



**Rapporto periodico n. 3**

**Monitoring of ground motion through  
InSAR technique within the gorgoglione  
concession**

**TOTAL E&P ITALIA S.p.A.**

**Tempa Rossa**



---

Document Id.:	pkb011-246-1.0_86	30/08/2019
Approved by:	Sergio Samarelli	-
Checked by:	Vincenzo Massimi	-

---

© 2019 Planetek Italia S.r.l.

Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o distribuita in alcuna forma senza esplicita autorizzazione scritta della Planetek Italia S.r.l. - No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means without the express written permission of Planetek Italia S.r.l.

Società certificata in conformità alla norma ISO 9001, ISO 14001, SA 8000 e EMAS III

Template: pkq001-30-2.3

**simplifying the complexity of space**

Planetek Italia Srl ■ Via Massaua, 12 ■ 70132 Bari ■ Italy  
T +39 080 9644200 ■ F +39 080 9644299 ■ info@planetek.it ■ www.planetek.it  
Capitale Sociale € 88.000 ■ P.IVA 04555490723 ■ CCIAA 322070 ■ Iscr. Trib. Bari 31420

## Indice

SOMMARIO ESECUTIVO.....	4
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
ACRONIMI.....	6
INTRODUZIONE.....	7
AREA DI INTERESSE.....	9
ELABORAZIONE DEI DATI SAR.....	10
SISTEMA DI RIFERIMENTO.....	12
1. MISURE INTERFEROMETRICHE.....	13
1.1 Sintesi.....	13
1.2 Dettaglio pozzi di produzione e centro oli.....	23
1.3 Dati consegnati.....	32
1.4 Aggiornamento dell'analisi di qualità della risposta di fase interferometrica (Sentinel-1) dei Corner Reflector installati sul sito di Gorgoglione.....	33
1.5 Confronto misure GNSS-InSAR.....	36
CONCLUSIONI.....	42
ALLEGATO A – ELENCO IMMAGINI SENTINEL-1 PROCESSATE.....	43
ALLEGATO B – DETTAGLI E GRAFICI A SUPPORTO DELL'ANALISI DEI CR.....	46
Corner Reflector CR01.....	46
1.1.1. Dataset Ascending.....	46
1.1.2. Dataset Descending.....	48
Corner Reflector CR02.....	50
1.1.3. Dataset Ascending.....	50
1.1.4. Dataset Descending.....	52
Corner Reflector CR03.....	54
1.1.5. Dataset Ascending.....	54
1.1.6. Dataset Descending.....	56
Corner Reflector CR04.....	58
1.1.7. Dataset Ascending.....	58
1.1.8. Dataset Descending.....	60
Corner Reflector CR05.....	62
1.1.9. Dataset Ascending.....	62
1.1.10. Dataset Descending.....	64
Corner Reflector CR06.....	66
1.1.11. Dataset Ascending.....	66
1.1.12. Dataset Descending.....	68
1.1.13. Dataset Ascending.....	70
1.1.14. Dataset Descending.....	72

Corner Reflector CR08.....	74
1.1.15. Dataset Ascending .....	74
1.1.16. Dataset Descending .....	76
Corner Reflector CR09.....	78
1.1.17. Dataset Ascending .....	78
1.1.18. Dataset Descending .....	80
Corner Reflector CR10.....	82
1.1.19. Dataset Ascending .....	82
1.1.20. Dataset Descending .....	84
Corner Reflector CR11.....	86
1.1.21. Dataset Ascending .....	86
1.1.22. Dataset Descending .....	88

## Sommario esecutivo

Total E&P Italia ha affidato a Planetek Italia il servizio di monitoraggio interferometrico basato su dati Sentinel-1 sull'area della concessione Gorgoglione (Basilicata) al fine di monitorare in continuo i movimenti superficiali in atto prima dell'inizio delle attività di estrazione e durante le stesse.

Il presente documento, in continuità con i precedenti rapporti periodici 1 e 2 [RD5] [RD6], rappresenta la relazione tecnica del terzo rapporto periodico inerente le attività di elaborazione interferometrica di dati radar acquisiti dai satelliti Sentinel-1 fino a fine giugno 2019 in geometria ascendente e discendente, per il monitoraggio dei movimenti superficiali nell'area della concessione Gorgoglione.

In questa fase è stata inoltre aggiornata la verifica degli 11 Corner Reflector (CR) installati nei mesi di agosto e settembre 2018.

Total E&P Italia ha inoltre installato tre stazioni permanenti GNSS in coincidenza con altrettanti CR di cui si riportano le misure di spostamento preliminari.

L'analisi interferometrica ha permesso di aggiornare le misure di spostamento integrando, ai risultati del secondo rapporto (periodo Ottobre 2014 – Dicembre 2018), l'analisi di tutte le nuove immagini Sentinel-1 acquisite nel semestre che va da Dicembre 2018 a Giugno 2019. Per ogni punto di misura sono disponibili le seguenti informazioni:

- Serie temporale di spostamento
- Serie temporale di precipitazione
- Dataset ID
- PS ID
- Sensor ID
- Coerenza/Coerenza Normalizzata
- Quota del PS/DS
- Velocità media annua
- Accelerazione

Dall'analisi degli spostamenti, aggiornati a Giugno 2019, all'interno dell'area monitorata e in particolare sulle aree di maggior interesse quali le aree interessate dalle attività di produzione e su alcuni centri abitati si osservano le situazioni riassunte in Tabella 1:

Tabella 1. Situazione movimenti sulle zone di maggior interesse

Zona	Periodo Misure	Disponibilità Misure	Sintesi
Pozzo GG-1	Ottobre 2014 – Giugno 2019	Si	Le misure aggiornate confermano i trend misurati nel secondo rapporto [RD5]. Non sono state misurate variazioni di velocità media significative.
Pozzo GG-2		Si	
Pozzo TE-1		Si	
Pozzo PT-1		Si	
Pozzo TR-1		Si	
Pozzo TR-2		Si	
LPG Center		Si	
Oil Center		Si	
Gorgoglione		Si	
Stigliano		Si	

## Documenti di Riferimento

- [RD1] Hanssen, R., 2001. Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- [RD2] F. BOVENGA, A. REFICE, R. NUTRICATO, L. GUERRIERO, M. T. CHIARADIA, "SPINUA: a flexible processing chain for ERS / ENVISAT long term interferometry", Proceedings of ESA-ENVISAT Symposium 2004, 6-10 September, 2004, Salzburg, Austria.
- [RD3] [https://sentinel.esa.int/documents/247904/685163/Sentinel-1\\_User\\_Handbook](https://sentinel.esa.int/documents/247904/685163/Sentinel-1_User_Handbook)
- [RD4] pkm106-02-1.5 Rheticus Displacement Service Specification
- [RD5] pkb011-200-1.2\_86 InSAR Monitoring Gorgoglione rapporto 1.pdf
- [RD6] pkb011-215-1.1\_86\_InSAR\_Monitoring\_Gorgoglione\_rapporto\_2.pdf

## Acronimi

ASI	Agenzia Spaziale Italiana
DEM	Digital Elevation Model
DS	Distributed Scatterers
ESA	Agenzia Spaziale Europea
PS	Persistent Scatterers
SAR	Radar ad Apertura Sintetica
CR	Corner Reflector

## Introduzione

Total E&P Italia ha affidato a Planetek Italia il servizio di monitoraggio interferometrico basato su dati Sentinel-1 sull'area della concessione Gorgoglione (Basilicata) al fine di monitorare in continuo i movimenti superficiali in atto prima dell'inizio delle attività di estrazione e durante le stesse.

Il monitoraggio viene effettuato in accordo alle linee guida del Ministero dello Sviluppo Economico – Direzione Generale per la Sicurezza anche Ambientale delle Attività Minerarie ed Energetiche – Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse del 24/11/2014 “Indirizzi e Linee Guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche”. In particolare, il monitoraggio interferometrico è effettuato in continuo, con frequenza di aggiornamento semestrale, attraverso il servizio Rheticus® Displacement sviluppato da Planetek Italia.

Il monitoraggio prevede l'elaborazione semestrale delle immagini Sentinel-1 e l'emissione di un rapporto periodico con l'aggiornamento della serie temporale di spostamenti disponibili alla data, ed è articolato come segue:

- Il primo rapporto periodico [RD5] contiene l'elaborazione iniziale di tutte le immagini Sentinel-1 disponibili dal 2014 fino agli inizi di giugno 2018. Ciò ha garantito all'operatore la continuità dell'attività di monitoraggio tra la fine della precedente fase di definizione di Baseline<sup>1</sup> (Ottobre 2017) e l'inizio delle operazioni di estrazione e produzione. Il rapporto contiene altresì la verifica preliminare di visibilità dei primi 8 Corner Reflector (nel seguito CR) installati nel mese di agosto 2018.
- Il secondo rapporto periodico [RD6] contiene l'aggiornamento dei dati di spostamento in base alle immagini Sentinel-1 acquisite nel semestre Giugno 2018 – Dicembre 2018. Il report contiene l'analisi della risposta radiometrica e interferometrica degli 11 Corner Reflectors complessivamente installati sul sito di Gorgoglione e le coordinate delle 3 stazioni permanenti GNSS.
- Il presente terzo rapporto periodico contiene l'aggiornamento dei dati di spostamento in base alle immagini Sentinel-1 acquisite nel semestre Dicembre 2018 - Giugno 2019 unitamente all'aggiornamento dell'analisi radiometrica e interferometrica degli 11 Corner Reflector (CR) e le misure di spostamento preliminari delle 3 stazioni permanenti GNSS installate sui 3 corner reflector CR01, CR06 e CR11 per un primo confronto qualitativo tra le misure SAR e le misure GNSS.
- Ulteriori rapporti semestrali, da Luglio 2019 a Gennaio 2021, contenenti i successivi aggiornamenti dei dati di spostamento, includeranno tutte le misure acquisite fino a dicembre 2020. Al termine di ogni elaborazione periodica tutti i dati di spostamento saranno consultabili attraverso la piattaforma Rheticus® Displacement.

In questo terzo rapporto sono state aggiornate le misure di spostamento contenute nel secondo rapporto [RD6] attraverso l'analisi dei nuovi dati radar Sentinel-1 sia in orbita ascendente che discendente acquisite nel semestre Dicembre 2018 - Giugno 2019.

Le attività svolte sono le seguenti:

- identificazione dei punti di misura (PS e DS);
- stima delle velocità medie annue di spostamento dei punti individuati;
- stima delle serie storiche di spostamento dei punti di misura;

<sup>1</sup> *Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche, Ministero dello sviluppo economico - Direzione Generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie ed energetiche - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse, 24 Novembre 2014.*

- analisi combinata delle orbite ascendenti e discendenti per la stima delle componenti orizzontali e verticali dei fenomeni di spostamento;
- analisi della risposta radiometrica e interferometrica degli 11 CR complessivamente installati.

Per la descrizione degli aspetti teorici inerenti l'interferometria SAR, le caratteristiche del satellite Sentinel-1 e il processamento dati si rimanda al primo rapporto [RD5].

## Area di interesse

L'oggetto dello studio è la valutazione di eventuali movimenti superficiali in atto prima e durante le attività di estrazione sull'area di interesse che si estende ben oltre il dominio di rilevazione esterno rispetto alla concessione Gorgoglione per un totale di circa 1.250 km<sup>2</sup> (vedi Figura 1).

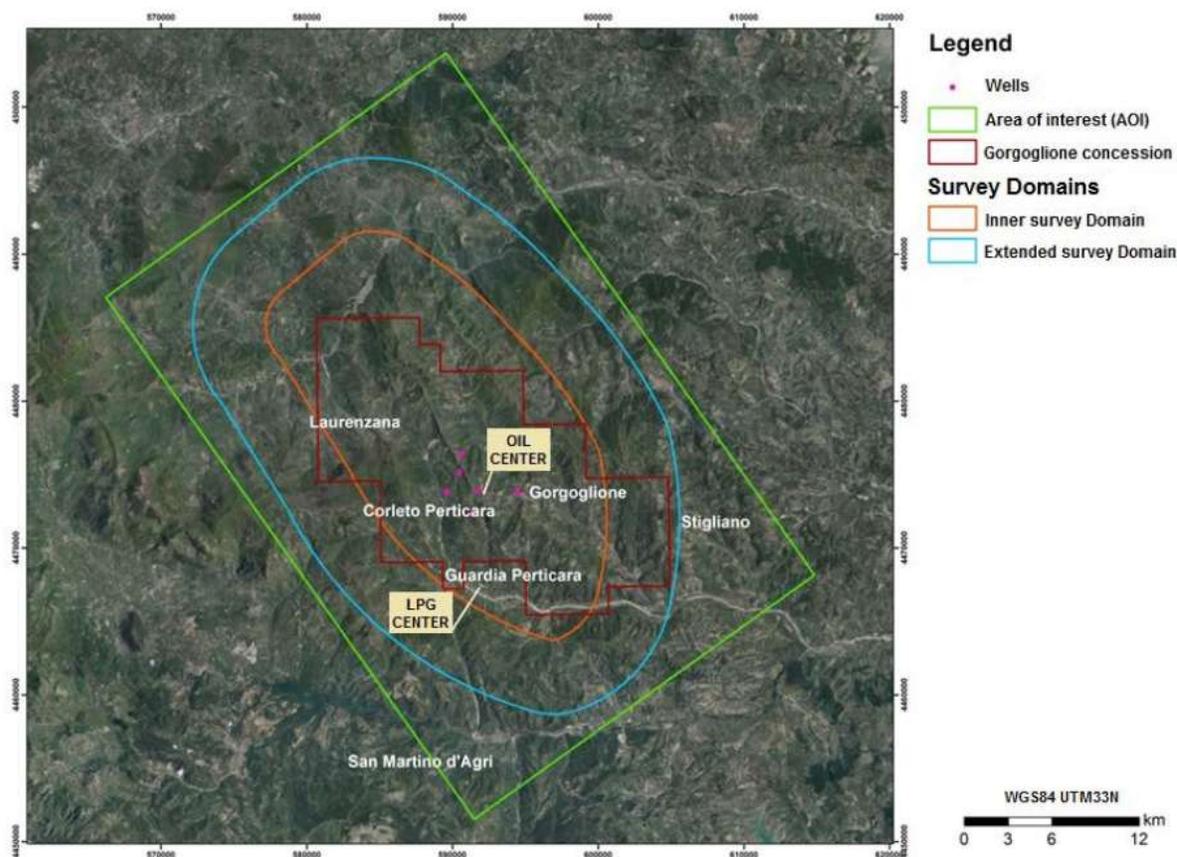


Figura 1. Area di interesse, Domini di rilevazione, Concessione Gorgoglione.

Per completezza si riportano le definizioni di Dominio Interno (perimetro arancione in Figura 1) ed Esterno (perimetro azzurro in Figura 1):

**Dominio interno di rilevazione (DI)** - Definisce il volume all'interno del quale si ritiene che possano verificarsi fenomeni di sismicità indotta o di deformazione del suolo associati all'attività svolta. Esso rappresenta il volume di riferimento per il quale saranno identificati, monitorati e analizzati con la massima sensibilità i fenomeni di sismicità e deformazione del suolo.

**Dominio esteso di rilevazione (DE)** – È il volume circostante il dominio interno di rilevazione che comprende una porzione maggiore di crosta terrestre, al fine di definire e contestualizzare al meglio i fenomeni monitorati. Per tutte le attività si suggerisce che esso si estenda oltre il dominio interno di rilevazione per una fascia di ampiezza compresa tra 5-10 km, tenendo conto delle dimensioni del giacimento e della tipologia di attività.

## Elaborazione dei dati SAR

Il lavoro di aggiornamento delle misure di spostamento a Giugno 2019 utilizza gli stessi 2 data-set selezionati nei precedenti rapporti di monitoraggio e per la descrizione della diverse fasi di elaborazione si rimanda al primo rapporto [RD5].

