif 272104.186 4821999.076 1472.836 -0.02576805 -0.01147431 20.43550005
002_048.tif 272374.264 4822100.866 1474.721 -0.01049085 -0.01309698 20.42364551
002_049.tif 272643.640 4822200.226 1475.147 -0.03375763 -0.01304377 20.41993456
002_050.tif 272913.865 4822299.276 1471.861 -0.00712081 0.00633189 20.43191116
002_051.tif 273183.745 4822396.905 1466.894 -0.02094135 0.01108001 20.43707093
003_001.tif 261073.268 4817085.941 1473.172 0.02294487 -0.00411128 -159.68740548
003_002.tif 261304.827 4817172.780 1471.986 0.02522924 0.00959777 -159.68808797
003_003.tif 261540.152 4817261.231 1471.057 0.01394423 0.01060535 -159.68746563
003_004.tif 261772.967 4817348.421 1470.691 0.01732618 0.01934693 -159.68611803
003_005.tif 262011.861 4817437.681 1470.391 0.03186416 0.01392537 -159.68435131
003_006.tif 262254.231 4817528.201 1470.002 0.02658340 0.02116729 -159.68464683
003_007.tif 262496.671 4817618.813 1470.840 0.02588517 0.03058305 -159.67849566
003_008.tif 262734.399 4817707.566 1472.933 0.02460590 0.03398354 -159.67676540
003_009.tif 262960.181 4817791.578 1474.834 0.03425781 0.02632266 -159.67842030
003_010.tif 263195.189 4817879.133 1476.009 0.04168264 0.00303607 -159.67272513
003_011.tif 263433.845 4817968.260 1477.198 0.04430458 -0.00645508 -159.67062994
003_012.tif 263659.985 4818053.092 1479.184 0.04661416 -0.00398650 -159.66644417
003_013.tif 263901.496 4818143.548 1480.685 0.04044779 0.01833112 -159.67119781
003_014.tif 264129.487 4818229.174 1477.253 0.03562142 0.02779770 -159.67152620
003_015.tif 264356.632 4818313.604 1474.907 0.01641717 0.02714366 -159.67080490
003_016.tif 264586.426 4818397.302 1472.045 0.01942261 0.02027160 -159.67382587
003_017.tif 264824.858 4818484.195 1468.195 0.03682164 0.02657515 -159.67013051
003_018.tif 265080.280 4818577.594 1466.711 0.04809712 0.02708109 -159.66256286
003_019.tif 265342.722 4818673.813 1466.506 0.05159617 0.01531069 -159.65837292
003_020.tif 265602.758 4818770.017 1467.168 0.04695236 0.01776213 -159.66106749
003_021.tif 265862.547 4818867.294 1472.088 0.03965521 0.01757340 -159.65302024
003_022.tif 266118.163 4818963.913 1478.937 0.03888598 0.01229714 -159.65514837
003_023.tif 266366.075 4819058.000 1480.774 0.02951787 0.01409309 -159.65626568
003_024.tif 266617.994 4819153.298 1476.476 0.04164899 0.01415402 -159.65012034
003_025.tif 266866.177 4819247.220 1471.278 0.02846774 0.00101846 -159.64441214
003_026.tif 267112.177 4819340.236 1466.042 0.04090297 0.00439738 -159.65754681
003_027.tif 267358.085 4819431.543 1462.360 0.03067025 0.01327594 -159.63377683
003_028.tif 267595.860 4819516.071 1456.947 0.01776764 0.01592252 -159.63563163
003_029.tif 267835.403 4819601.411 1449.428 0.03134952 0.00382322 -159.64359002
003_030.tif 268071.869 4819686.612 1439.176 0.02488903 0.00531933 -159.65659988
003_031.tif 268306.052 4819771.398 1436.738 0.03163164 0.01501006 -159.64150299
003_032.tif 268549.566 4819859.090 1443.262 0.02698987 0.00986462 -159.64026343
003_033.tif 268790.740 4819945.761 1449.927 0.02142663 0.00999921 -159.63976440
003_034.tif 269042.407 4820036.304 1453.430 0.02857145 -0.00404633 -159.63675109
003_035.tif 269290.070 4820127.180 1452.569 0.02703628 -0.00077494 -159.64082960
003_036.tif 269539.263 4820221.179 1452.113 0.01548932 -0.00051134 -159.63383523
003_037.tif 269786.405 4820316.149 1452.144 0.00991264 0.00551149 -159.62938959
003_038.tif 270049.918 4820418.493 1452.906 0.01138539 0.01071352 -159.62731210
003_039.tif 270313.959 4820521.123 1453.914 0.02999998 0.01734881 -159.62558419
003_040.tif 270578.117 4820621.292 1455.318 0.03449438 0.02223569 -159.61168249
003_041.tif 270843.623 4820719.526 1456.685 0.02244028 0.02201356 -159.61915971
003_042.tif 271108.451 4820816.808 1458.691 0.01306992 0.00829028 -159.61723469
003_043.tif 271372.654 4820914.153 1461.226 0.01221082 0.00546186 -159.61744807
003_044.tif 271644.117 4821014.377 1463.651 0.02348970 0.00542519 -159.61364966
003_045.tif 271917.383 4821116.365 1465.315 0.03251270 0.00363707 -159.61888898
003_046.tif 272188.950 4821216.710 1466.116 0.02165664 -0.00077877 -159.61306176
003_047.tif 272458.205 4821315.481 1467.982 0.01184449 0.01215675 -159.60931201
003_048.tif 272728.361 4821414.798 1472.548 0.00842452 0.02425762 -159.60571916
003_049.tif 272997.136 4821514.916 1477.609 0.00841274 0.02497383 -159.61206016
003_050.tif 273265.958 4821614.184 1480.758 0.03354160 0.02628540 -159.61166481

```

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
 Tel e Fax: 06.44242888  
 P.I. 02014001008  
 CF 08295410586  
 C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
 Mobile: 339.7645591  
 dati@sistemicartografici.it  
 sistemi.cartografici@legalmail.it  
 roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
 la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
 www.isecert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## **2 RETE DI RAFFITTIMENTO E POLIGONALE GNSS**

La rete d'inquadramento e la poligonale GNSS sono state realizzate materializzando n. 12 vertici suddivisi in n. 7 vertici per la rete di raffittimento e n. 5 vertici di poligonale. La loro materializzazione è costituita da borchie in lega leggera punzonate con il numero del caposaldo che sono state cementate, attraverso una pasta bicomponente, su elementi e manufatti stabili attraverso la loro perforazione. La distribuzione delle borchie è avvenuta in modo da ottenere una copertura uniforme su tutta l'area interessata dalla cartografia e dai rilievi.

I siti scelti per la materializzazione dei caposaldi sono stati selezionati secondo criteri precisi:

- Ricerca di copertura omogenea a distanze regolari.
- Presenza di manufatti su cui fissare il centrino in modo stabile e duraturo nel tempo.
- Assenza di ostacoli ed impedimenti per un'adeguata copertura satellitare.

Successivamente alla materializzazione dei vertici della rete si è proceduto alla loro determinazione planoaltimetrica mediante strumentazione satellitare GNSS. E' stato utilizzato un ricevitore GNSS Leica modello GS18 con controller CS20 che rispetta le tolleranze previste dal capitolato ovvero in modalità statica 3 mm + 0.5 ppm (orizzontale), 5 mm + 0.5 ppm (verticale); in modalità RTK 8 mm + 1.0 ppm (orizzontale) e 15 mm + 1.0 ppm (verticale).