Le tabelle seguenti contengono i dati di sintesi relativi alle immagini Sentinel-1 processate nel periodo esteso a Giugno 2019.

Tabella 2 - Date delle immagini master selezionate per ciascun data-set.

ID Dataset interferometrico	Costellazione	Passaggio	Data Master	Numero immagini totali nel periodo Ottobre 2014 – Giugno 2019
S1_ASC	Sentinel-1	Ascendente	2 Gennaio 2017	226
S1_DESC	Sentinel-1	Discendente	9 Ottobre 2016	218

La Figura 2 mostra il numero e la distribuzione delle immagini Sentinel-1 processate nell'intervallo temporale complessivo che va da Ottobre 2014 a Giugno 2019, sia in configurazione ascendente che discendente.

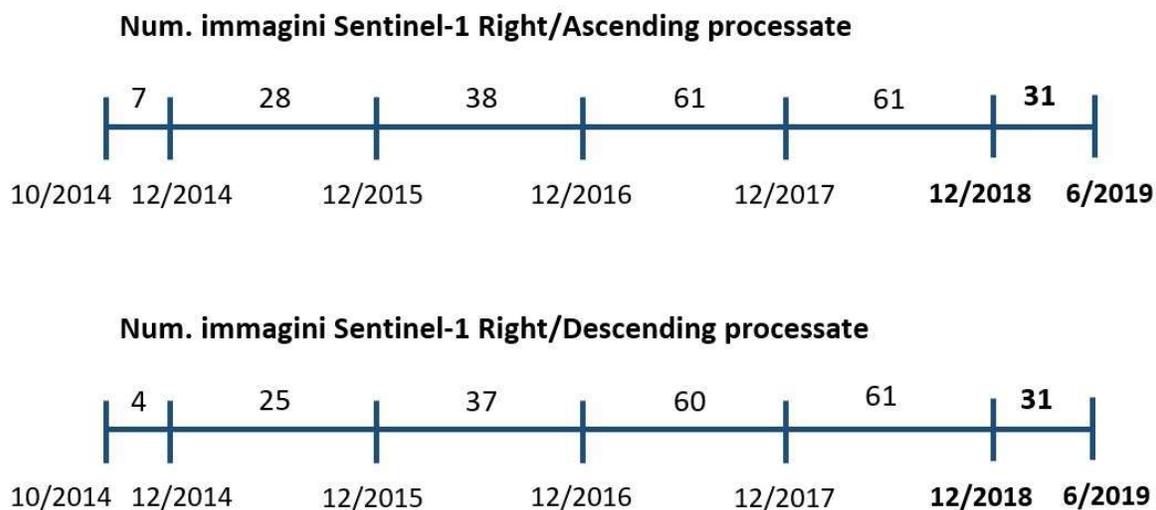


Figura 2: Numero immagini Sentinel-1 Right/Ascending e Right/Descending. In grassetto le nuove immagini acquisite nel semestre Dicembre 2018 - Giugno 2019.

Si osserva che il monitoraggio tramite immagini Sentinel-1 in modalità Right/Ascending copre l'intervallo temporale **ottobre 2014 – giugno 2019** (dal 15/10/2014 al 03/07/2019) con un totale di 226 acquisizioni.

Le annualità con il maggior numero di acquisizioni ascending risultano essere il 2017 e il 2018 con un numero di acquisizioni pari a 61. La frequenza delle acquisizioni è stata raddoppiata dal 22/09/16 grazie all'entrata in funzione di un secondo satellite Sentinel (Sentinel-1B), rendendo possibile un'acquisizione ogni 6 giorni.

Le acquisizioni Sentinel-1 in modalità Right-Descending coprono l'intervallo temporale **ottobre 2014 - giugno 2019** (dal 14/10/2014 al 08/07/2019) con un totale di 218 acquisizioni.

L'annualità con il maggior numero di acquisizioni risulta essere il 2018, con un numero di acquisizioni pari a 61. La frequenza delle acquisizioni descending è stata raddoppiata dal 21/09/16 rendendo possibile il processamento di un'immagine ogni 6 giorni.

È stato successivamente eseguito il primo passo dell'elaborazione SPINUA (Blocco "Identification of PS and Candidates" di ) che ha consentito l'individuazione dei PS e dei DS candidati sull'intera area di studio.

A partire dalla mappa dei PS e dei DS candidati è stato quindi applicato l'algoritmo SPINUA per la rimozione degli artefatti atmosferici e per la produzione delle **mappe degli spostamenti** sull'area di interesse.

Prima della conversione nel formato shapefile, tali mappe (assieme ai prodotti intermedi generati da SPINUA) sono state verificate attraverso ispezione visiva e procedure specifiche di quality check.

Infine tali mappe sono state integrate al fine di combinare le viste ascendenti e discendenti.

È importante precisare che le misure di spostamento ottenute con la elaborazione SAR sono proiettate lungo la linea di vista del satellite (LOS). In particolare, valori positivi degli spostamenti indicano punti in avvicinamento al satellite mentre valori negativi indicano punti in allontanamento dal satellite. Nel caso dei data-set ascendenti il satellite osserva la scena da Sud-Ovest verso Nord-Est mentre nel caso dei data-set discendenti il satellite osserva la scena da Sud-Est verso Nord-Ovest. Ne deriva che nel caso di spostamenti perfettamente verticali entrambe le geometrie di acquisizione misurano lo stesso segno di velocità, mentre nel caso di spostamenti affetti anche da componenti orizzontali, le due geometrie di acquisizione possono registrare velocità di spostamento di segno opposto. Maggiori dettagli sono contenuti nel primo rapporto [RD5].

## **Sistema di riferimento**

Il sistema di riferimento utilizzato è il WGS84.

# 1. Misure interferometriche

## 1.1 Sintesi

Lo studio ha riguardato il monitoraggio dell'area della concessione Gorgoglione (Operatore Total E&P Italia) con particolare riferimento alle zone di estrazione. In particolare, in questo terzo rapporto, sono state aggiornate le misure di spostamento integrando le nuove immagini Sentinel-1 (ascending e descending) acquisite nel semestre dicembre 2018 – giugno 2019 dataset estendendo l'intervallo temporale al seguente periodo:

- Monitoraggio Ottobre 2014 – Giugno 2019 sull'intera area di studio;

Questo terzo rapporto ha permesso di aggiornare la situazione di stabilità/movimenti sui piazzali dei pozzi di estrazione e sull'intera area di interesse con particolare attenzione ai centri abitati in modo da evidenziare l'eventuale variazione cinematica dei fenomeni di subsidenza e/o frane rispetto al precedente rapporto [RD6]. Ogni punto di misura (PD/DS) è identificato tramite il PS ID ed il relativo dataset di appartenenza e tramite la piattaforma Rheticus®. Displacement è possibile analizzare la relativa serie storica di spostamento, velocità media, accelerazione, coerenza, posizione e quota, unitamente ai dati di precipitazione sull'area.

In **Figura 3** e **Figura 4** sono riportate le mappe con la velocità media annua (mm/anno) misurata lungo la linea di vista del satellite (LOS) aggiornata a Giugno 2019 ottenuta dall'analisi dei dataset Sentinel-1 ascending e descending rispettivamente sull'intera area di interesse.

La scala di colore utilizzata per tematizzare le velocità identifica con i colori giallo arancione e rosso allontanamenti dal sensore lungo la direzione di LOS (valori negativi), con il verde i punti stabili e in azzurro e blu gli avvicinamenti al sensore (valori positivi) sempre lungo la linea di vista del satellite (LOS).

In **Figura 5** e **Figura 6** sono riportate le mappe con le componenti della velocità media (mm/anno) rispettivamente Verticale ed Orizzontale (Est–Ovest) ottenute dalla combinazione delle misure Ascending e Descending.

Dall'analisi delle misure di spostamento aggiornate a Giugno 2019 non si evidenziano variazioni significative di velocità media sui centri abitati di Gorgoglione e Stigliano rispetto a quanto misurato nel precedente rapporto [RD6].

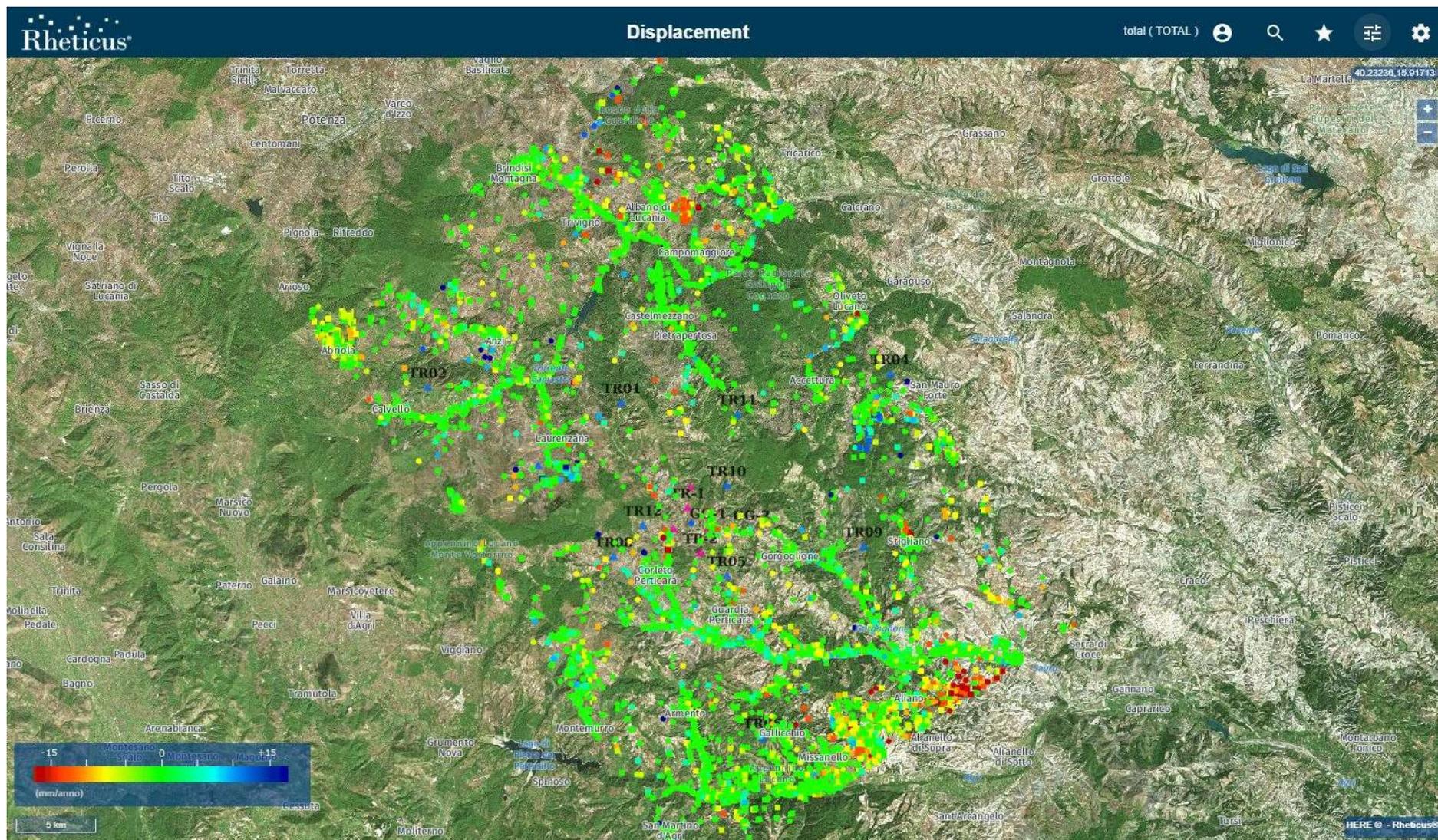


Figura 3: Mappa velocità media annua (mm/anno) lungo la LOS sul periodo esteso a Giugno 2019 e ottenuta dal processamento del dataset Sentinel-1 in orbita ascending.

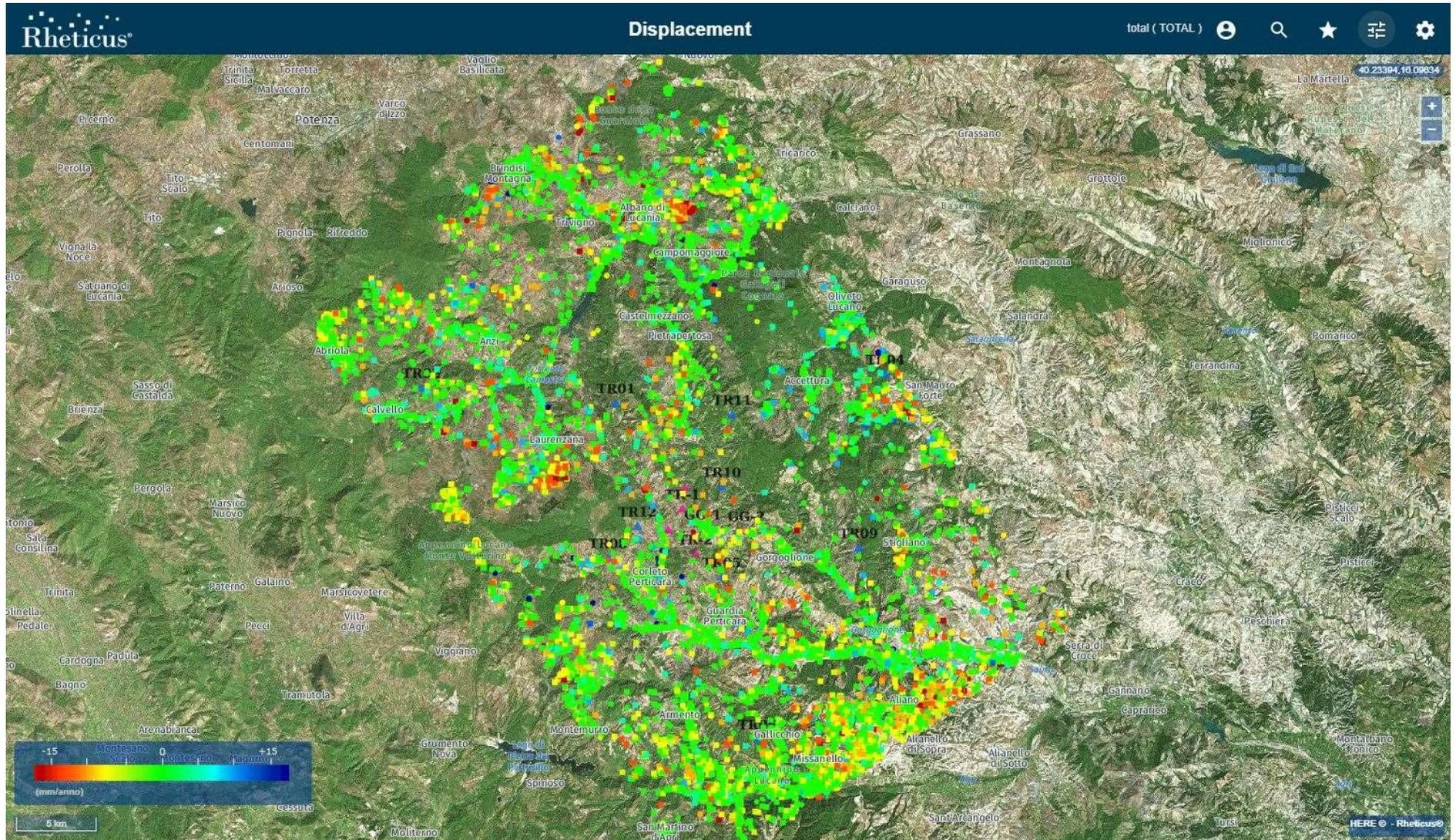


Figura 4: Mappa velocità media annua (mm/anno) lungo la LOS sul periodo esteso a Giugno 2019 e ottenuta dal processamento del dataset Sentinel-1 in orbita descending.

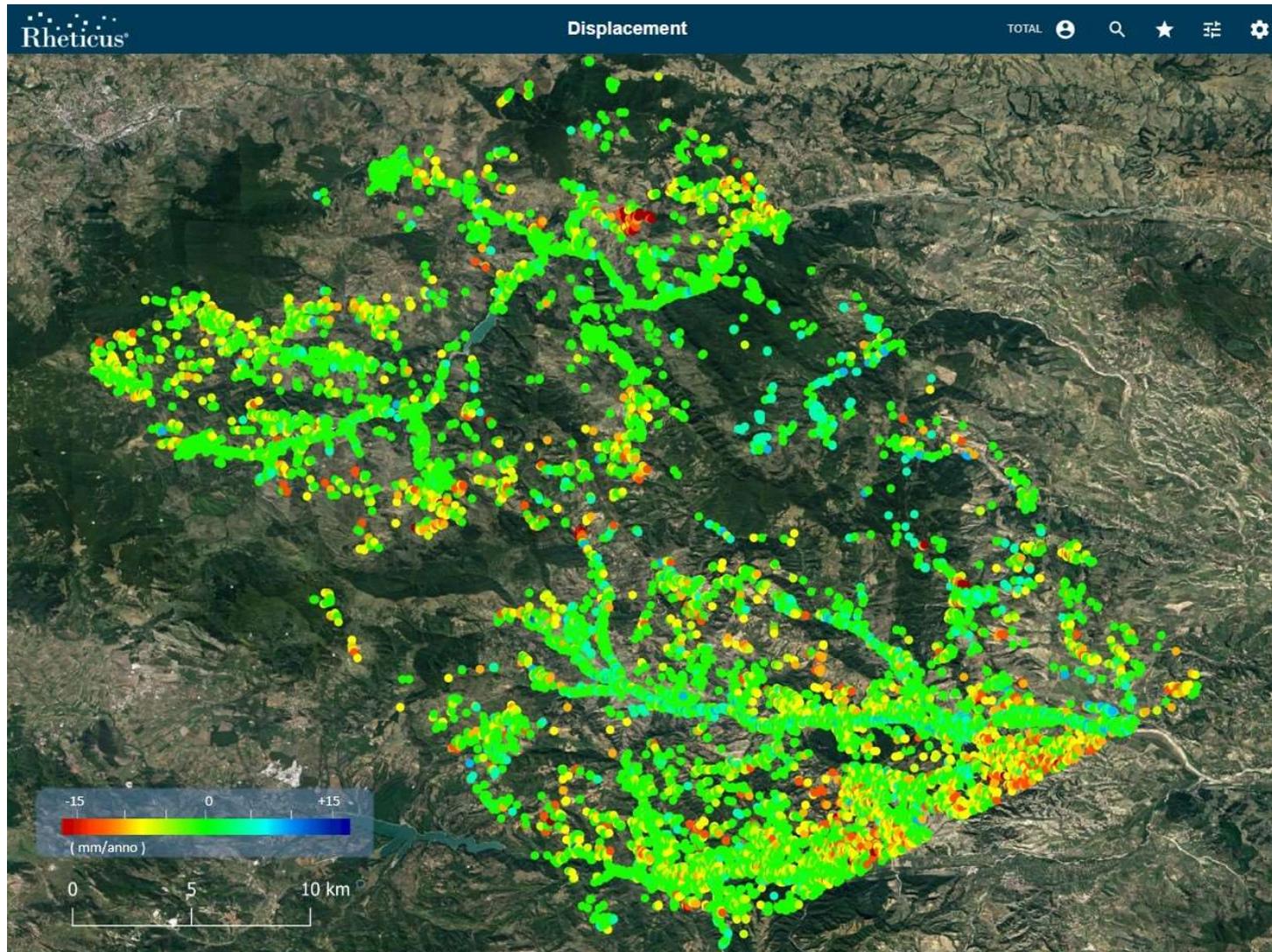


Figura 5: Mappa velocità media annua (mm/anno) lungo la direzione verticale sul periodo esteso a Giugno 2019 ottenuta dalla combinazione delle immagini Ascending e Descending acquisite dal satellite Sentinel-1.

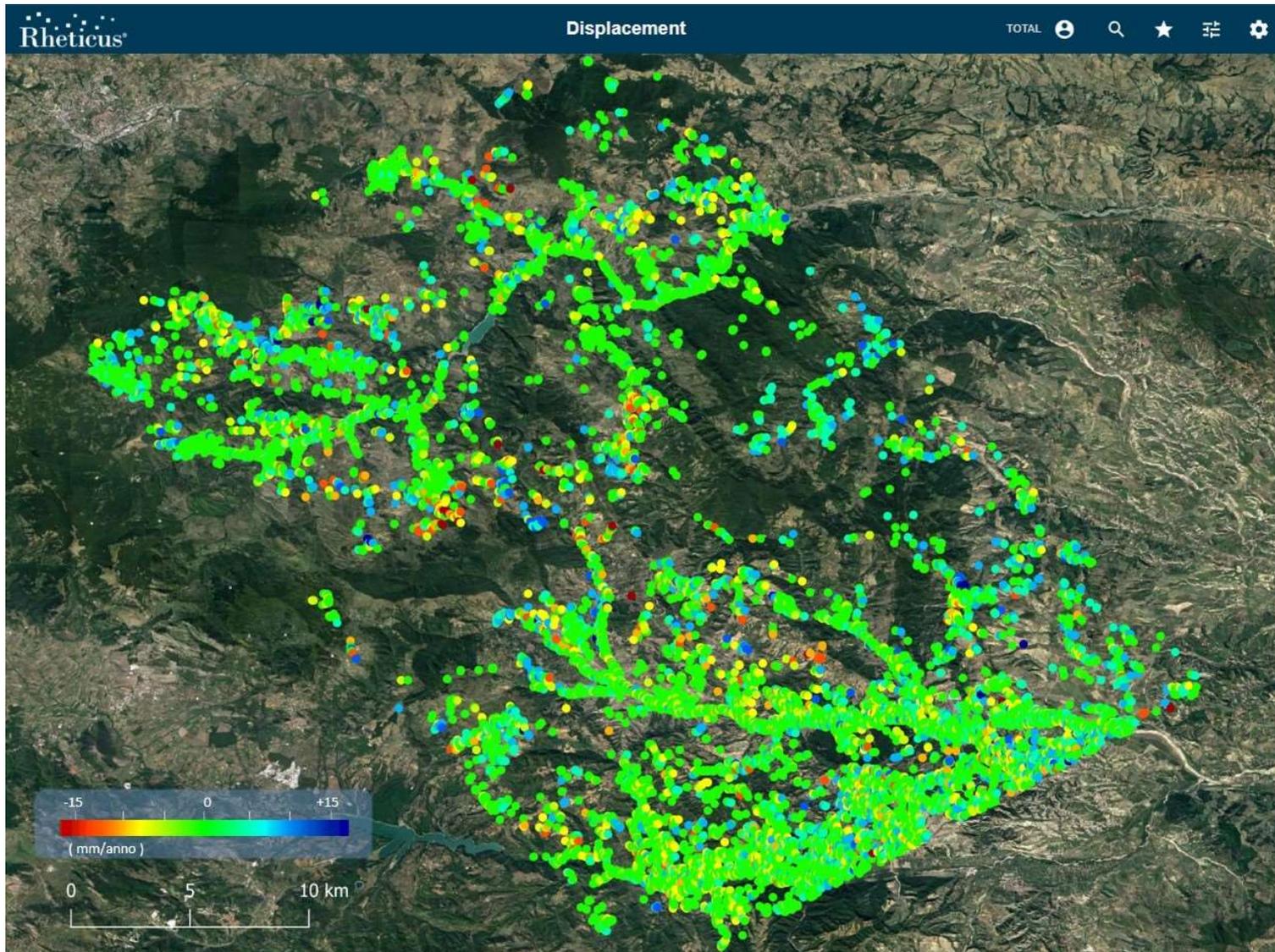


Figura 6: Mappa velocità media annua (mm/anno) in direzione Est(+) - Ovest(-) sul periodo esteso a Giugno 2019 ottenuta dalla combinazione delle immagini Ascending e Descending acquisite dal satellite Sentinel-1.

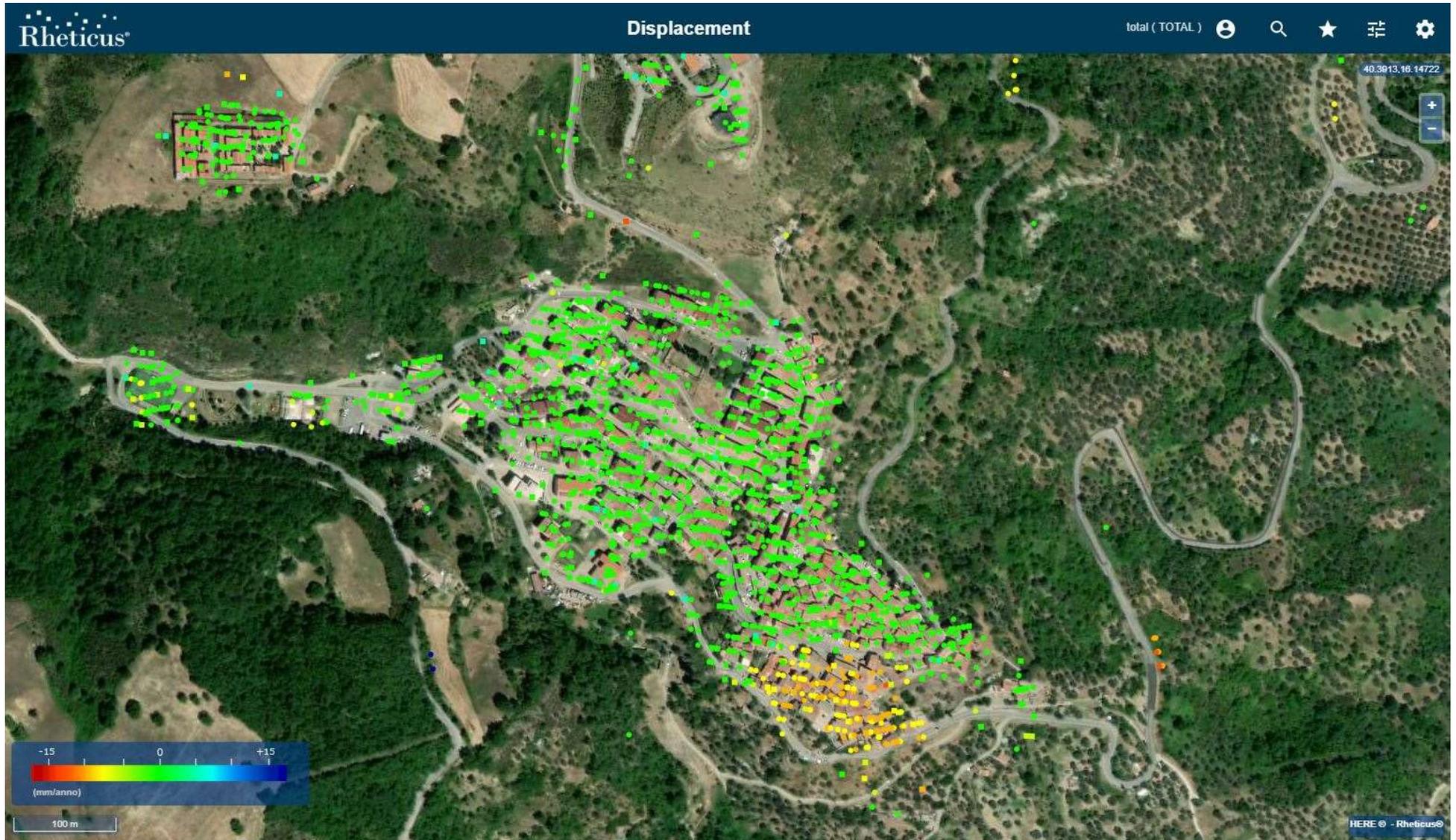


Figura 7: La mappa di velocità media (mm/anno) PS/DS sul centro abitato di Gorgoglione sul periodo esteso a Giugno 2019 non mostra variazioni significative rispetto al precedente rapporto [RD6].

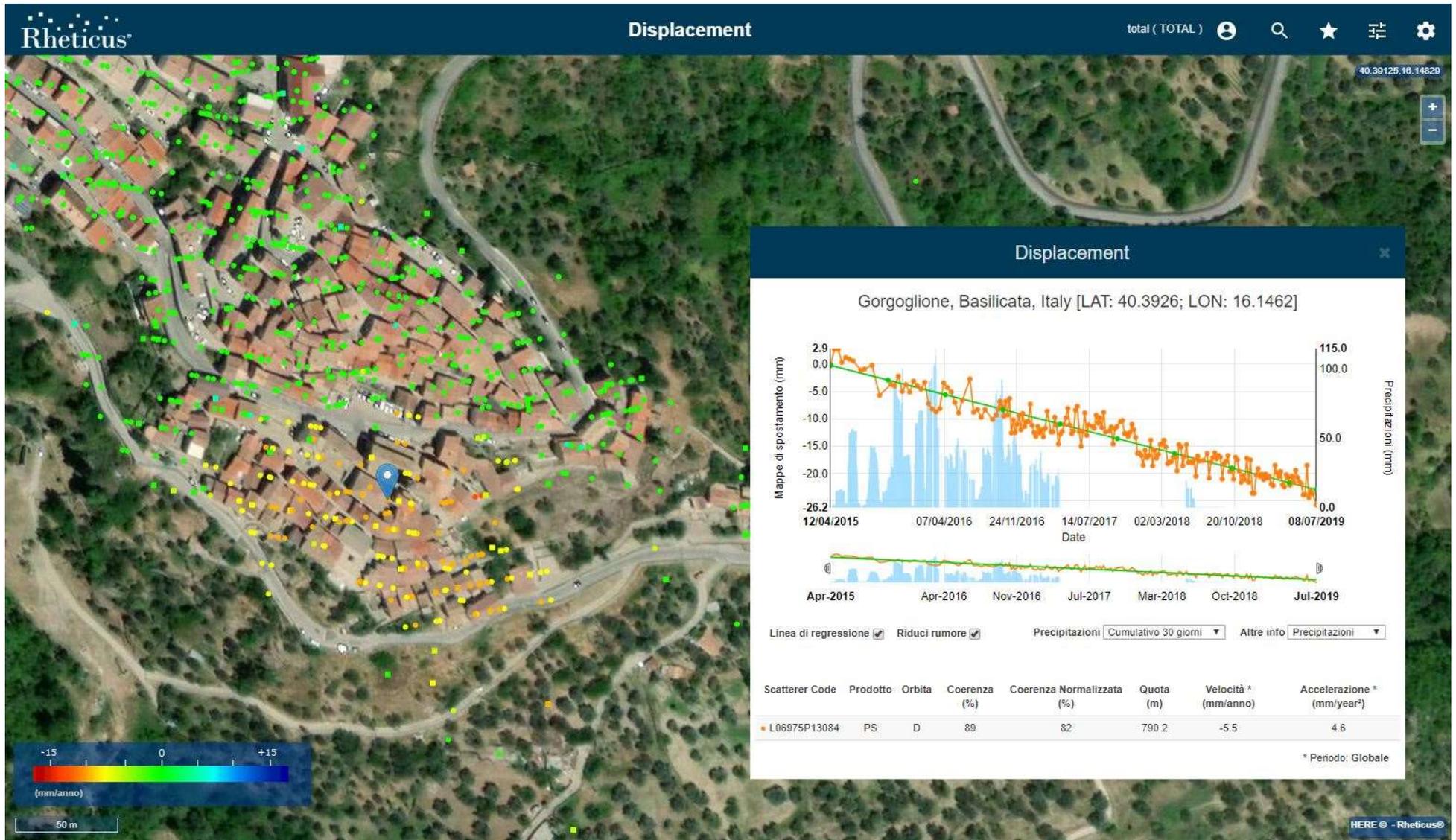


Figura 8: Serie temporale del PS (evidenziato dal puntatore blu nell'immagine) ad alta coerenza (0.89) situato al centro dell'area in movimento del centro abitato di Gorgoglione. La velocità media del PS sul periodo esteso a Giugno 2019 è pari a -5.5 mm/anno in linea con quanto misurato nel precedente rapporto [RD6].