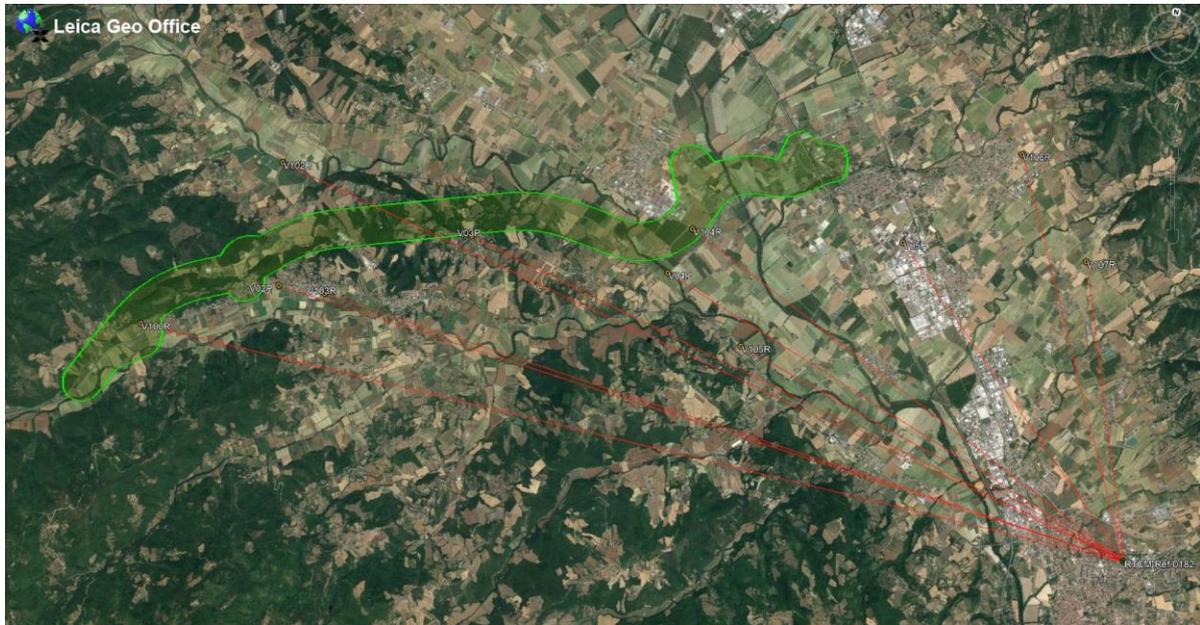
Le misure sono state effettuate in modalità RTK UTM, in collegamento con la rete nazionale permanente SmartNet di Hexagon, che ha permesso l'acquisizione dei caposaldi con scarti inferiori ai 3 cm in planimetria e in quota.

Maggiori informazioni sulla rete SmartNet di Hexagon e sulle modalità tecniche di misurazione dei vertici materializzati con la relativa qualità del dato elaborato viene descritta più accuratamente nel paragrafo successivo, poiché le tecniche utilizzate sono le medesime della fase di acquisizione dei punti fotografici di appoggio, fase fondamentale su cui si basa l'accuratezza della cartografia 1:2.000 prodotta.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## 2.1 GRAFICO DELLA RETE DI RAFFITTIMENTO E POLIGONALE GNSS



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.isecert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## 2.2 LISTATO DELLA RETE DI RAFFITTIMENTO E POLIGONALE GNSS

Listato dei punti acquisiti in coordinate geografiche ETRF2000 e quote ellissoidiche.

V01	43° 28' 30.03060" N	12° 03' 17.03780" E	360.8950
V02	43° 29' 16.12583" N	12° 05' 10.23419" E	351.7526
V03	43° 29' 54.42161" N	12° 07' 14.14979" E	460.5157
V04	43° 29' 49.75460" N	12° 09' 30.09147" E	337.4058
V05	43° 30' 21.40955" N	12° 12' 05.93846" E	345.3291
V100	43° 28' 47.71100" N	12° 03' 42.91267" E	358.0548
V102	43° 30' 17.97741" N	12° 04' 57.52243" E	358.3682
V103	43° 29' 15.37626" N	12° 05' 42.02872" E	349.9665
V104	43° 30' 13.38049" N	12° 09' 42.77965" E	334.8037
V105	43° 29' 18.54751" N	12° 10' 25.68639" E	338.2205
V106	43° 31' 14.77448" N	12° 13' 20.51080" E	381.2380
V107	43° 30' 24.64561" N	12° 14' 10.87282" E	372.6105

Listato dei punti acquisiti trasformati nel sistema rettilineo locale appositamente creato e quote ortometriche trasformate attraverso i grigliati del software Verto 2k e ottenute tramite livellazione.

V01	294670.5935	697397.5024	315.0355 (quota livellata)
V02	297215.4207	698818.6310	306.0562 (quota livellata)
V03	300000.0000	700000.0000	415.0150
V04	303054.3536	699856.6520	292.0163 (quota livellata)
V05	306554.9906	700836.1374	300.1116 (quota livellata)
V100	295252.5501	697942.7464	312.2180
V102	296930.6376	700727.7170	312.7850
V103	297929.8870	698795.2391	304.3439 (quota livellata)
V104	303339.0713	700585.9678	289.4550
V105	304304.0824	698894.1723	292.7890
V106	308228.2334	702485.0159	336.1180
V107	309361.4844	700939.3327	327.4410

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.isecert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

### **3 LIVELLAZIONE DI PRECISIONE**

La livellazione di precisione è stata eseguita, in andata e ritorno, lungo tutti i vertici di poligonale GNSS ad esclusione del V03 non raggiungibile in sicurezza dagli operatori. E' stato invece livellato il vertice della rete di raffittimento n. 103 poiché situato lungo il percorso della poligonale.

L'origine assunta per la livellazione ,e per l'inquadramento altimetrico del rilievo, è stata determinata assumendo come origine il vertice n° 100 della rete di raffittimento.

La conversione per la trasformazione della quota da ellissoidica a ortometrica è stata effettuata utilizzando il software Verto 2K dell' I.G.M. mediante l'utilizzo del grigliato 289 GK2. Tale software garantisce uno scarto massimo di +/- 3 cm rispetto alle quote determinate a partire da capisaldi della linea di livellazione di precisione IGM.

E' stato utilizzato il livello digitale Leica DNA03 con due stadie a lettura a barre codificate rispettando le prescrizioni e le tolleranze descritte nel capitolato di ANAS SpA "Norme Tecniche per l'esecuzione di indagini topografiche".

Le caratteristiche tecniche del livello digitale Leica DNA03 sono le seguenti:

- Livello elettronico con stadia a lettura a barre codificate e livella sferica per la bolla.
- Standard deviation height measurement per 1 Km double-run: 0.3 mm con Invar staffs.
- Standard deviation distance measurement: 1cm/20m (500ppm).
- Resolution height measurement: 0.01 mm.
- Compensator setting accuracy: 0.3"

Le quote ottenute dalla livellazione sono consultabili nel paragrafo 2.2.

Le misure in andata e ritorno hanno fatto registrare i seguenti scarti sui vertici della poligonale:

- V01: 0.0068 m tra la misura in andata e quella in ritorno.
- V02: 0.0032 m tra la misura in andata e quella in ritorno.
- V04: 0.0035 m tra la misura in andata e quella in ritorno.

Le piccolissime differenze riscontrate, non significati per la realizzazione di una cartografia a scala 1:2.000, hanno reso superfluo realizzare la fse di compensazione. Gli elaborati di campagna e i libretti delle misure sono contenuti nei files topografici consegnati.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

#### **4 PUNTI FOTOGRAFICI DI APPOGGIO**

Durante la fase campagna topografica sono stati acquisiti n. 65 punti fotografici di appoggio sul terreno. I punti sono stati acquisiti mediante l'utilizzo di ricevitore GNSS geodetico a cinque frequenze di ultima generazione modello Leica GS18T. Osservando ciascun fotogramma del volo sono stati scelti quei particolari che fossero di sicura collimazione stereoscopica, ben visibili su tutti i fotogrammi su cui ricadevano e liberi da qualunque ostacolo presente (ombre, vetture ecc..). Il ricevitore in assetto RTK UMTS, in collegamento con la rete nazionale permanente SmartNet di Hexagon, ha permesso l'acquisizione dei punti fotografici con scarti inferiori ai 3 cm in planimetria e in quota.

Il ricevitore utilizzato rispetta le seguenti tolleranze in modalità RTK: 8 mm + 1.0 ppm (orizzontale) e 15 mm + 1.0 ppm (verticale).

Il protocollo di acquisizione dei punti utilizzato è stato l'IMAX3 - RDN – MSM, con correzione di area, che permette di registrare in modo automatico i valori sulle coordinate non solo dalla base permanente più prossima al punto rilevato ma anche da tutte quelle presenti nelle immediate vicinanze. Lo strumento alla fine del calcolo media i risultati ottenuti e fornisce la misura più accurata possibile.

Per riuscire ad aumentare ulteriormente la precisione sui punti i dati sono stati acquisiti registrando molteplici misure singole attraverso il software Captivate, gestito dal ricevitore GNSS. Questo software, in tempo reale, analizza e media i valori visualizzando gli scarti ottenuti. Le misure registrate e mediate posseggono pochi millimetri di scarto fra le singole misure mentre quelle che risultano avere scarti maggiori vengono evidenziate dal software che ne permette l'eliminazione e il ricalcolo tramite nuove acquisizioni.