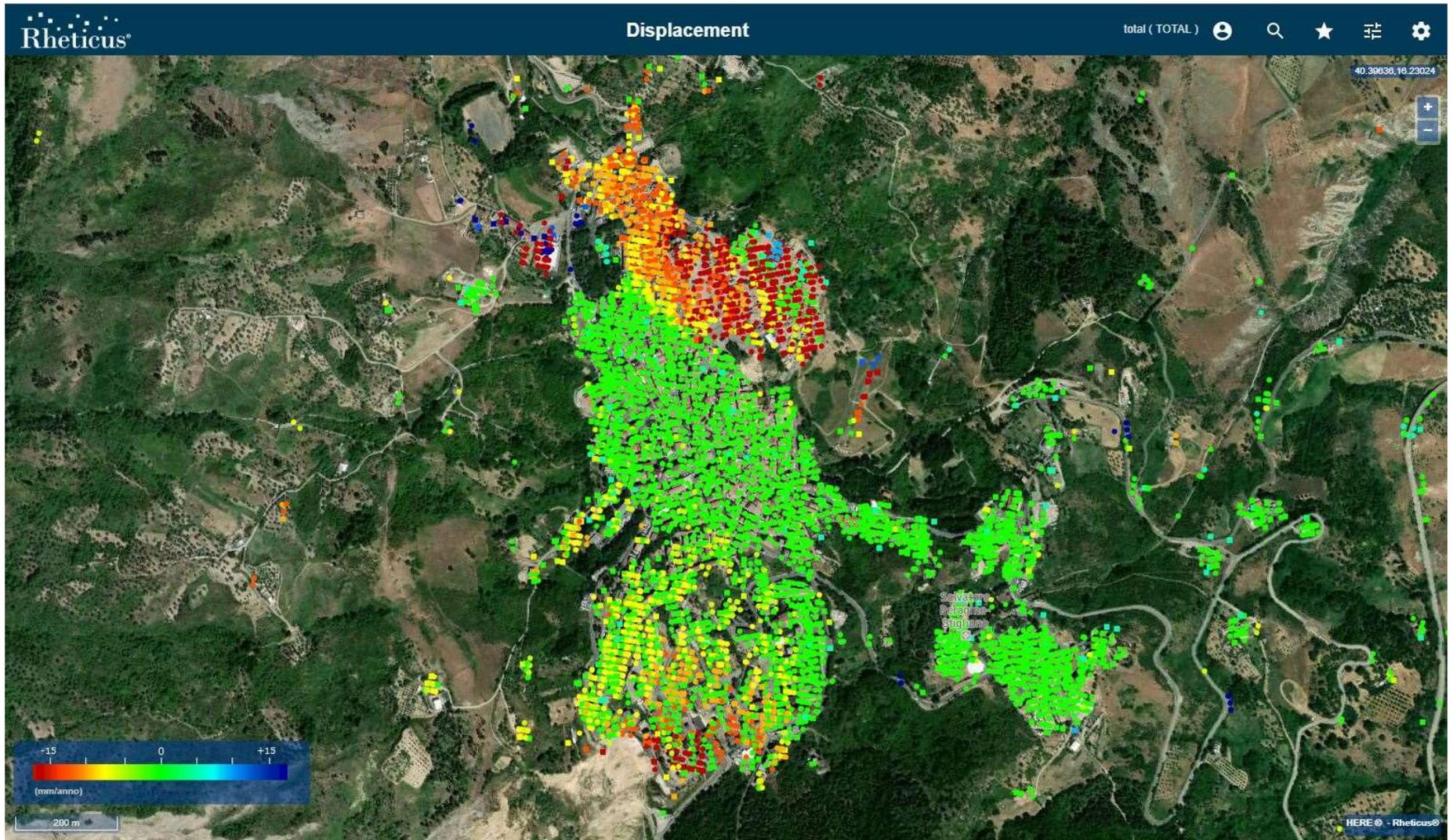


Figura 9: La mappa di velocità media (mm/anno) PS/DS sul centro abitato di Stigliano calcolata sul periodo esteso a Giugno 2019 non mostra variazioni significative rispetto al rapporto precedente [RD6].

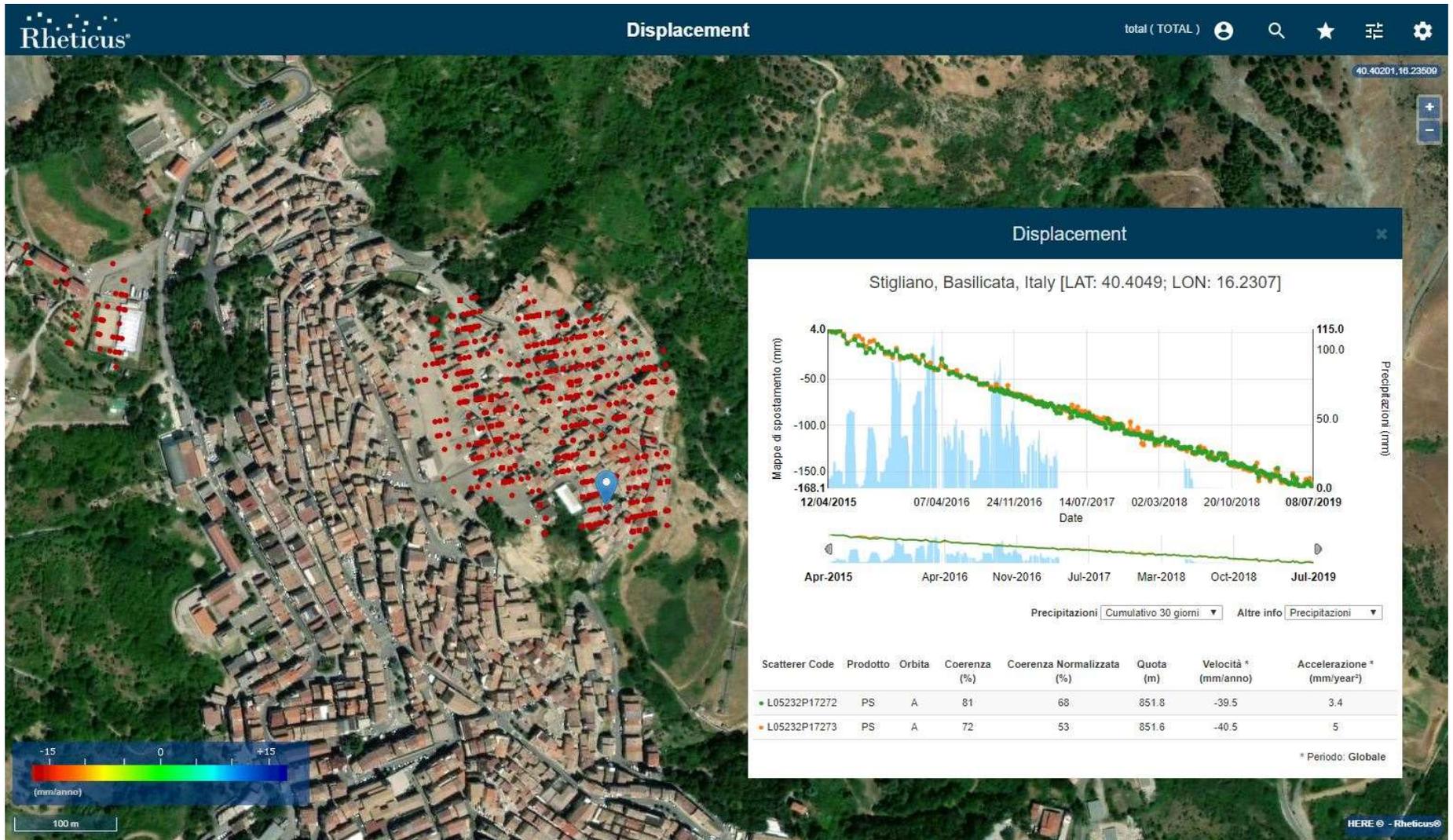


Figura 10: Visualizzazione dei soli PS/DS caratterizzati da una velocità media di abbassamento superiore a -20 mm/anno. Il grafico mostra le serie temporali di 2 PS (evidenziati dal puntatore blu nell'immagine) a più alta velocità situati nella zona Nord-Est del centro abitato di Stigliano caratterizzato da una velocità media in orbita Ascending pari a -40 mm/anno in linea con quanto misurato nel precedente rapporto [RD6].

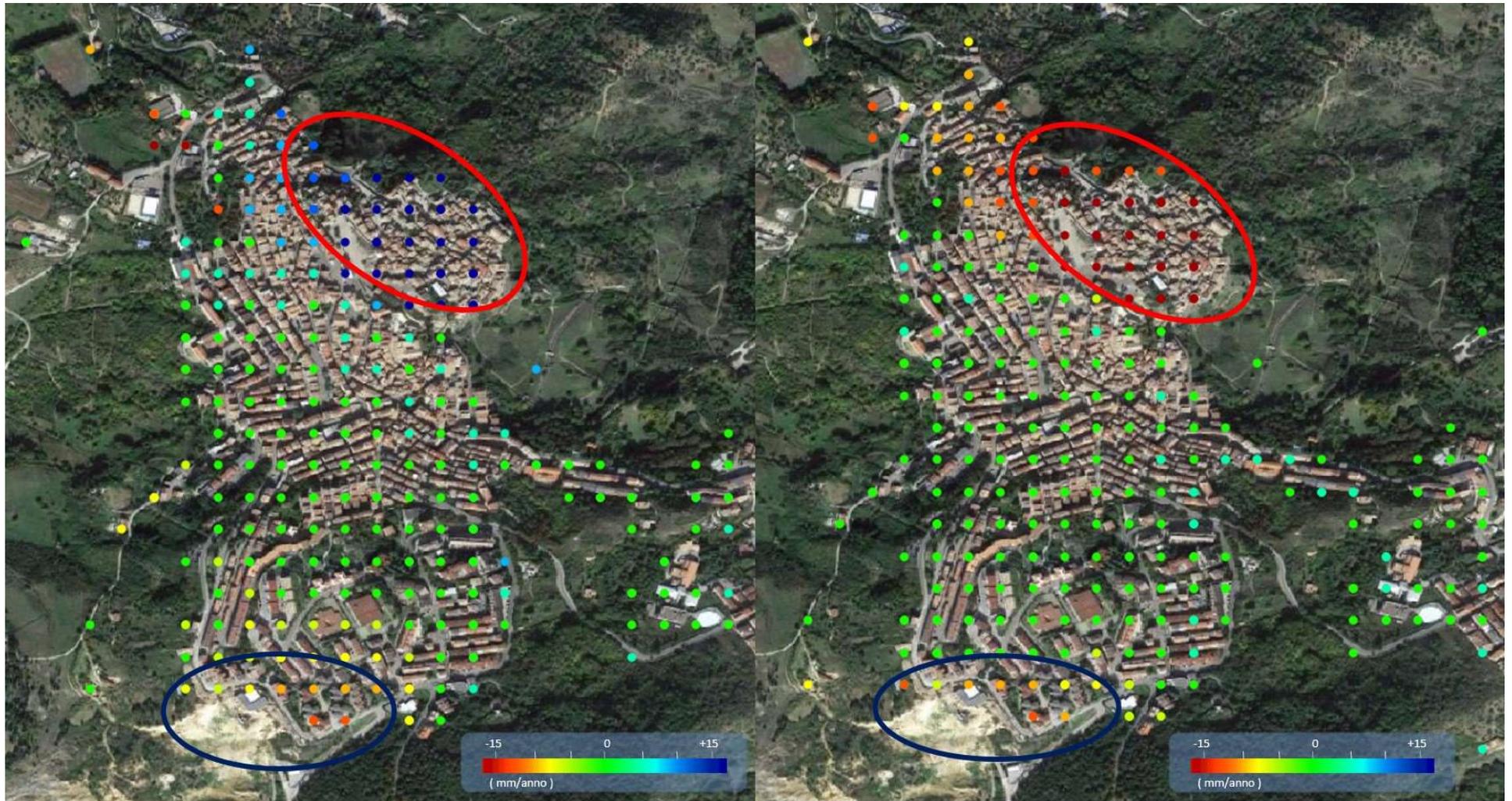


Figura 11: La mappa delle componenti di velocità media Est-Ovest (immagine di sinistra) e Verticale (immagine di destra) sul centro abitato di **Stigliano** calcolata sul periodo esteso a Dicembre 2018 non mostra variazioni significative rispetto al precedente rapporto [RD5]. Sulla zona nord (evidenziata dal poligono rosso nelle immagini) si evince una velocità media in direzione Est pari a 25 mm/anno e una componente di abbassamento verticale medio pari a -17 mm/anno mentre la zona sud-ovest (evidenziata dal poligono blu nelle immagini) presenta uno spostamento medio in direzione Ovest pari a -6 mm/anno fino ad un massimo di -12 mm/anno e una componente di abbassamento verticale pari a -6 mm/anno fino ad un massimo di -10 mm/anno in linea con quanto misurato nel precedente rapporto [RD5].

## 1.2 Dettaglio pozzi di produzione e centro oli

Nelle figure seguenti si riportano le mappe dei PS/DS tematizzati sulla base della velocità media calcolata sul periodo esteso a Giugno 2019 e misurata in mm/anno sulle zone di produzione e stoccaggio. Dall'analisi delle misure aggiornate non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD6].

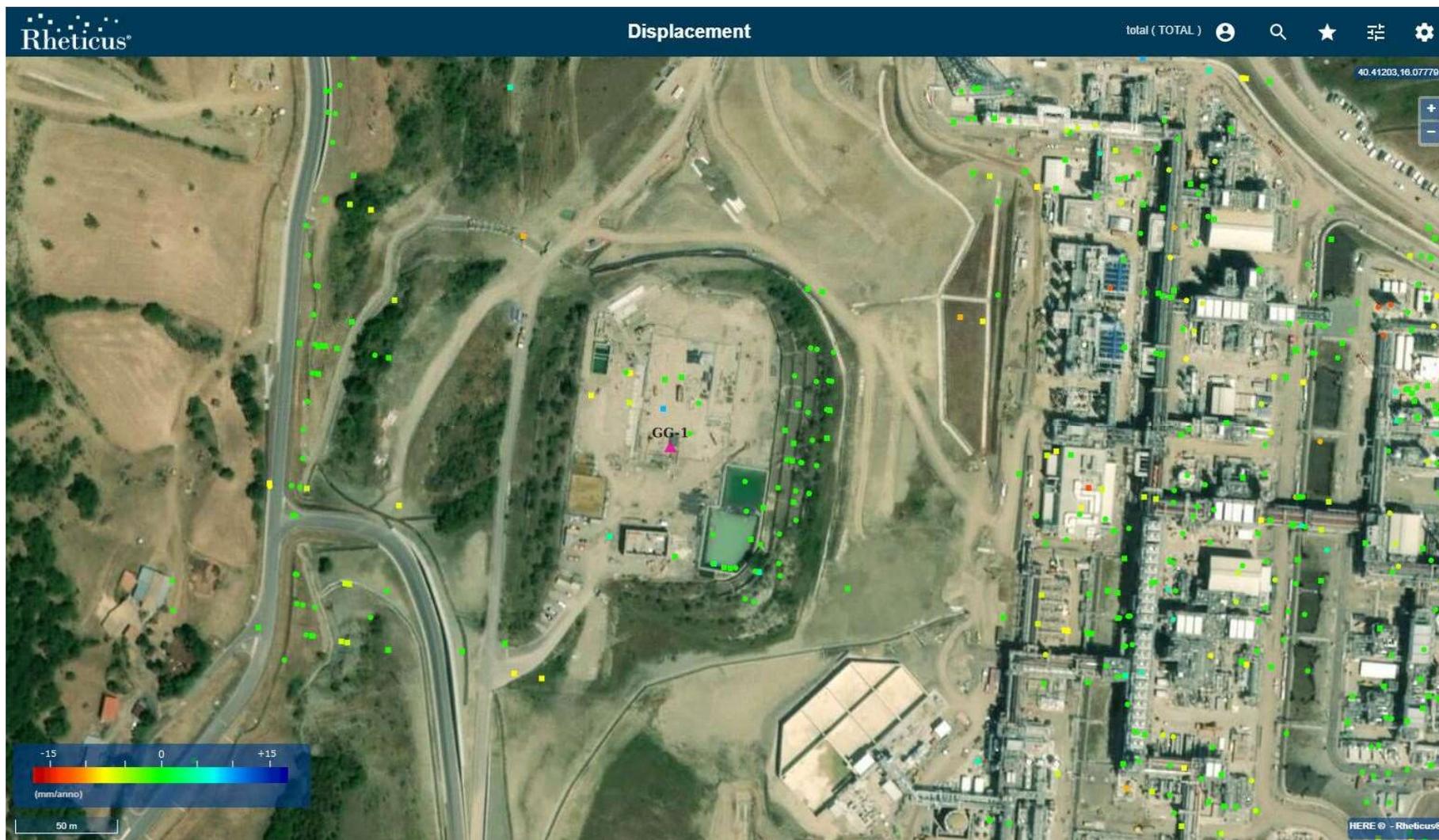


Figura 12: **Pozzo GG-1** (indicato dal triangolo fucsia) caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali, nel periodo esteso a Giugno 2019, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD6].



Figura 13: **Pozzo GG-2** (indicato dal triangolo fucsia) caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali, nel periodo esteso a Giugno 2019, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD6].



Figura 14: **Pozzo TE-1** (indicato dal triangolo fucsia) caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali nel periodo esteso a Giugno 2019, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD6]

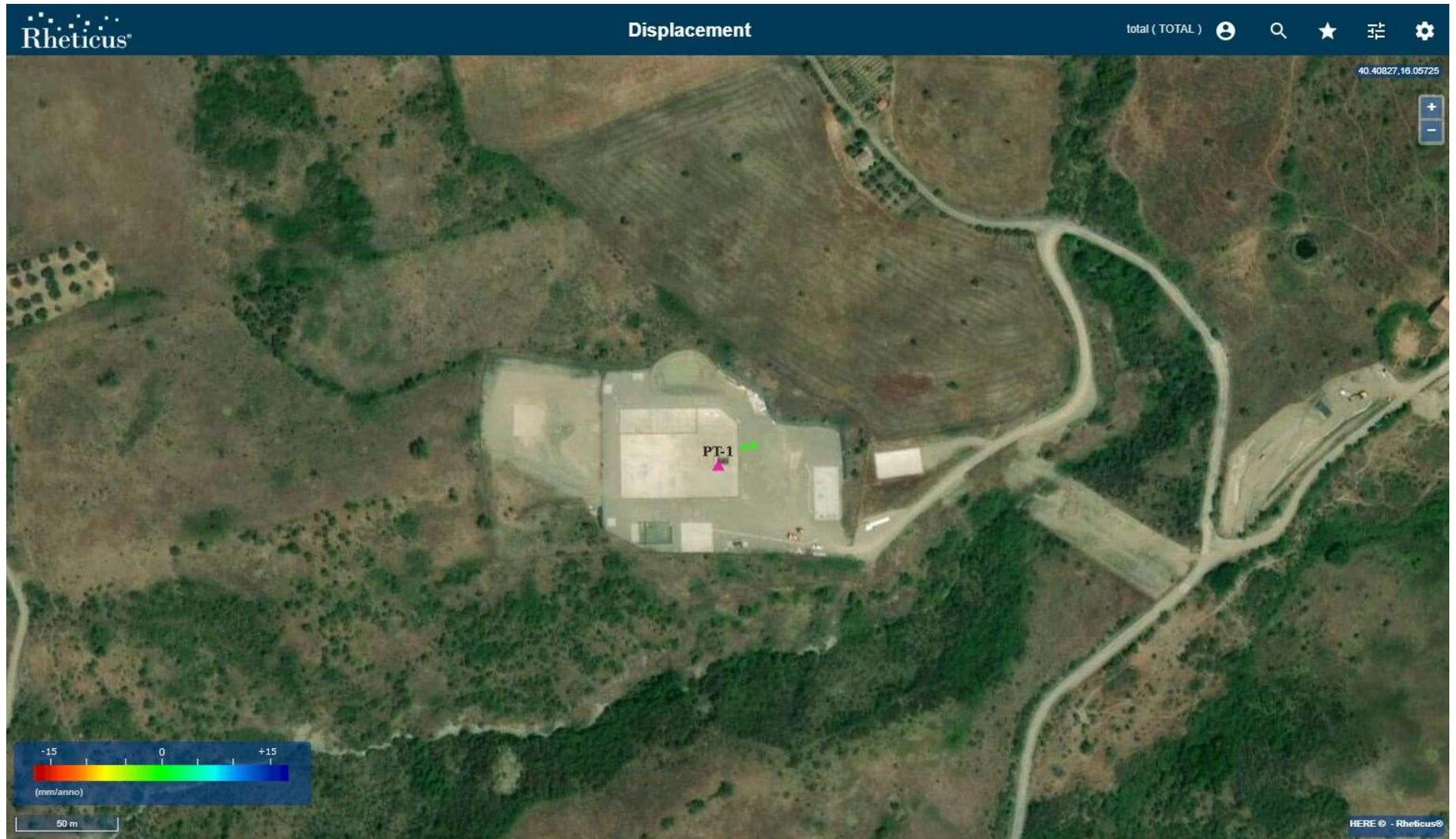


Figura 15: **Pozzo PT-1** (indicato dal triangolo fucsia) caratterizzato da una discreta copertura di PS e dai quali nel periodo esteso a Giugno 2019, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD6]

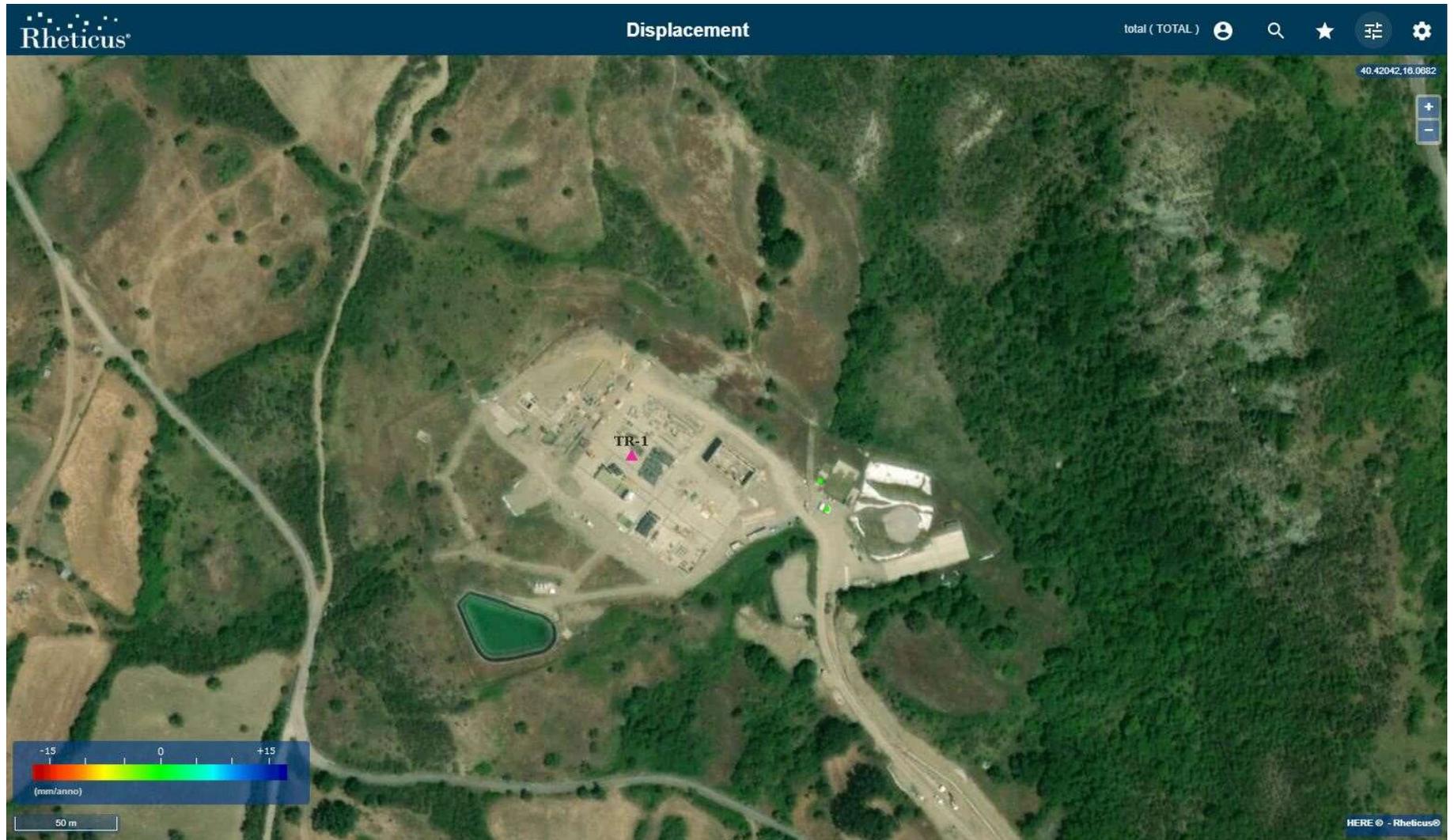


Figura 16: **Pozzo TR-1** (indicato dal triangolo fucsia) sulla cui piazzola solo stati individuati 2 PS dai quali, nel periodo esteso a Giugno 2019, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto .

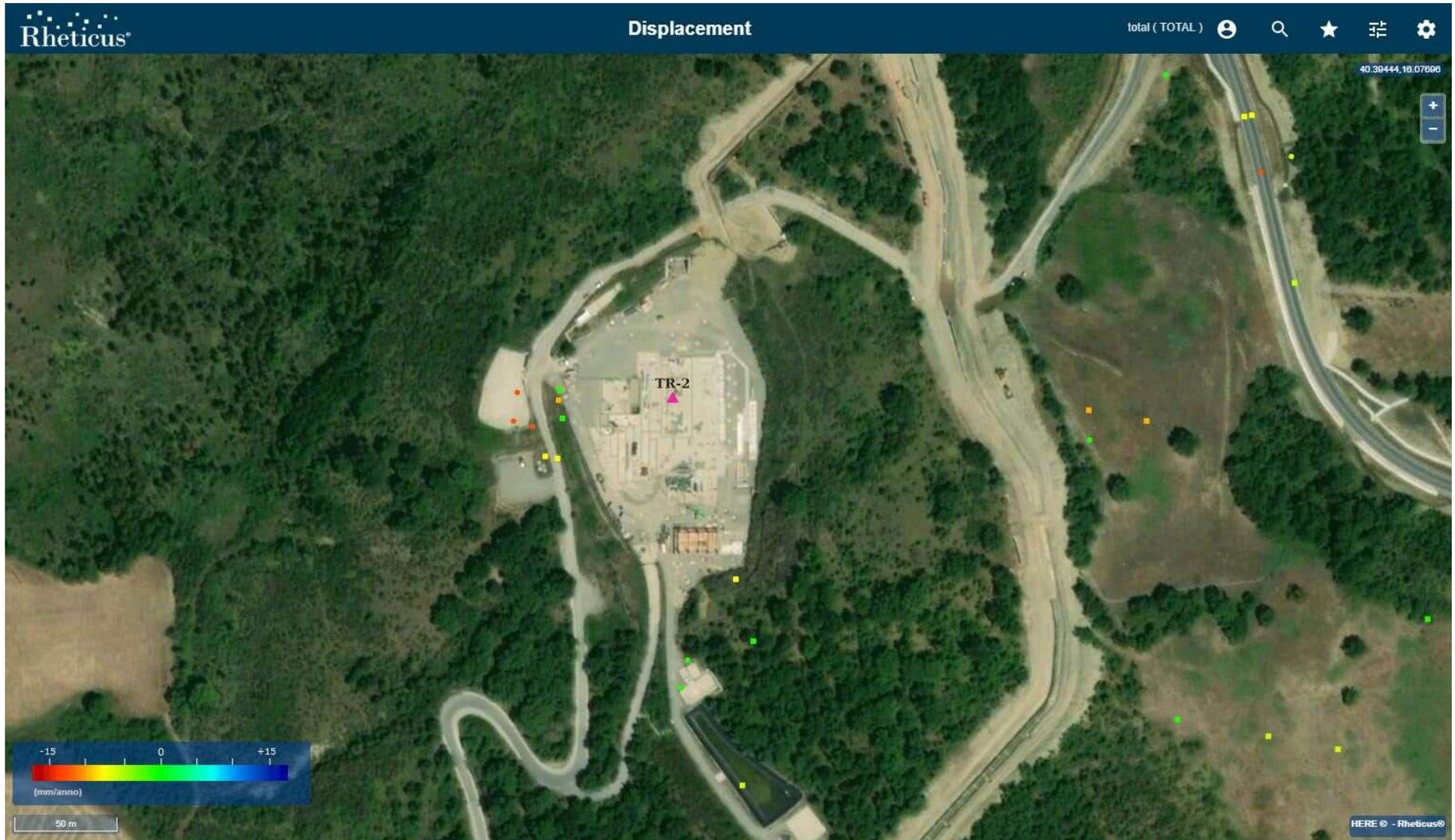


Figura 17: **Pozzo TR-2** dove dai PS presenti, nel periodo esteso a Giugno 2019, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD6].