Le conversioni per la trasformazione delle quote da ellissoidiche a ortometriche sono state effettuate utilizzando il software Verto 2K dell' I.G.M. mediante l'utilizzo del grigliato 289 GK2. Il software dell' I.G.M. ha permesso di ottenere valori sulle quote ortometriche con uno scarto entro i 3 cm di errore rispetto ai risultati che si otterrebbero realizzando una livellazione di precisione partendo da caposaldi livellati e certificati.

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it

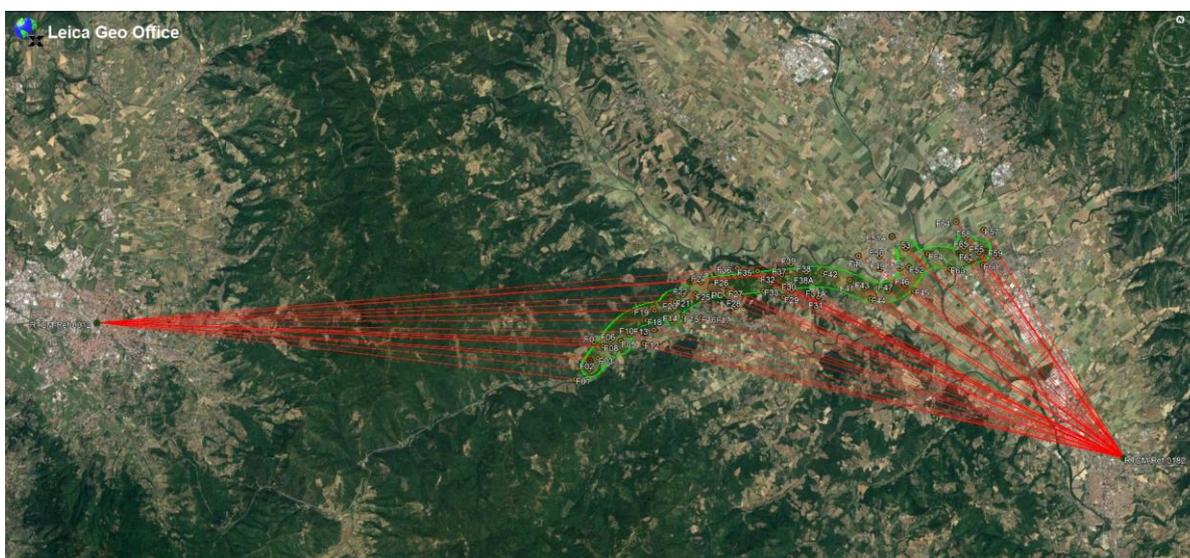


**Sistemi Cartografici S.a.s.**

Per l'inquadramento dei punti fotografici di appoggio sono state utilizzate le seguenti basi permanenti della rete SmartNet:

- RTCM - Ref 0012 di Arezzo.
- RTCM - Ref 0182 di Città di Castello.

L'ottimale posizionamento delle basi permanenti, distribuite in modo omogeneo nell'intorno dell'area dei rilievi, insieme al protocollo di acquisizione utilizzato hanno permesso di registrare errori di precisione fra i più bassi ottenibili dalla tecnologia satellitare, ovvero compresi in un range fra 0,8 e i 3,5 cm planoaltimetrici su tutto il territorio oggetto dei rilievi.



La rete SmartNet di Hexagon è attualmente costituita da 195 siti composti da ricevitori GNSS di ultima generazione che vengono costantemente monitorati e verificati poiché sempre in funzione e costantemente in modalità di acquisizione dati. Le epoche GNSS registrate vengono caricate in tempo reale sul portale della Hexagon e messe a disposizione dell'utenza che effettua un abbonamento. I ricevitori GNSS acquisiscono le epoche di tutte le costellazioni ad oggi esistenti ovvero: GPS, GLONASS, GALILEO e BEIDOU. La loro diffusione è regolare e ricopre completamente il territorio nazionale come si può evincere dal grafico riportato.

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**



La rete SmartNet ha una copertura globale e omogenea su tutto il territorio italiano e permette la connessione in tempo reale di apparati GNSS che possiedono un abbonamento attivo. Inoltre la Hexagon rilascia sul proprio sito internet le acquisizioni grezze (files Rinex), che vengono registrate da ciascuna base, che possono essere scaricate con una densità massima delle epoche a 1 secondo, utilizzabili per le elaborazioni post processing di basi eseguite in statico rapido.

Altre caratteristiche di fondamentale importanza della rete SmartNet di Exagon sono riportate nel seguente documento:

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.isecert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

HxGN SmartNet

Introduzione alle Reti GNSS RTK  
Leica Geosystems – Part of Hexagon

## Introduzione alle reti GNSS RTK

### Introduzione

Quindici anni fa, per un rilievo RTK occorrevo generalmente 2 ricevitori (un *master* ed un *rover*), molte batterie e cavi, due radio, un treppiedi, una palina ed un contenitore da portarsi dietro.

Oggi è possibile scegliere tra un ricevitore GNSS e una radio o un telefono cellulare. Occorrono poche batterie, nessun cavo, e può essere tutto montato sulla palina. Ed ora, con la diffusione delle reti RTK è possibile lavorare senza la propria master.

Una rete RTK è una rete di stazioni GNSS permanenti i cui dati sono utilizzati per generare delle correzioni per un *rover*. Oggi, le reti RTK operano praticamente ovunque.

Le reti possono avere estensioni diverse, da piccole reti locali a reti che coprono l'intero globo come **Hexagon SmartNet** (<https://hxgnsmartnet.com/it-it/>) (figura 1).



Figura 1 – Hexagon SmartNet

L'utente che si iscrive al servizio riceve correzioni NRTK che possono essere generate con diversi metodi:

- *Master-Auxiliary corrections* (MAX); ottimamente anche a distanze fino a 50 km dalla stazione di riferimento.
- *Individualized MAX* (i-MAX);
- *Virtual Reference Station* (VRS);
- *Flächen-Korrektur-Parameter* (FKP).

Il modo più semplice per spiegare cosa sia una rete RTK è farne un confronto con l'RTK con singola stazione di riferimento.

### RTK con singola stazione di riferimento

I *rover* RTK generalmente ricevono dati da una singola stazione di riferimento che può essere di tipo permanente oppure installata temporaneamente in campo. In ambo i casi, il principio di funzionamento è lo stesso.

#### Il principio di funzionamento

Il principio di funzionamento dell'RTK da singola stazione di riferimento si basa su due punti fondamentali:

- la stazione di riferimento è installata in un punto di coordinate note;
- le correzioni sono inviate al *rover* attraverso un mezzo di comunicazione (tipicamente un radio-modem o una connessione GSM o Internet) (figura 2).

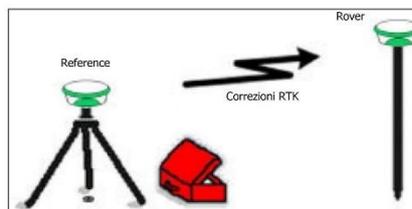


Figura 2 – Principio di funzionamento dell'RTK da singola stazione di riferimento

Ci sono tre punti importanti da sottolineare riguardanti il collegamento tra la stazione di riferimento e il rover:

- entrambi osservano lo stesso set di satelliti;
- la *reference* invia tutte le sue posizioni e le osservazioni dei satelliti al *rover*;
- 



Leica Geosystems SPA Via Codognino 10  
26854 Cornegliano Laudense (LO)  
PI 12090330155 Tel 03711856070

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

## HxGN SmartNet

Introduzione alle Reti GNSS RTK  
Leica Geosystems – Part of Hexagon

3. il *rover* combina le osservazioni della *reference* con le proprie per calcolare una posizione RTK.

### Vantaggi

I vantaggi di questa modalità operativa sono:

- un principio di funzionamento relativamente semplice e generalmente ben compreso;
- la possibilità di mantenere la tracciabilità attraverso la *reference*, installata su un punto di coordinate note, e il *rover*, gestendo tutti calcoli di posizione

### Svantaggi

Gli svantaggi sono:

- il costo per l'acquisto della strumentazione;
- il tempo impiegato per installare la stazione di riferimento;
- all'aumentare della distanza tra *reference* e *rover*, decresce l'accuratezza della posizione calcolata.