Figura 18: **LPG Center** caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali nel periodo esteso a Giugno 2019, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD6]

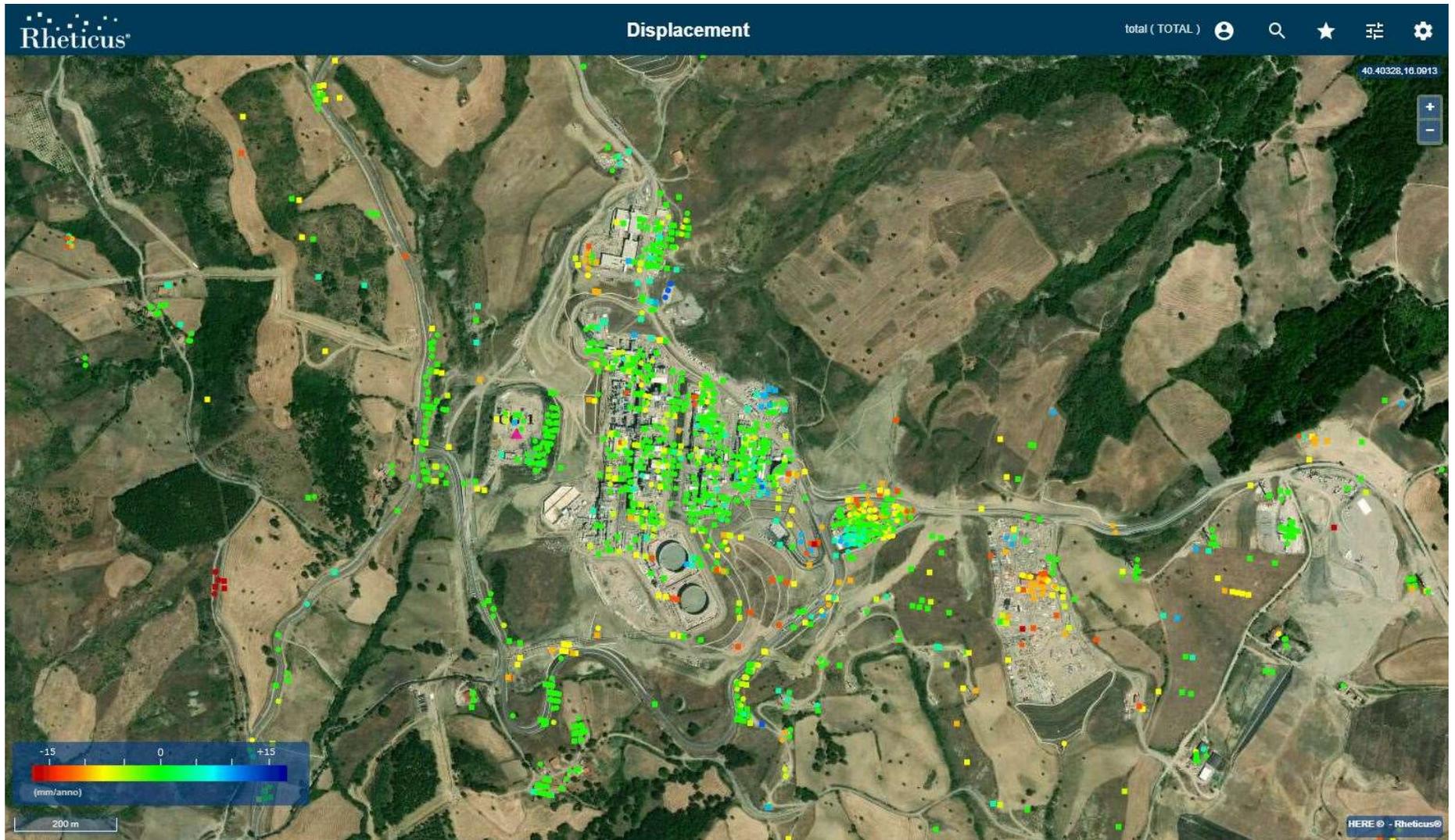


Figura 19: Oil Center caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali nel periodo esteso a Giugno 2019, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD6].

## 1.3 Dati consegnati

Unitamente alla presente Relazione Tecnica, sono stati prodotti i risultati dell'analisi interferometrica in formato shapefile contenuti all'interno della cartella pkb011-246-1.0\_Shapefile\_InSAR\_TOTAL\_Gorgoglione\_rapporto\_3.zip allegata alla presente relazione.

I dati sono forniti nel sistema di riferimento WGS84 (EPSG: 4326).

I risultati ottenuti, per ciascun dataset elaborato contengono le informazioni descritte di seguito.

- CODE [STRINGA]: Codice alfanumerico univoco che identifica il PS.
- LAT [gradi decimali], LON [gradi decimali]: Coordinate geografiche del PS espresse come latitudine e longitudine in [gradi decimali] (Sistema di riferimento WGS84 EPSG: 4326).
- UTM\_E [m], UTM\_N [m], UTM\_ZONE [-]: Coordinate UTM del PS espresse come Easting, Northing in [m] e [Zone] (Sistema di riferimento ETRS89 / TM33 EPSG:25833).
- H\_GEO [m]: quota del PS rispetto al geode di riferimento EGM-96 [m].
- H\_ELL [m]: quota del PS rispetto all'ellissoide WGS 84 impiegato come riferimento [m].
- H\_STDDEV [m]: deviazione standard associata alle stime H\_GEO ed H\_ELL [m].
- H\_AUX\_DEM (m): quota rispetto al DEM ausiliario.
- COH [-]: coerenza di lungo periodo del PS: valori tra 0 (minima coerenza) e 1 (massima coerenza).
- INC\_ANG [gradi]: angolo locale di incidenza, identificato come l'angolo compreso tra la linea di vista del satellite (o direzione di puntamento dal target al suolo verso il satellite) e la direzione zenitale locale.
- HEAD\_ANG [gradi]: angolo di heading, espresso come l'angolo compreso, nel piano orizzontale locale, tra la direzione Est e la proiezione sul piano della linea di vista del satellite; esso è misurato in senso orario a partire dalla direzione Est.
- V\_LOS [mm/anno]: velocità media di spostamento del PS [mm/anno] con riferimento all'intero periodo di osservazione. La velocità stimata risulta proiettata lungo la linea di vista del satellite.
- V\_LOS\_STD [mm/anno]: deviazione standard associata alla stima di V\_LOS.
- VEL\_E [mm/anno]: velocità media di spostamento orizzontale est-ovest del PS [mm/anno] con riferimento all'intero periodo di osservazione.
- VEL\_E\_STD: deviazione standard associata alla stima di V\_LOS.
- VEL\_UP [mm/anno]: velocità media di spostamento verticale del PS [mm/anno] con riferimento all'intero periodo di osservazione.
- VEL\_UP\_STD: deviazione standard associata alla stima di V\_UP.
- DL<AAAAMMGG> [mm]: valore di spostamento del PS/DS stimato con riferimento alla acquisizione dell'anno <AAAA>, mese <MM> e giorno <GG>. Lo spostamento indicato si intende cumulato rispetto alla prima data di acquisizione e risulta proiettato lungo la linea di vista del satellite.

Si osserva inoltre che:

Gli spostamenti dei PS sono relativi alla posizione del satellite: valori positivi indicano punti in avvicinamento alla posizione del satellite mentre valori negativi indicano punti in allontanamento dalla posizione del satellite.

## 1.4 Aggiornamento dell'analisi di qualità della risposta di fase interferometrica (Sentinel-1) dei Corner Reflector installati sul sito di Gorgoglione

Total ha installato 11 Corner Reflector nel periodo agosto-settembre 2018 sui punti di maggior interesse, le cui coordinate sono riportate in Figura 20.

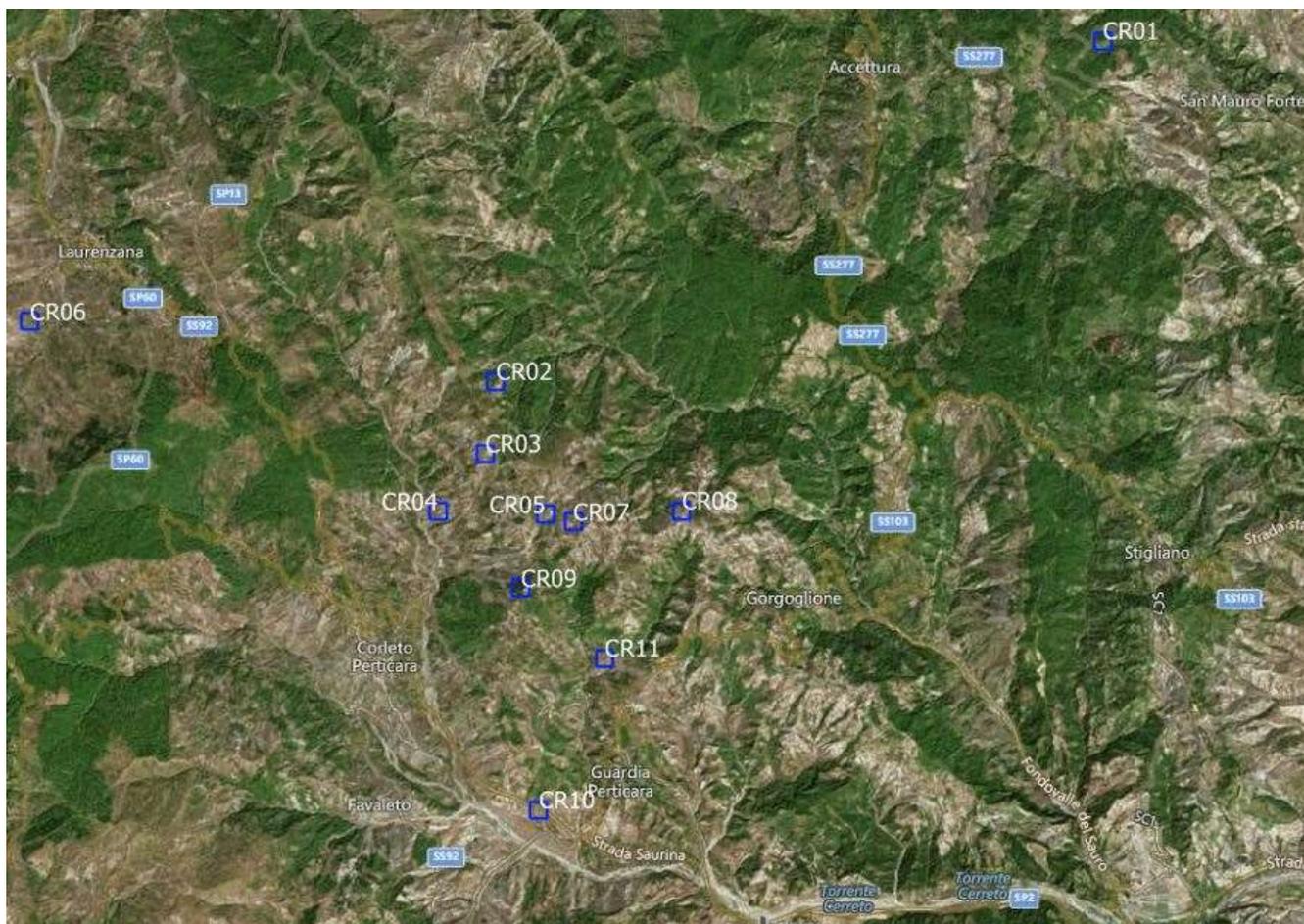


Figura 20: Mappa di distribuzione degli 11 Corner Reflector.

In questo paragrafo sono riportati i risultati dell'analisi di fase e di ampiezza di tutti i CR aggiornati a giugno 2019 le cui installazioni sono state completate a settembre 2018. A seguito delle installazioni, durante il periodo coperto dai primi 3 rapporti sono state effettuate delle attività di calibrazione e modifica dell'orientamento dei CR pertanto in questo terzo rapporto i CR sono stati analizzati in maniera separata rispetto ai PS/DS attraverso la stessa procedura di analisi del dato di ampiezza e fase descritta nel precedente rapporto [RD6] a cui si rimanda per una descrizione approfondita della metodologia. Per poter integrare i CR installati ai PS e DS già misurati sull'area bisognerà attendere il processamento di ulteriori immagini i cui risultati saranno contenuti all'interno del prossimo rapporto semestrale.

Il risultato aggiornato della risposta in ampiezza è sintetizzato nella Tabella 3 seguente, mentre tutti i dettagli sulle immagini prodotte sono disponibili in Allegato B – Dettagli e grafici a supporto dell'analisi dei CR.

Tabella 3: Valutazione risposta radiometrica dei CR pre/post installazione in orbita Ascending e Descending

Corner Reflector ID	Risposta radiometrica Pre-Installazione (Ascending)	Risposta radiometrica Post-Installazione (Ascending)	Risposta radiometrica Pre-Installazione (Descending)	Risposta radiometrica Post-Installazione (Descending)
CR01	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR02	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR03	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR04	Bassa	Variabile	Bassa	Variabile
CR05	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR06	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR07	Bassa	Medio-Elevata	Bassa	Variabile
CR08	Bassa	Elevata	Bassa	Variabile
CR09	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR10	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR11	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata

L'analisi aggiornata della risposta in ampiezza pre-post installazione ha permesso di confermare una buona risposta in ampiezza su tutti i Corner Reflectors ad eccezione dei corner CR04, CR07 e CR08, per i quali è stata misurata una variabilità della risposta in ampiezza sintomo della presenza di rumore di misura specie nelle misure più recenti. Tali andamenti verranno verificati nel prossimo rapporto a valle dell'analisi delle nuove immagini che verranno acquisite nel semestre Giugno – Dicembre 2019. Il dettaglio con l'andamento nel tempo della risposta in ampiezza per tutti i CR è rappresentato dalle serie temporali di Sigma0 riportate in Allegato B – Dettagli e grafici a supporto dell'analisi dei CR.

Il risultato dell'aggiornamento dell'analisi della fase interferometrica è sintetizzato nella tabella seguente, mentre tutti i dettagli sulle immagini prodotte sono disponibili in Allegato B – Dettagli e grafici a supporto dell'analisi dei CR.

Tabella 4.: Valutazione di coerenza e fase interferometrica sui CR in orbita Ascending e Descending

Corner Reflector ID	Risposta della coerenza Pre-Installazione (Ascending)	Risposta della coerenza Post-Installazione (Ascending)	Risposta della coerenza Pre-Installazione (Descending)	Risposta della coerenza Post-Installazione (Descending)	Valutazione della risposta di fase interferometrica (Ascending)	Valutazione della risposta di fase interferometrica (Descending)
CR01	Bassa	Medio-Bassa	Bassa	Medio-Elevata	Al momento non ottimale sul passaggio Ascending.	Buona (a partire dalle misure più recenti)
CR02	Bassa	Medio - elevata	Bassa	Elevata	Sufficiente	Buona
CR03	Bassa	Elevata	Bassa	Molto Elevata	Buona	Buona
CR04	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Misure rumorose	Misure rumorose
CR05	Bassa	Molto elevata	Bassa	Molto elevata	Ottima	Ottima
CR06	Bassa	Medio-Bassa	Bassa	Elevata	Al momento non ottimale sul passaggio Ascending.	Buona
CR07	Bassa	Elevata	Bassa	Medio-Bassa	Buona (ultime misure rumorose)	Misure rumorose (a partire dalle misure più recenti)
CR08	Bassa	Medio-Bassa	Bassa	Medio-Elevata	Al momento non risulta ottimale sul passaggio Ascending.	Sufficiente
CR09	Bassa	Elevata	Bassa	Medio-elevata	Buona	Sufficiente
CR10	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata	Ottima	Ottima
CR11	Bassa	Elevata	Bassa	Medio-Elevata	Buona	Buona (a partire dalle misure più recenti)

Dall'analisi della risposta di fase aggiornata sono risultati due casi di installazioni eccellenti, rappresentati dai corner reflectors CR05 e CR10, per i quali sia l'analisi della risposta radiometrica sia l'analisi della risposta di fase interferometrica risultano ottime.

Dall'analisi di fase aggiornata si evince la presenza di misure rumorose sui corner CR04 per entrambe le geometrie e CR07 principalmente per la geometria descending.

Per quanto riguarda i corner CR01, CR06 e CR08 in orbita ascending è stata misurata una coerenza inferiore rispetto alla coerenza media misurata in corrispondenza dei corner caratterizzati da una buona risposta di fase.

A valle della valutazione aggiornata della risposta di ampiezza e fase si evince che per i corner CR01, CR04, CR06, CR07 e CR08 bisognerà attendere l'acquisizione di ulteriori immagini che consentiranno di affinare ulteriormente le analisi statistiche di qualità ai fini della valutazione delle risposte di ampiezza e fase.

## 1.5 Confronto misure GNSS-InSAR

Total ha installato 3 stazioni permanenti GNSS all'interno dell'area monitorata in corrispondenza dei 3 Corner Reflectors CR01, CR06 e CR11 e nella tabella seguente sono riportate le coordinate delle relative stazioni nel sistema di coordinate UTM33 - ETRF2000 (EPSG6708).

NOME STAZIONE GNSS (CR)	EST (m)	NORD(m)	QUOTA ELL.(m)
GNSS01 (CR01)	603012.483	4483620.836	661.499
GNSS02 (CR11)	592964.418	4470868.530	757.948
GNSS03 (CR06)	581091.006	4477610.262	896.278

In Figura 21 è riportata la distribuzione spaziale delle stazioni permanenti GNSS.

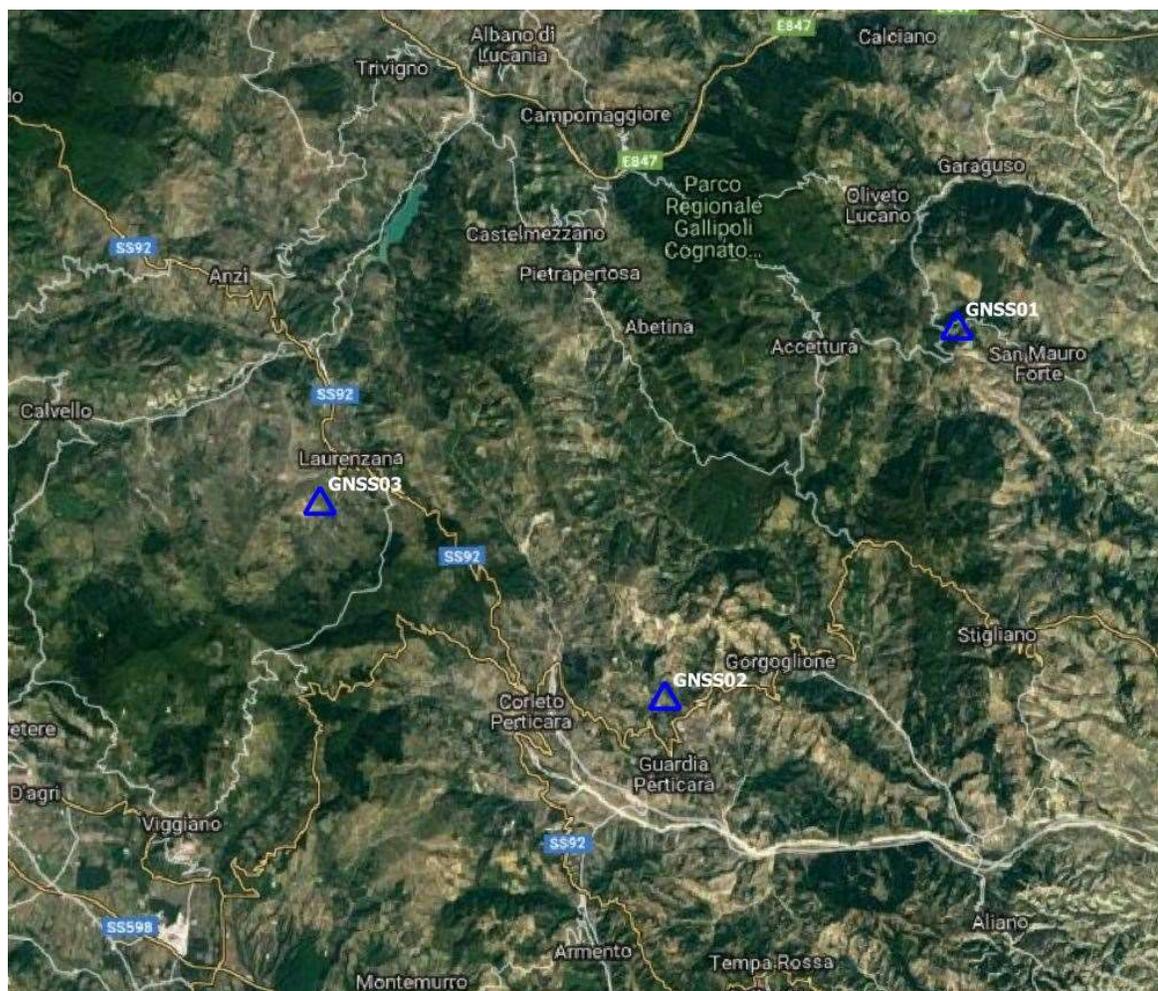


Figura 21: mappa di distribuzione delle stazioni permanenti GNSS (triangoli blu in figura).

Per tali corner (CR01,CR06,CR11) sono disponibili misurazioni GNSS riportate rispettivamente in Figura 24, Figura 25, e Figura 26 contenenti i grafici di spostamento misurati dal 26 settembre 2018 al 31 Agosto 2019 nelle direzioni verticale, Est-Ovest e Nord-Sud ed è stato possibile dunque effettuare dei raffronti tra le misure SAR e le misure GNSS.

Il confronto delle misure SAR con le misure GNSS richiede particolare attenzione per via della particolare geometria di acquisizione del SAR (geometria side-looking).

Si ricorda dalla teoria SAR che le misure di spostamento interferometriche risultano proiettate lungo la linea di vista del satellite. In particolare, valori positivi degli spostamenti indicano punti in avvicinamento al satellite mentre valori negativi indicano punti in allontanamento dal satellite. Nel caso dei data-set ascendenti il satellite osserva la scena da Sud-Ovest verso Nord-Est mentre

nel caso dei data-set discendenti il satellite osserva la scena da Sud-Est verso Nord-Ovest. Ne deriva che nel caso di spostamenti perfettamente verticali entrambe le geometrie di acquisizione misurano lo stesso segno di velocità, mentre nel caso di spostamenti affetti anche da componenti orizzontali, le due geometrie di acquisizione possono registrare velocità di spostamento di segno opposto. Maggiori dettagli sono forniti nelle due figure seguenti.

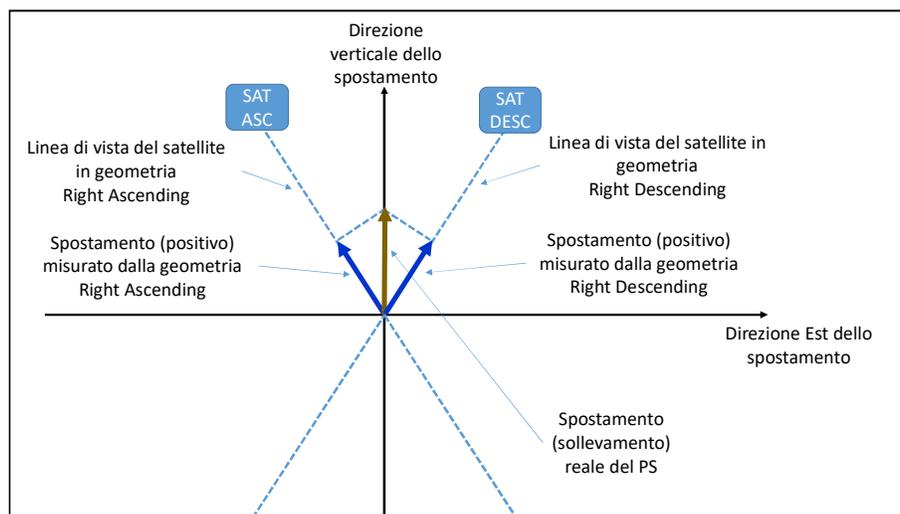
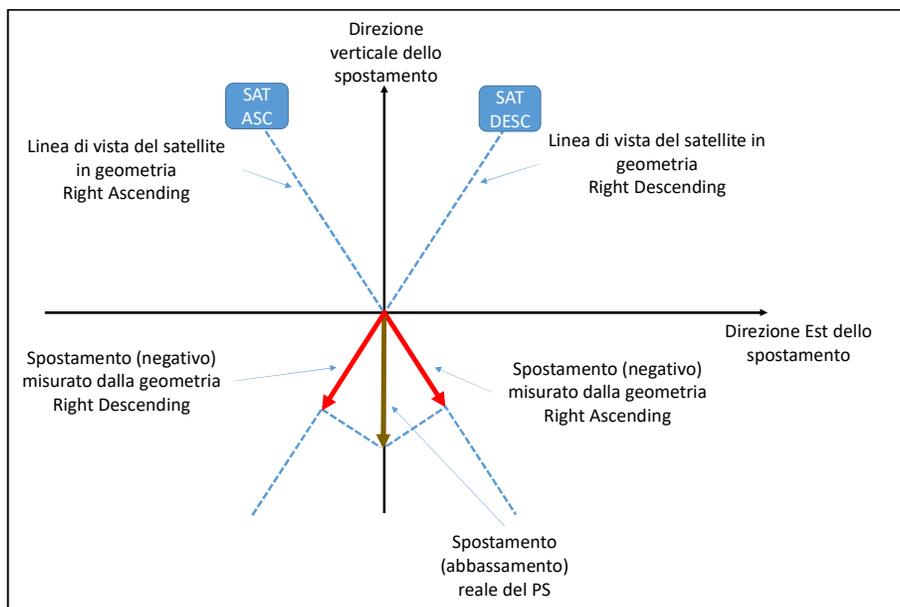


Figura 22: In alto: esempio di abbassamento verticale del terreno rappresentato dal vettore di colore marrone. I vettori di colore rosso rappresentano la proiezione dello spostamento reale sulle direzioni di vista dei satelliti in geometria ascendente e discendente. Si osserva che l'abbassamento si traduce in un allontanamento del PS dal satellite sia nella geometria ascendente sia nella geometria discendente e pertanto le misure di spostamento risultano entrambe con velocità negativa (vettori di colore rosso). Nel caso della figura in basso si ha un sollevamento e la situazione si inverte, poiché entrambe le geometrie misurano spostamenti con velocità positive (vettori di colore blu).

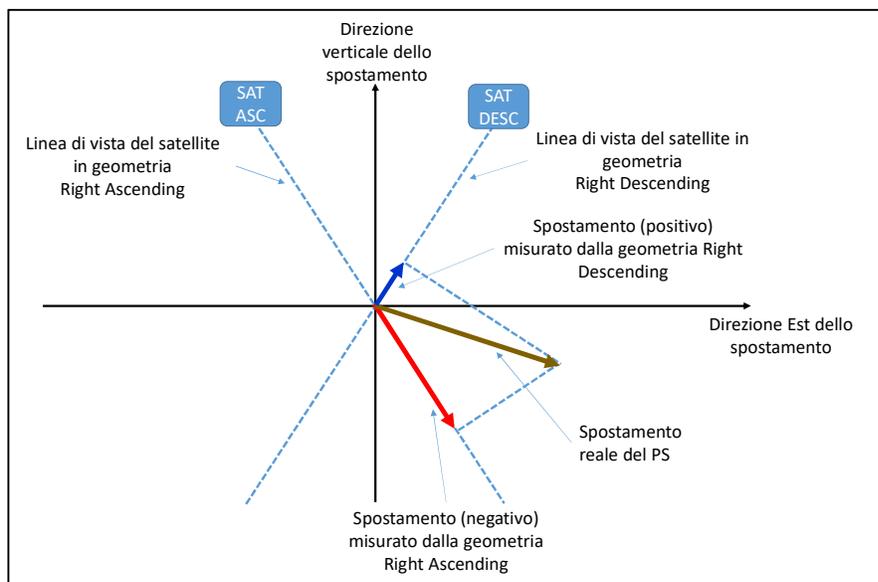


Figura 23: esempio di spostamento del terreno (vettore di colore marrone) con presenza di una componente orizzontale oltre che verticale. Il vettore di colore rosso rappresenta la proiezione dello spostamento lungo la direzione di vista della geometria ascendente. Il colore rosso indica uno spostamento negativo ossia in allontanamento dal satellite. Al contrario, il vettore di colore blu rappresenta la proiezione dello spostamento lungo la direzione di vista della geometria discendente e indica uno spostamento positivo, ossia in avvicinamento al satellite.

Le considerazioni espone sopra assieme ai relativi grafici esplicativi ci permettono di effettuare delle prime analisi di raffronto qualitativo tra dati SAR e dati GNSS espone brevemente qui di seguito. Di seguito sono riportati i risultati del confronto tra le misure interferometriche sui CR e le misure GNSS.

In accordo con le serie temporali illustrate in Allegato B – Dettagli e grafici a supporto dell'analisi dei CR si osservano, per entrambi i passaggi (ascendente e discendente) di CR01, delle serie di spostamento a pendenza positiva (ossia con velocità positiva). Questa circostanza, per quanto illustrato in precedenza è indice di presenza di movimenti di sollevamento (ossia movimenti verticali positivi).

Quanto osservato appare, in via del tutto qualitativa, in buon accordo con le misure GNSS disponibili per CR01 nel medesimo periodo di osservazione, laddove, come evidenziato nella figura seguente, la componente di spostamento Z misurata evidenzia anch'essa uno spiccato movimento di sollevamento.

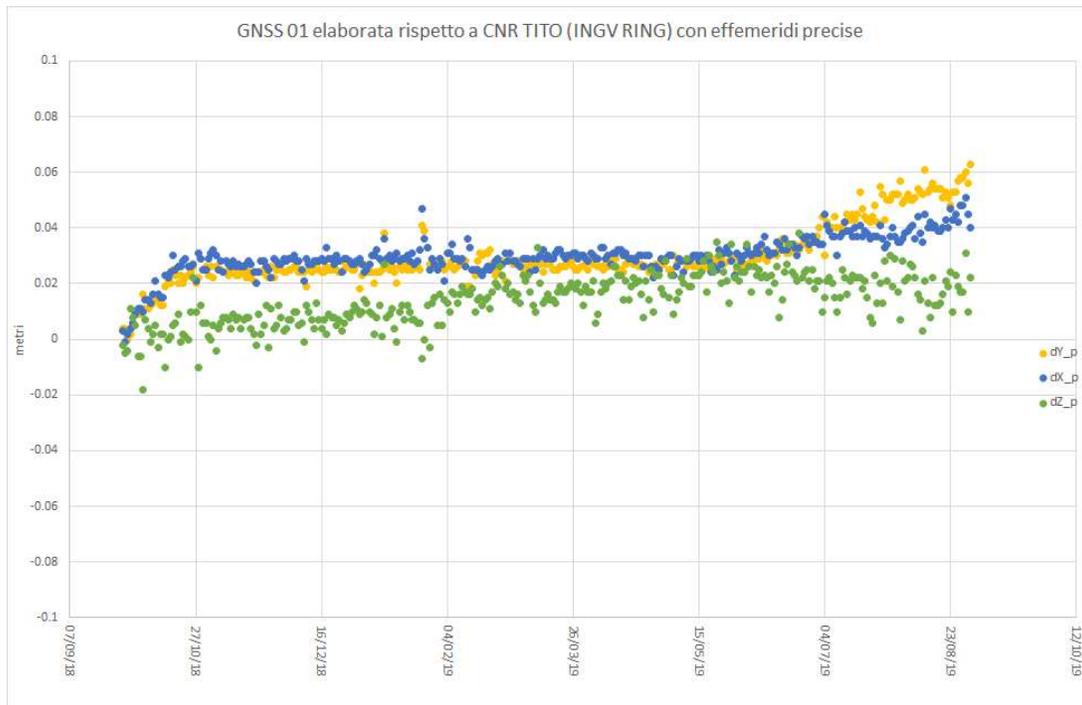


Figura 24: Misure GNSS disponibili su CR01.

Nel caso del corner reflector CR06, le misure di spostamento SAR, se pur rumorose soprattutto per la componente ascending, registrano una velocità positiva in direzione ascendente ed una velocità leggermente positiva per la vista discendente. La composizione vettoriale di queste due informazioni porta ad avere una risultante con una componente di sollevamento verticale e una componente di spostamento orizzontale verso Ovest.

Anche in questo caso, quanto osservato appare, in via del tutto qualitativa, in buon accordo con le misure GNSS disponibili per CR06 nel medesimo periodo di osservazione, laddove, come evidenziato nella figura seguente, la componente di spostamento Z misurata evidenzia uno spostamento positivo ossia un movimento di sollevamento.