La diminuzione dell'accuratezza è legata agli errori dipendenti dalla distanza (principalmente errori atmosferici). In generale, quanto maggiore è la distanza tra *reference* e *rover*, tanto più diverse sono le condizioni atmosferiche, rendendo più difficile per il *rover* la risoluzione delle ambiguità.

### RTK di Rete

L'RTK di rete richiede un minimo di 5 stazioni di riferimento (non c'è limite massimo) ed una inter-distanza relativa tra le stazioni fino a 70 km. Le stazioni di riferimento sono generalmente installazioni permanenti e formano la rete RTK, che è alla base del principio di funzionamento dell'RTK di rete.

#### Il principio di funzionamento

Il principio di funzionamento dell'RTK di rete si basa sulla trasmissione delle osservazioni satellitari dalle varie stazioni di riferimento al server centrale (*network server*), in cui è in funzione un software per reti RTK, come **Leica GNSS Spider**.

L'obiettivo delle reti RTK è di minimizzare, entro i confini della rete, l'influenza degli errori dipendenti dalla distanza sul calcolo della posizione del *rover*. Il software installato sul server centrale esegue questo processo:

- fissa le ambiguità dei satelliti (osservate dalle stazioni di riferimento) all'interno della rete;
- usa i dati provenienti da tutte le stazioni di riferimento (o un sottoinsieme di esse) per generare le correzioni da inviare poi al *rover* (figura 3).
- La posizione è calcolata utilizzando algoritmi RTK,

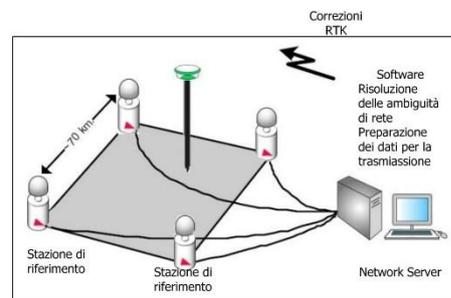


Figura 3 – Principio di funzionamento dell'RTK di rete

Il *rover* si connette al server RTK con una periferica di connessione unidirezionale o bidirezionale (per esempio un radio modem, GSM o internet) e, appena ricevuti i dati RTK, calcola la propria posizione utilizzando l'algoritmo appropriato. La scelta dell'algoritmo e il modo in cui gli errori dipendenti dalla distanza sono minimizzati, dipendono dalla modalità utilizzata dalla rete RTK. I metodi attualmente disponibili sul mercato (precedentemente menzionati), minimizzano (o modellano) gli errori in maniera differente e, in funzione del metodo, la modellazione è fatta dal *network server* o a bordo del ricevitore. Per tali motivi, la relazione tra rete RTK e *rover* è diversa per ogni metodo (che può portare a differenze significative in prestazioni, accuratezza, affidabilità e tracciabilità per il *rover*).



Leica Geosystems SPA Via Codognino 10  
28854 Cornegliano Laudense (LO)  
PI 12090330155 Tel 03711856070

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

## HxGN SmartNet

Introduzione alle Reti GNSS RTK  
Leica Geosystems – Part of Hexagon

### Reti RTK: sono convenienti?

Il costo per l'iscrizione per un anno al servizio di correzioni differenziali di **Hexagon SmartNet** è sicuramente conveniente in quanto permette di evitare gli svantaggi tipici dell'RTK da singola stazione sicuramente più onerosi:

- acquisto di una stazione *master* e dei relativi accessori (radio, batterie, treppiedi, ecc.);
- perdita di tempo per:
  - ✓ cercare un punto di coordinate note per installare la *reference*;
  - ✓ sistemare un supporto elettrico (per esempio, le batterie) per la *reference*;
  - ✓ raggiungere il punto in cui sistemare la *reference* (che può non essere vicino alla zona in cui sarà eseguito il lavoro);
  - ✓ installare la *reference* e misurarne l'altezza;
  - ✓ mettere in sicurezza la *reference* (assicurarsi che non sia rubata o spostata);
  - ✓ tornare a prendere la *reference* dopo aver terminato il lavoro.
- costi di manutenzione per la *reference*;
- possibili fonti di errore (stazione non perfettamente verticale, misura dell'altezza sbagliata);
- maggiore equipaggiamento da muovere/trasportare.

### Vantaggi

I vantaggi di questa modalità sono:

- non occorre installare la stazione di riferimento;
- le accuratezze nel calcolo delle posizioni del *rover* sono più omogenee;
- l'accuratezza può essere mantenuta a distanze più elevate rispetto all'RTK da singola stazione;
- la stessa area può essere coperta con meno stazioni di riferimento (rispetto al numero di stazioni di riferimento occorrenti nell'RTK da singola stazione);
- una maggiore affidabilità e disponibilità delle correzioni RTK (se una stazione smette di funzionare, può essere sostituita da un'altra stazione).

- La rete è controllata e monitorata per un costante e affidabile livello di servizio h24 7 su 7 365 giorni l'anno.

### Svantaggi

L'unico svantaggio consiste nel costo per l'iscrizione al servizio di ricezione delle correzioni RTK.



Leica Geosystems SPA Via Codognino 10  
28854 Cornegliano Laudense (LO)  
PI 12090330155 Tel 03711856070

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## 4.1 LISTATO DEI PUNTI FOTOGRAFICI DI APPOGGIO

Listato dei punti acquisiti in coordinate geografiche ETRF2000 e quote ellissoidiche.

SELCI-LAMA\_Fotografici\_ETRF2000\_ELL.txt

10/07/2023

F01	43° 28' 01.93002" N	12° 02' 53.63254" E	363.2459
F02	43° 28' 13.09449" N	12° 03' 09.98728" E	362.5288
F03	43° 28' 25.00534" N	12° 03' 18.88201" E	359.4635
F04	43° 28' 36.89968" N	12° 03' 33.78132" E	360.2379
F05	43° 28' 43.76406" N	12° 03' 44.96176" E	358.1829
F06	43° 28' 43.39838" N	12° 03' 31.67023" E	359.0879
F07	43° 28' 39.22475" N	12° 03' 10.82435" E	370.0619
F08	43° 28' 36.68959" N	12° 03' 23.36628" E	361.9924
F09	43° 28' 21.67084" N	12° 03' 09.17757" E	360.7566
F10	43° 28' 51.49304" N	12° 03' 54.44978" E	357.3579
F11	43° 28' 54.83800" N	12° 04' 14.84397" E	355.4824
F12	43° 28' 44.67840" N	12° 04' 15.22048" E	355.0382
F13	43° 28' 59.08206" N	12° 04' 25.14518" E	356.5950
F14	43° 29' 09.20617" N	12° 04' 47.74837" E	351.6724
F15	43° 29' 15.31571" N	12° 05' 01.21378" E	351.1279
F16	43° 29' 16.52771" N	12° 05' 23.58440" E	350.8659
F17	43° 29' 18.04522" N	12° 05' 42.22566" E	350.2566
F18	43° 29' 06.96764" N	12° 04' 14.25753" E	442.5831
F19	43° 29' 17.21685" N	12° 04' 22.53243" E	371.1989
F20	43° 29' 20.62713" N	12° 04' 45.04581" E	369.0833
F21	43° 29' 28.43782" N	12° 04' 47.29121" E	365.1284
F22	43° 29' 35.58163" N	12° 04' 55.86950" E	364.5475
F23	43° 29' 48.81586" N	12° 05' 02.20445" E	380.7993
F24	43° 29' 50.18554" N	12° 05' 16.73039" E	368.9221
F25	43° 29' 37.93233" N	12° 05' 11.81428" E	362.3530
F26	43° 29' 49.47937" N	12° 05' 46.90906" E	375.7041
F27	43° 29' 44.88375" N	12° 05' 52.72849" E	361.1380
F28	43° 29' 31.80207" N	12° 06' 06.39104" E	353.3335
F29	43° 29' 47.21765" N	12° 07' 05.52450" E	459.9462
F30	43° 29' 54.69542" N	12° 07' 14.35174" E	460.3355
F31	43° 29' 51.67551" N	12° 07' 50.10872" E	452.2780
F32	43° 29' 58.57786" N	12° 06' 45.96394" E	514.9060
F33	43° 29' 50.32896" N	12° 06' 38.58177" E	472.7783
F34	43° 30' 03.27117" N	12° 06' 42.62259" E	488.2521
F35	43° 30' 07.99502" N	12° 06' 27.30311" E	465.6441
F36	43° 30' 07.99573" N	12° 06' 00.58380" E	437.4939
F37	43° 30' 07.58054" N	12° 06' 59.13556" E	410.5566
F38	43° 30' 13.48183" N	12° 07' 30.06528" E	396.7311
F39	43° 30' 18.88372" N	12° 07' 08.83666" E	367.8307
F40	43° 30' 35.81792" N	12° 08' 33.97178" E	338.0765
F41	43° 30' 11.81221" N	12° 08' 27.21067" E	342.7059
F42	43° 30' 15.92376" N	12° 07' 50.88697" E	366.5136
F43	43° 30' 05.96715" N	12° 08' 47.97745" E	340.5926
F44	43° 29' 57.33336" N	12° 08' 57.86663" E	350.6977
F45	43° 30' 10.46789" N	12° 09' 51.90608" E	333.8647
F46	43° 30' 14.87236" N	12° 09' 38.77368" E	334.8609
F47	43° 30' 07.23022" N	12° 09' 18.64224" E	335.4680
F48	43° 30' 29.46754" N	12° 09' 29.57819" E	336.5156
F49	43° 30' 26.00910" N	12° 09' 03.99335" E	337.1848
F50	43° 30' 38.50303" N	12° 09' 00.80060" E	338.4151
F51	43° 30' 58.46495" N	12° 09' 13.09492" E	337.8882
F52	43° 30' 32.21901" N	12° 09' 40.66974" E	336.0645
F53	43° 30' 49.23866" N	12° 09' 33.26749" E	337.0462
F54	43° 31' 20.86231" N	12° 10' 33.17397" E	343.7215
F55	43° 30' 55.03991" N	12° 11' 08.42900" E	341.3340
F56	43° 30' 57.21650" N	12° 11' 16.25365" E	342.4652
F57	43° 31' 16.90177" N	12° 11' 10.35893" E	343.2918
F58	43° 31' 07.59347" N	12° 10' 48.47683" E	337.8377
F59	43° 30' 54.06388" N	12° 11' 33.29434" E	345.6967
F60	43° 30' 43.99315" N	12° 11' 15.71828" E	341.4836
F61	43° 30' 51.63734" N	12° 10' 42.02702" E	337.1111
F62	43° 30' 46.35200" N	12° 10' 56.53855" E	338.3431
F63	43° 30' 36.04681" N	12° 10' 33.81207" E	335.3199
F64	43° 30' 47.18438" N	12° 10' 02.92422" E	335.7933
F65	43° 30' 57.90095" N	12° 10' 47.47012" E	338.8915



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

Listato dei punti acquisiti trasformati nel sistema rettilineo locale appositamente creato e quote ortometriche trasformate attraverso i grigliati del software Verto 2k.

SELCI-LAMA\_Fotografici\_LOCAL\_ORT.txt

22/08/2023

F01	294143.7756	696530.6579	317.271
F02	294511.6980	696874.9226	316.591
F03	294711.9228	697242.3727	313.558
F04	295047.0821	697609.2190	314.371
F05	295298.5173	697820.8977	312.340
F06	294999.7829	697809.8264	313.231
F07	294531.1682	697681.3777	324.177
F08	294812.9926	697602.9111	316.114
F09	294493.7135	697139.6331	314.835
F10	295511.9186	698059.2956	311.540
F11	295970.3218	698162.2431	309.692
F12	295978.5962	697848.6771	309.227
F13	296201.9026	698293.0953	310.823
F14	296710.0244	698605.2936	305.943
F15	297012.7067	698793.7148	305.424
F16	297515.4256	698830.9172	305.186
F17	297934.3377	698877.6112	304.598
F18	295957.3670	698536.6145	396.816
F19	296143.5061	698852.8322	325.461
F20	296649.4671	698957.8148	323.374
F21	296700.0418	699198.8558	319.437
F22	296892.9004	699419.2475	318.880
F23	297035.4239	699827.6389	335.165
F24	297361.8124	699869.7766	323.305
F25	297251.2026	699491.6427	316.706
F26	298039.8627	699847.7499	330.116
F27	298170.5760	699705.8757	315.546
F28	298477.4632	699302.0519	307.727
F29	299806.2037	699777.6628	414.422
F30	300004.5374	700008.4506	414.835
F31	300807.9224	699915.2940	406.802
F32	299366.7425	700128.3065	469.390
F33	299200.8557	699873.7334	427.238
F34	299291.6870	700273.1666	442.742
F35	298947.5313	700419.0066	420.130
F36	298347.2489	700419.1492	391.956
F37	299662.6862	700406.1407	365.069
F38	300357.5522	700588.2768	351.281
F39	299880.6398	700754.9903	322.373
F40	301793.0712	701277.8794	292.719
F41	301641.3743	700536.9369	297.299
F42	300825.3161	700663.6848	321.087
F43	302107.9742	700356.6671	295.190
F44	302330.2411	700090.2705	305.286
F45	303544.1501	700496.1793	288.517
F46	303249.0524	700631.9683	289.512
F47	302796.8868	700395.9011	290.090
F48	303042.2670	701082.3323	291.186
F49	302467.5677	700975.3568	291.831
F50	302395.7073	701360.9393	293.082
F51	302671.6312	701977.1418	292.601
F52	303291.3866	701167.3699	290.748
F53	303124.8604	701692.5793	291.756
F54	304469.8305	702669.3622	298.526
F55	305262.2373	701872.9597	296.115
F56	305437.9354	701940.2768	297.254
F57	305305.0539	702547.7317	298.111
F58	304813.8064	702260.0733	292.628
F59	305820.7734	701843.2956	300.491
F60	305426.2396	701532.1458	296.250
F61	304669.2849	701767.5061	291.870
F62	304995.3602	701604.6149	293.102
F63	304485.0834	701286.1993	290.046
F64	303791.0452	701629.5192	290.520
F65	304791.4087	701960.9102	293.664



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## 4.2 GRAFICO DEI PUNTI FOTOGRAFICI DI APPOGGIO



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

## 5 SCHEDE TECNICHE STRUMENTI TOPOGRAFICI

Leica GNSS GS18 T + Controller CS20



# Leica GS18 T Data sheet



### Engaging software

The Leica GS18 T is accompanied with the revolutionary Captivate software, turning complex data into the most realistic and workable 3D models. With easy-to-use apps and familiar touch technology, all forms of measured and design data can be viewed in all dimensions. Leica Captivate spans industries and applications with little more than a simple swipe, regardless of whether you work with GNSS, total stations or both.



### Seamlessly share data among all your instruments

Leica Infinity imports and combines data from your GNSS RTK rover, total station and level instruments for one final and accurate result. Processing has never been made easier when all your instruments work in tandem to produce precise and actionable information.

### ACC»

#### Customer care only a click away

Through Active Customer Care (ACC), a global network of experienced professionals is only a click away to expertly guide you through any challenge. Eliminate delays with superior technical service, finish jobs faster and avoid costly site revisits with excellent consultancy support. Control your costs with a tailored Customer Care Package (CCP), giving you peace of mind you are covered anywhere, anytime.



leica-geosystems.com



- when it has to be **right**



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

# Leica GS18 T

## GNSS TECHNOLOGY

Self-learning GNSS	Leica RTKplus SmartLink (worldwide correction service) SmartLink fill (worldwide correction service)	Adaptive on-the-fly satellite selection Remote precise point positioning (3 cm 2D) <sup>1</sup> Initial convergence to full accuracy 20 - 40 min, Re-convergence < 1 min Bridging of RTK outages up to 10 min (3 cm 2D) <sup>1</sup>
Leica SmartCheck	Continuous check of RTK solution	Reliability 99.99%
Signal tracking		GPS (L1, L2, L2C, L5), Glonass (L1, L2, L3 <sup>2</sup> ), BeiDou (B1, B2, B3 <sup>2</sup> ), Galileo (E1, E5a, E5b, Alt-BOC, E6 <sup>2</sup> ), QZSS (L1, L2, L5), NavIC L5 <sup>3</sup> , SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN), L-band
Number of channels		555 (more signals, fast acquisition, high sensitivity)
Tilt compensation	Increased measurement productivity and traceability	Calibration-free Immune to magnetic disturbances
<b>MEASUREMENT PERFORMANCE &amp; ACCURACY<sup>1</sup></b>		
Time for initialisation		Typically 4 s
Real-time kinematic (Compliant to ISO17123-8 standard)	Single baseline Network RTK	Hz 8 mm + 1 ppm / V 15 mm + 1 ppm Hz 8 mm + 0.5 ppm / V 15 mm + 0.5 ppm
Real-time kinematic tilt compensated	Topographic points (not for static control points)	Additional Hz pole tip uncertainty typically less than 10 mm + 0.7 mm/° tilt
Post processing	Static (phase) with long observations Static and rapid static (phase)	Hz 3 mm + 0.1 ppm / V 3.5 mm + 0.4 ppm Hz 3 mm + 0.5 ppm / V 5 mm + 0.5 ppm
Code differential	DGPS / RTCM	Typically 25 cm
<b>COMMUNICATIONS</b>		
Communication ports	Lemo Bluetooth®	USB and RS232 serial Bluetooth® v2.1 + EDR, class 1.5
Communication protocols	RTK data protocols NMEA output Network RTK	Leica, Leica 4G, CMR, CMR+, RTCM 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 MSM NMEA 0183 v4.00 and Leica proprietary VRS, FKP, iMAX, MAC (RTCM SC 104)
Built-in data links	GSM / UMTS / LTE phone modem Radio modem	Fully integrated, external antenna Fully integrated, receive and transmit, external antenna 403 - 470 MHz, 1 W output power, up to 28800 bps over air
External data links		GSM / GPRS / UMTS / LTE / CDMA and UHF / VHF modem

## GENERAL

Field controller and software	Leica Captivate software	Leica CS20 field controller, Leica CS35 tablet
User interface	Buttons and LEDs Web server	On / Off and Function button, 8 status LEDs Full status information and configuration options
Data recording	Storage Data type and recording rate	Removable SD card, 8 GB Leica GNSS raw data and RINEX data at up to 20 Hz
Power management	Internal power supply External power supply Operation time <sup>4</sup>	Exchangeable Li-Ion battery (2.8 Ah / 11.1 V) Nominal 12 V DC, range 10.5 - 28 V DC 7h receiving (Rx) data with internal radio, 5 h transmitting (Tx) data with internal radio, 6 h Rx/Tx data with internal phone modem
Weight and dimensions	Weight Dimensions	1.20 kg / 3.50 kg standard RTK rover setup on pole 173 mm x 173 mm x 108 mm
Environmental	Temperature Drop Proof against water, sand and dust	-40 to 65°C operating, -40 to 85°C storage Withstands topple over from a 2 m survey pole onto hard surfaces IP66 / IP68 (IEC60529 / MIL STD 810G CHG-1 510.6 I / MIL STD 810G CHG-1 506.6 II / MIL STD 810G CHG-1 512.6 I)
	Vibration Humidity Functional shock	Withstands strong vibration (ISO9022-36-08 / MIL STD 810G 514.6 Cat.24) 95% (ISO9022-13-06 / ISO9022-12-04 / MIL STD 810G CHG-1 507.6 II) 40 g / 15 to 23 msec (MIL STD 810G 516.6 I)

LEICA GS18 T GNSS RTK ROVER	BASIC	PERFORMANCE	UNLIMITED
<b>SUPPORTED GNSS SYSTEMS</b>			
Multi-frequency	•	✓	✓
GPS / GLONASS / Galileo / BeiDou / QZSS	✓ / • / • / • / •	✓ / • / • / • / •	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>SUPPORTED GNSS SYSTEMS</b>			
DGPS/RTCM, RTK Unlimited, Network RTK	•	✓	✓
SmartLink fill / SmartLink	• / •	• / •	✓ / •
<b>POSITION UPDATE &amp; DATA RECORDING</b>			
5 Hz / 20 Hz positioning	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Raw data / RINEX data logging / NMEA out	✓ / • / •	✓ / • / •	✓ / ✓ / ✓
<b>ADDITIONAL FEATURES</b>			
Tilt compensation	✓	✓	✓
RTK reference station functionality	•	✓	✓
LTE Phone / UHF Radio (receive & transmit) modem	✓ / •	✓ / •	✓ / •
			✓ Standard • Optional

<sup>1</sup> Measurement precision, accuracy, reliability and time for initialisation are dependent upon various factors including number of satellites, observation time, atmospheric conditions, multipath etc. Figures quoted assume normal to favourable conditions. A full BeiDou and Galileo constellation will further increase measurement performance and accuracy.

<sup>2</sup> Believe to comply, but subject to availability of BeiDou ICD and Galileo commercial service definition. Glonass L3, BeiDou B3 and Galileo E6 will be provided through future firmware upgrade.

<sup>3</sup> Support of NavIC L5 is incorporated and will be provided through future firmware upgrade.

<sup>4</sup> Might vary with temperature, age of battery, transmit power of data link device.

Copyright Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Switzerland. All rights reserved. Printed in Switzerland - 2017.  
Leica Geosystems AG is part of Hexagon AB. 866429en - 08.17

**Leica Geosystems AG**  
Heinrich-Wild-Strasse  
9435 Heerbrugg, Switzerland  
+41 71 727 31 31

- when it has to be **right**



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.isecert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

## LEICA DNA digital levels

Surveying  
Experts



**LEICA DNA digital levels –  
Advantages that move you ahead**

**Leica**  
Geosystems

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it

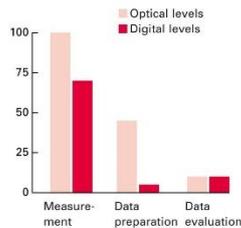


**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## **LEICA DNA digital levels – Advance by experience**

*It is here: the second generation of digital levels by Leica, the inventors of the first digital levels worldwide. Its modern exterior design, the ergonomics and the largest LC-display on the market, are reasons to be enthusiastic. Inside: cutting edge electronic technology, excellent optical and mechanical systems, the perfect integration of the proven concept of user friendly menu guidance taken from the TPS700 total stations.*

### **Advantages in numbers**



#### **Save up to 50% in time**

*Experience shows that with Leica digital levels there is up to a 50% time saving when compared with conventional levels. The main reasons are the faster data capture preparation as well as the shorter time and safer means of data preparation, thanks to saving measured data on storage devices.*



#### **Measuring without mistakes or fatigue**

*Leica digital levels measure and save the height and the distance to the staff at the press of a button, and calculate the height of the point. Advantage: no readings required, no copying or writing down and no calculation by hand.*



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

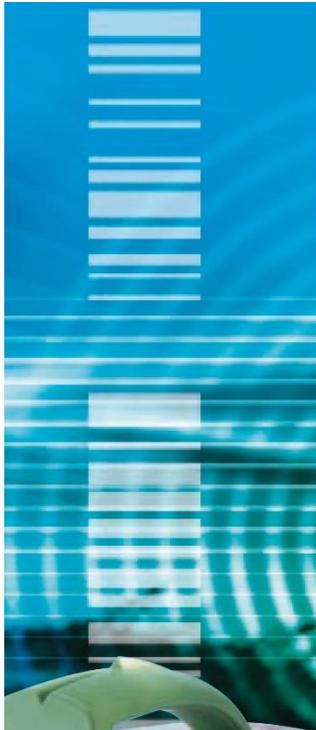
■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**



## **LEICA DNA digital levels – Practical advantages**

*Leica digital levels DNA10 and DNA3 cover the entire range of applications from the construction site to the 1<sup>st</sup> order levelling tasks. The practice oriented solutions in the integrated measurement programs, the large liquid crystal display and the alphanumeric keyboard help to keep track of your work, make it faster and more productive.*



### **Land surveys and line levelling**

Thanks to the extensively automated processes, the observer has been relieved of much of the work at the keyboard. Adjustable tolerance checks for the measured data add safety to the measurements taken.



### **Area levelling**

All components required for an appropriate levelling are at your disposal. The program "Measure Only" is suited for elementary staff reading and distance measurements or to survey masses of points. In addition the Quick Code function provides for measurement and point coding in a single measuring process.



During line levelling the clear menu guidance is outstanding. Important measured and process data is displayed at once, enabling checks of measured data and on the progress made.



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**



### Levelling at construction sites

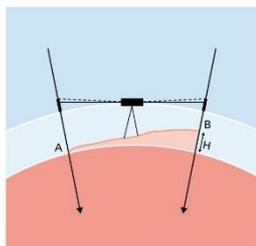
Height determination and stake out: Thanks to the easy-to-use measuring program "Measure & Record" the experienced construction site operator can quickly and reliably measure height differences, perform line levelling or stake outs.

Measure profile points or many intermediate points and the display "Point to Point" continuously provides the height difference between each measured point.



### More practical advantages

**Earth curvature correction:** if this is activated in a Leica DNA digital level, then the measurements made are automatically free of the influence of the earth's curvature.



### Correction of collimation error

Can be reliably determined and saved using the four integrated Check and Adjust procedures it can be entered manually.

**Measurement modes:** Leica DNA digital levels can make: single measurements, average or median out of multiple measurements, a default standard deviation, repeated single measurements.



### Office and evaluation software

#### Leica Survey Office

Is a program included in the delivery. It controls data exchange, the configuration of the instrument, creates code lists and stake out height lists and maintains the system software. A special feature is the creation of user defined output formats for a field book like data display.

#### LevelPak-Pro

LevelPak-Pro processes your levelling data in a professional manner. The optional program contains functions such as line calculation, adjustment and the creation of reports. The data and results are managed in a data bank.

### Reduced field of view:

For a fine measurement a field of view of about 1.1° is required. This corresponds to 38cm per 20m of target distance.

### Data output format:

For printouts similar to those used in field books. Up to four user formats can be stored in the instrument.

### Staffs and accessories:

Leica Geosystems offers a rich palette of staffs and other accessories.

The DNA10 and DNA03 models are suited for mobile or stationary measurement configuration, where an external field computer collects and processes the data. External commands configure the instrument and trigger measurements.

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.



## LEICA DNA digital levels – Advance at a glance



### Keep all information in sight

The generous LC-display presents all important measured data at a glance and shows the next step to take. You always have the workflow under control.



### Double your data safety

From now on, save your work automatically in the internal memory and additionally, after the measurements have been taken, on a PC-card. In this way, measured data can easily be loaded into a computer.



### Optimal operating comfort

The alphanumeric keyboard and the operating concept adapted from the TPS700 total stations provide the highest levels of efficiency at work, optimum comfort and rapid familiarization.



### Extensive range of applications and reliability in two classes of accuracy

The DNA10 and DNA03 provide a solution for all jobs of height determination for topographic and construction surveys, up to first order levelling and monitoring.

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

## LEICA digital levels at a glance

Technical data	LEICA DNA03	LEICA DNA10
Area of use	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Quick measurements of heights, height differences and stake outs</li> <li>– I. and II. order levelling</li> <li>– Precision measurements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Quick measurements of heights, height differences and stake outs</li> <li>– Cadastral levelling</li> <li>– Technical levelling</li> </ul>
<b>Accuracy</b>	Standard deviation height measurement per 1km double-run (ISO 17123-2)	
Electronic measurements: with Invar staffs	0.3mm	0.9mm
with standard staffs	1.0mm	1.5mm
Optical measurements	2.0mm	2.0mm
Standard deviation distance measurement (electr.)	1cm/20m (500ppm)	
<b>Range</b>		
Electronic measurement	1.8m – 110m	
Optical measurement	from 0.6m	
<b>Electronic measurement</b>		
Resolution height measurement	0.01mm, 0.0001ft, 0.0005inch	0.1mm, 0.001ft
Time for single measurement	typically 3 seconds	
Measurement modes	Single, average, median, repeated single measurements	
<b>Measurement programs</b>	Measure & Record, staff height/distance BF, aBF, BFFB, aBFFB	
<b>Coding</b>	Remark, Free code, Quick code	
<b>Data storage</b>		
Internal memory	6000 measurements or 1650 station	
Backup	PCMCIA card (ATA-Flash/SRAM) SRAM compatible with Omnidrive MCR4	
Online operations	GSI format via RS232	
Data exchange internal memory	GSI8/GSI16/XML/flexible formats	
<b>Telescope magnification</b>	24x	
<b>Compensator</b>		
Type	Pendulum compensator with magnetic damping	
Slope range	±10'	
Compensator setting accuracy	0.3"	0.8"
<b>Display</b>	LCD, 8 lines at 24 characters	
<b>Battery operated</b>		
GEB111	12h operation	
GEB121	24h operation	
Battery adapter GAD39	Alkaline battery, 6x LR6/AA/AM3, 1.5V	
<b>Weight</b>	2.8kg (incl. battery GEB111)	
<b>Environmental conditions</b>		
Working temperature	–20°C to +50°C	
Storage temperature	–40°C to +70°C	
Dust/water (IEC60529)	IP53	
Humidity	95%, non condensing	



**Total Quality Management is our commitment to total customer satisfaction.**

For more information about our TQM program, ask your local Leica Geosystems agent.

**Leica**  
Geosystems

Leica Geosystems AG  
CH-9435 Heerbrugg  
(Switzerland)

Phone +41 71 727 31 31

Fax +41 71 727 46 73

[www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)

Illustrations, descriptions and technical data are not binding. All rights reserved for changes.  
Printed in Switzerland – Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland, 2002.  
729342en – X.02 – RDV

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
[dati@sistemicartografici.it](mailto:dati@sistemicartografici.it)  
[sistemi.cartografici@legalmail.it](mailto:sistemi.cartografici@legalmail.it)  
[roberto.binci@sistemicartografici.it](mailto:roberto.binci@sistemicartografici.it)



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
[www.ise-cert.it](http://www.ise-cert.it)



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## 6 CREAZIONE DEL SISTEMA RETTILINEO

Per la creazione del sistema rettilineo locale si è adottato un sistema basato sulla rappresentazione trasversale di Mercatore.

Si è considerato un cilindro verticale portato ad essere tangente nel punto baricentrico dell'intera opera:

$$\lambda = 43^{\circ} 29' 54,42161'' \text{ N}, \quad \varphi = 12^{\circ} 07' 14,14979'' \text{ E}$$

Il modulo di deformazione lineare risulta pari a:

$$m = \frac{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_{rid}}}{\cos \varphi_{rid}}$$

che, valutato con il massimo valore di  $\varphi_{rid} = 0^{\circ} 09'.0000''$ , porta ad un coefficiente di deformazione lineare pari a 1.000003404, circa 3,4 cm/km, valore che si ritiene accettabile data la grande estensione dell'area da cartografare.

Le quote ellissoidiche del terreno sono comprese fra i 335 e i 520 metri con quota media pari a 374,00 metri.

Il raggio della sfera locale, misurato attraverso la seguente formula

$$R = \sqrt{\rho N}$$

risulta pari a 6376979,013 m.

Per cui è risultato che il fattore di scala, anche se molto prossimo all'unità, può essere valutato come:

$$s = 1 + \frac{Q_m}{R}$$

ed essere assunto pari a  $s=1.000058648$ .



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

Per le false origini sono assunti i seguenti valori, in modo da essere sempre positivi e numericamente molto differenti dalle corrispondenti cartografiche sia UTM/WGS84 sia Gauss-Boaga:

$$\text{Falsa Est} = 300.000$$

$$\text{Falsa Nord} = 700.000$$

Tabella riassuntiva dei valori calcolati:

a (wgs84)	e <sup>2</sup> (wgs84)	Longitudine			λ deg =	W=	Ampiezza fuso ω		
		12	7	14,14979	λ rad =	p=	0	9	0,00000
6378137,00	0,006694379990	Latitudine			φ deg =	N=			
		43	29	54,42161	φ rad =	f=			
Raggio Sfera Locale	6376979,013	ω deg = 0,15000000000			Q. media (elliss.)	374,00			
Modulo di Deformazione Lineare	1,000003404	ω rad = 0,00261799388							
errore al km	3,4 cm								
Fattore di scala	1,000058648								

Input dei valori nel software LGO 8.4:



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## **7 CARTOGRAFIA NUMERICA 1:2.000: RESTITUZIONE ED EDITING GRAFICO**

La cartografia numerica alla scala 1:2.000 è stata prodotta mediante l'utilizzo del software StereoCAD versione 2.2.1 di Menci Software. Gli elaborati consegnati sono stati prodotti nel formato DWG per Autocad sia nel formato grafico 2d che 3d.

Per procedere alla restituzione delle foto digitali si è prima proceduto alla fase di orientamento interno dei modelli, attraverso una procedura automatica del software utilizzato per la realizzazione della cartografia, e successivamente all'orientamento esterno eseguito inserendo i valori dei centri di presa provenienti dell'elaborazione della Triangolazione Aerea. Per poter verificare il corretto orientamento si è proceduto alla verifica dei punti fotografici di appoggio collimandoli da un operatore in modo manuale verificando che i dati letti siano molto vicini ai valori acquisiti con la strumentazione GNSS direttamente sul campo.

La restituzione da parte degli operatori è stata realizzata suddividendo la produzione su diverse postazioni computerizzate. Ogni operatore ha lavorato su un gruppo di modelli digitali diversi, concentrando il proprio lavoro su una specifica area da cartografare, e lavorando su un progetto di lavoro distinto. Ciascun progetto è stato quindi costituito da più files ciascuno corrispondente ad un particolare modello stereoscopico. Per la distinzione dei files si è adottato questo criterio di denominazione: "NNSSSSDDDD" dove "NNN" corrisponderà al numero di strisciata, "SSSS" al numero del fotogramma sinistro e "DDDD" al numero di fotogramma destro.

L'acquisizione degli elementi è avvenuto tenendo conto delle specifiche tecniche riportate nel capitolato ufficiale di Anas SpA; tale documento è denominato "Norme Tecniche per l'esecuzione di indagini topografiche". Le procedure di acquisizione degli elementi della cartografia hanno seguito una procedura interna standardizzata e ormai consolidata.

Si è proceduto all'acquisizione in primo luogo degli oggetti che sono a totale copertura del terreno ma che non possono contenere altre linee e poi tutti gli altri elementi che eventualmente a questi si attaccano.

Questa è stata la sequenza con cui vengono acquisiti gli elementi:

- edificato: fabbricati e dividenti architettoniche.
- manufatti generici ed elementi divisorii: muri di sostegno, di recinzione, siepi ecc.
- viabilità, bordi strada
- idrografia, bordi d'area bagnata
- aree di vegetazione, antropizzate e generiche
- orografia
- reti tecnologiche, linee ferroviarie, elementi puntuali generici (pali illuminazione, ecc.)

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

Ogni operatore ha esplorato a fondo ciascun modello per realizzare una restituzione quanto più dettagliata possibile cercando di collimare ogni singolo punto nella maniera più accurata per un'acquisizione precisa della quota del terreno e di ciascun elemento.

L'editing dei modelli stereoscopici, eseguito al termine della fase di restituzione, è stato realizzato utilizzando i software G-CARTO 5.0 e GEOBIT 9.0 con i quali si è anche proceduto alla verifica della omogeneità di tutti gli elaborati in tutte le fasi di elaborazione.

La fase di editing prevede le seguenti verifiche:

- Controllo dei codici utilizzati attraverso la trasformazione della codifica di lavoro in quella finale che evidenzia eventuali discrepanze nella codifica finale.
- Controllo visivo su tutta la simbologia e la vestizione degli elementi rappresentati.
- Controllo sulla corretta rappresentazione di tutti gli elementi, in particolare sui muri, edificati e manufatti.
- Controllo e correzione degli eventuali errori in quota: punti o elementi a quota zero o con picchi anomali.
- Verifica di tutti gli elaborati realizzati con i software con procedure automatizzate.

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.isecert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## **8 ORTOFOTO**

Le ortofoto sono state prodotte in maniera automatica utilizzando l'algoritmo avanzato del software METASHAPE versione 1.6 di Agisoft. Gli elaborati prodotti sono stati rototraslati nel sistema rettilineo esistente tramite l'utilizzo del software ARCMAP 10.2 di Esri. Le immagini segnate sono state compresse nel formato ECW attraverso il software ERDAS IMAGE 2014 di Hexagon. Questo formato di compressione è in grado di ridurre notevolmente la dimensione dei Mb delle immagini pur mantenendo la medesima qualità propria del formato non compresso TIFF. L'elaborato totale delle ortofoto è stato consegnato in una tavola unica consegnato nel sistema di coordinate locali creato.

### **8.1 TAVOLA DELL'ORTOFOTO**



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.ise-cert.it



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

## **9 RILIEVI CELERIMETRICI E SEZIONI BADIMETRICHE**

I rilievi celerimetrici sono stati eseguiti mediante l'utilizzo di squadre di topografi composti da due operatori ciascuno. A ciascuna squadra è stata assegnata una porzione di area equamente suddivisa in base all'estensione, alla morfologia del terreno e alla presenza di manufatti, opere e aree abitate. Ogni squadra è stata munita di due ricevitori GNSS in assetto RTK UTMS in collegamento con la rete permanente GNSS di Hexagon così da permettere ad entrambi gli operatori di lavorare contemporaneamente e in modo indipendente su tutto il perimetro assegnato. Inoltre ogni squadra è stata munita di total station con prisma e raggio laser per permettere agli operatori lavorando insieme, uno allo strumento ottico e l'altro alla palina con prisma come canneggiatore, di completare i rilievi delle aree non rilevabili attraverso la metodologia GNSS a causa della poca presenza di segnale telefonico o di copertura satellitare a causa della presenza di ostacoli quali opere d'arte, manufatti o vegetazione che ostruivano l'orizzonte satellitare.

Di fondamentale importanza si è rivelata la funzione "raggio laser" della Stazione Totale. La funzione "raggio laser" permette l'acquisizione dei punti celerimetrici attraverso la rifrazione dello stesso direttamente sugli oggetti da acquisire senza dover utilizzare, come di consueto, il prisma su palina gestito dal canneggiatore e quindi essenziale per l'acquisizione di tutti quei punti non raggiungibili dall'operatore. L'utilizzo della Total Station con raggio laser è stata di fondamentale importanza per il rilevamento dei seguenti elementi:

- Per il cavalcavia lungo lo svincolo sulla S.S.3 bis,
- Per i due profili delle opere situate sopra al fiume Tevere.
- Per il rilevamento del filo basso delle linee di alta tensione presenti sui tralicci elettrici.

I topografi hanno eseguito i rilievi acquisendo con particolare attenzione tutti gli elementi presenti sui siti quali limite delle strade asfaltate e sterrate, guard rail, manufatti, tombini idraulici, pozzetti, muri di sostegno e perimetrali, recinzioni, scarpate naturali e artificiali, scoline, edificati ecc.. acquisendoli sia a livello terreno che in testa soprattutto per quello che riguardava gli elementi con un'altezza più rilevante come per muri e manufatti. Inoltre è stato eseguito un fitto piano quotato composto da punti per la generazione delle curve di livello.



**Sistemi Cartografici S.a.s.**

Per il rilievo delle sezioni batimetriche è risultato sufficiente l'utilizzo della strumentazione GNSS su palina. Il basso livello delle acque, come facilmente visibile dai profili presenti negli elaborati di consegna, ha permesso agli operatori di entrare in acqua direttamente con lo strumento GNSS per l'acquisizione dei fondali senza l'ausilio di imbarcazioni e strumentazione specifica. Anche il bacino del fiume Tevere presentava una scarsità di acque presenti nel tratto interessato dai rilievi. Gli operatori hanno realizzato le sezioni batimetriche quanto più possibile vicino alle ubicazioni consegnate dalla committenza nei dati di base ma, a causa della fitta vegetazione presente lungo le scarpate dei corsi d'acqua, non è stato sempre possibile rilevare il sito preciso. Grazie all'ausilio della strumentazione GNSS di ultima generazione e, grazie alla possibilità che hanno questi strumenti di acquisire tutte le costellazioni satellitari ad oggi presenti, la fitta vegetazione delle scarpate non è stata di ostacolo all'acquisizione delle misurazioni topografiche che sono state realizzate mantenendo comunque una precisione plano-altimetrica accettabile, ovvero entro i 5 cm di errore massimo.

I punti sono stati acquisiti in campagna secondo una codifica interna e successivamente trasformati secondo le specifiche del capitolato consegnato dal committente e sono stati acquisiti in coordinate ETRF2000 per i dati dei ricevitori GNSS e in coordinate piane fittizie per i dati acquisiti tramite total station.

I dati acquisiti sono stati elaborati tramite il software di Leica LGO 8.4 attraverso il quale è stato possibile unire i dati rilevati attraverso le due metodologie di rilevamento assegnando a ciascun punto il medesimo sistema di coordinate. La fase di montaggio e di editing dei punti è stata eseguita tramite l'utilizzo del software Autocad Map 2016.

Roma, 04/09/2023

*Sistemi Cartografici s.a.s.*

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma  
Tel e Fax: 06.44242888  
P.I. 02014001008  
CF 08295410586  
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci  
Mobile: 339.7645591  
dati@sistemicartografici.it  
sistemi.cartografici@legalmail.it  
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per  
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015  
www.isecert.it