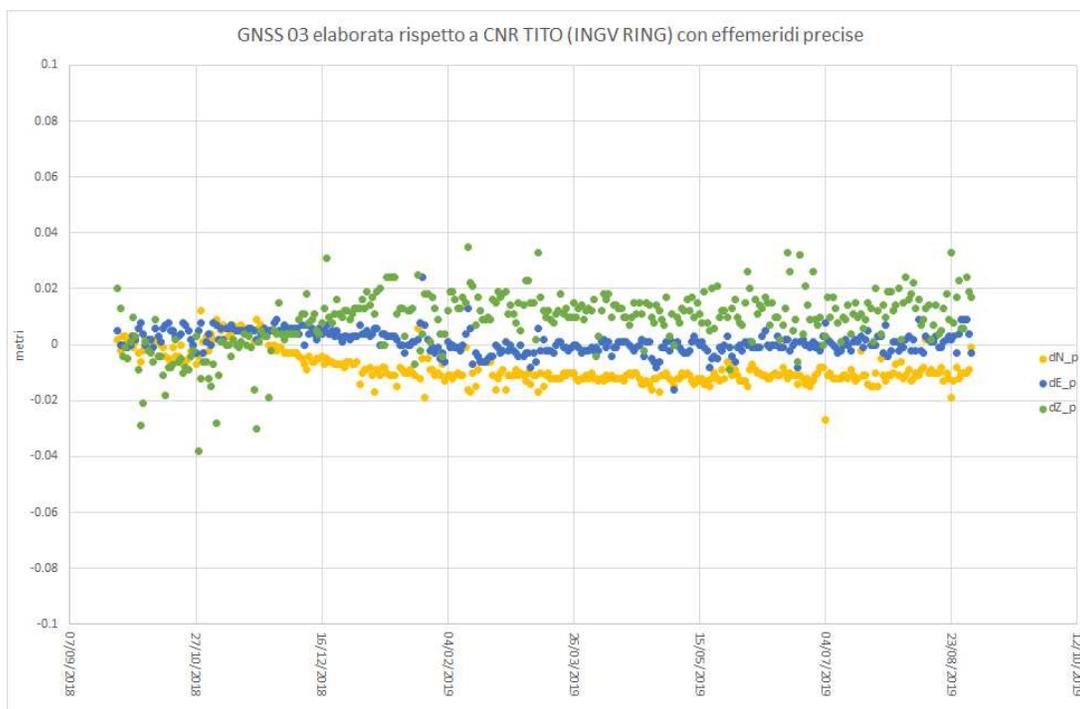


Figura 25: Misure GNSS disponibili su CR06.

Nel caso del corner reflector CR11, le misure di spostamento SAR registrano una velocità positiva in direzione ascendente, ed una negativa per la vista discendente (dello stesso ordine di grandezza di quella ascendente). La composizione vettoriale di queste due informazioni porta ad avere una risultante con forte componente orizzontale in direzione Ovest e accompagnato da spostamento verticale molto meno marcato.

Anche in questo caso, quanto osservato appare, in via del tutto qualitativa, in buon accordo con le misure GNSS disponibili per CR11 nel medesimo periodo di osservazione, laddove, come evidenziato nella figura seguente, la componente X mostra un trend negativo che in questo caso rappresenta un movimento verso Ovest e quindi in accordo con l'osservazione SAR. La componente Z dopo un periodo iniziale transitorio mostra movimenti molto meno marcati e anche questo risulta in accordo con le misure SAR.

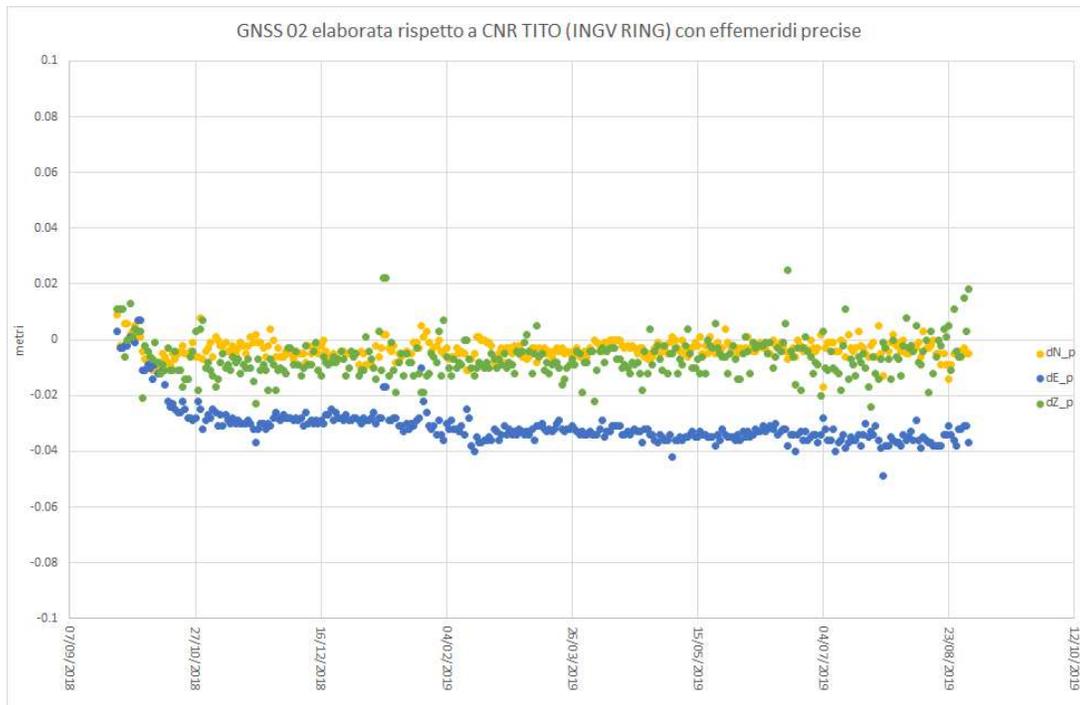


Figura 26: Misure GNSS disponibili su CR11.

Queste considerazioni rappresentano una validazione qualitativa delle misure effettuate. Nei prossimi rapporti, quando l'intervallo temporale delle misure sarà più ampio, sarà possibile effettuare dei confronti quantitativi statisticamente significativi le misure SAR e GNSS.

## Conclusioni

L'elaborazione interferometrica ha permesso di aggiornare le informazioni quantitative sui fenomeni di spostamento in atto all'interno dell'area di interesse della concessione Gorgoglione estendendo l'intervallo temporale monitorato fino a giugno 2019, dando altresì continuità alla precedente fase di definizione di Baseline relativamente alle dinamiche di deformazioni del suolo.

L'utilizzo della costellazione Sentinel-1 ha permesso di avere a disposizione un numero molto elevato di immagini e di conseguenza anche un'ottima copertura temporale (una misura ogni 6 giorni).

Sono stati aggiornati gli spostamenti sulle zone di maggior interesse quali le zone di estrazione e stoccaggio e alcuni centri abitati affetti da fenomeni di spostamento quali Gorgoglione e Stigliano.

Sulle aree di estrazione e stoccaggio sono state confermate le ottime coperture eccetto per i pozzi TR-1 e TR-2 sui quali sono stati identificati un numero limitato di punti di misura.

Per quanto riguarda la situazione di spostamento sui pozzi e sul Centro Olio non sono state registrate variazioni significative rispetto al precedente rapporto [RD6][RD5] .

Dal confronto qualitativo effettuato tra le misure SAR e le misure GNSS in corrispondenza dei tre Corner Reflector sui quali sono installate le 3 antenne GNSS si evince un buon grado di accordo e ciò rappresenta una validazione qualitativa delle misure effettuate. Nei prossimi report, grazie all'incremento dell'intervallo temporale potranno essere effettuati confronti quantitativi statisticamente significativi.

Nel prossimo rapporto le misure interferometriche di spostamento contenute in questo secondo rapporto e relative al periodo temporale complessivo Ottobre 2014 – Giugno 2019 verranno integrate processando le nuove acquisizioni Sentinel-1 del periodo Giugno 2019 – Dicembre 2019. Il confronto tra le misure di spostamento InSAR e GNSS sui CR verrà aggiornato considerando le misure di spostamento aggiornate.

## Allegato A – Elenco immagini Sentinel-1 processate

Le tabelle seguenti contengono la lista delle immagini Sentinel-1 processate nell'intervallo temporale che va da Ottobre 2014 a Giugno 2019, sia in configurazione ascendente che discendente.

Tabella 5 Elenco delle immagini Sentinel-1 Right/Ascending processate.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	(7 imm)	(28 imm)	(38 imm)	(61 imm)	(61 imm)	(31 imm)
1	15/10/14	19/01/15	02/01/16	02/01/17	03/01/18	04/01/19
2	27/10/14	31/01/15	14/01/16	08/01/17	09/01/18	10/01/19
3	08/11/14	12/02/15	26/01/16	14/01/17	15/01/18	16/01/19
4	20/11/14	24/02/15	07/02/16	20/01/17	21/01/18	22/01/19
5	02/12/14	08/03/15	19/02/16	26/01/17	27/01/18	28/01/19
6	14/12/14	20/03/15	02/03/16	01/02/17	02/02/18	03/02/19
7	26/12/14	01/04/15	14/03/16	07/02/17	08/02/18	09/02/19
8		13/04/15	26/03/16	13/02/17	14/02/18	15/02/19
9		25/04/15	07/04/16	19/02/17	20/02/18	21/02/19
10		07/05/15	19/04/16	25/02/17	26/02/18	27/02/19
11		19/05/15	01/05/16	03/03/17	04/03/18	05/03/19
12		31/05/15	13/05/16	09/03/17	10/03/18	11/03/19
13		12/06/15	25/05/16	15/03/17	16/03/18	17/03/19
14		06/07/15	06/06/16	21/03/17	22/03/18	23/03/19
15		18/07/15	30/06/16	27/03/17	28/03/18	29/03/19
16		30/07/15	12/07/16	02/04/17	03/04/18	04/04/19
17		11/08/15	24/07/16	08/04/17	09/04/18	10/04/19
18		23/08/15	05/08/16	14/04/17	15/04/18	16/04/19
19		04/09/15	17/08/16	20/04/17	21/04/18	22/04/19
20		16/09/15	29/08/16	26/04/17	27/04/18	28/04/19
21		28/09/15	10/09/16	02/05/17	03/05/18	04/05/19
22		10/10/15	22/09/16	08/05/17	09/05/18	10/05/19
23		22/10/15	28/09/16	14/05/17	15/05/18	16/05/19
24		03/11/15	04/10/16	20/05/17	21/05/18	22/05/19
25		15/11/15	10/10/16	26/05/17	27/05/18	28/05/19
26		27/11/15	16/10/16	01/06/17	02/06/18	03/06/19
27		09/12/15	22/10/16	07/06/17	08/06/18	09/06/19
28		21/12/15	28/10/16	13/06/17	14/06/18	15/06/19
29			03/11/16	19/06/17	20/06/18	21/06/19
30			09/11/16	25/06/17	26/06/18	27/06/19
31			15/11/16	01/07/17	02/07/18	03/07/19
32			21/11/16	07/07/17	08/07/18	
33			27/11/16	13/07/17	14/07/18	
34			03/12/16	19/07/17	20/07/18	
35			09/12/16	25/07/17	26/07/18	
36			15/12/16	31/07/17	01/08/18	
37			21/12/16	06/08/17	07/08/18	
38			27/12/16	12/08/17	13/08/18	

39				18/08/17	19/08/18	
40				24/08/17	25/08/18	
41				30/08/17	31/08/18	
42				05/09/17	06/09/18	
43				11/09/17	12/09/18	
44				17/09/17	18/09/18	
45				23/09/17	24/09/18	
46				29/09/17	30/09/18	
47				05/10/17	06/10/18	
48				11/10/17	12/10/18	
49				17/10/17	18/10/18	
50				23/10/17	24/10/18	
51				29/10/17	30/10/18	
52				04/11/17	05/11/18	
53				10/11/17	11/11/18	
54				16/11/17	17/11/18	
55				22/11/17	23/11/18	
56				28/11/17	29/11/18	
57				04/12/17	05/12/18	
58				10/12/17	11/12/18	
59				16/12/17	17/12/18	
60				22/12/17	23/12/18	
61				28/12/17	29/12/18	

Tabella 6 - Elenco delle immagini Sentinel-1 Right/Descending processate

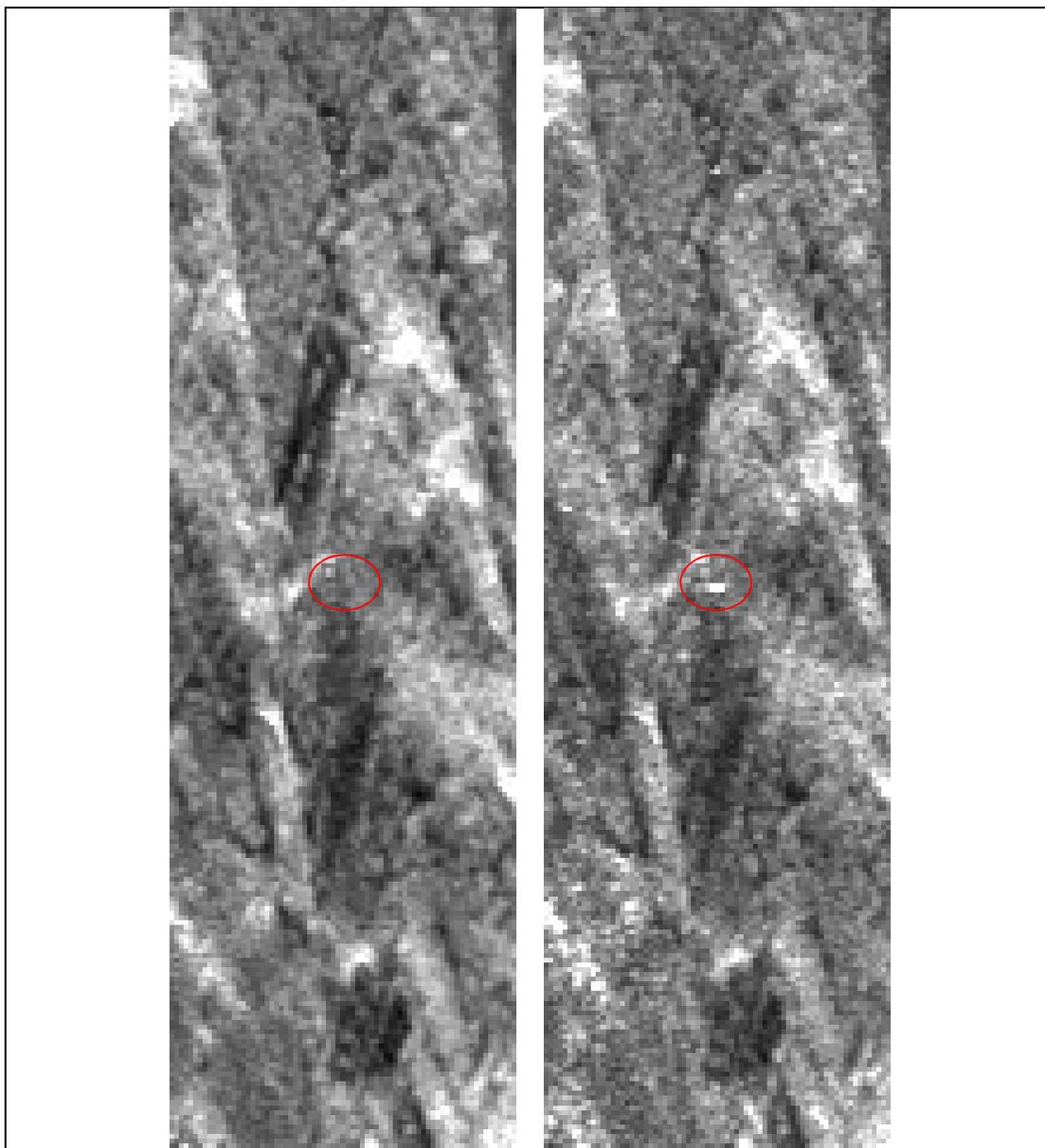
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	(4 imm)	(25 imm)	(37 imm)	(60 imm)	(61 imm)	(31 imm)
1	14/10/14	18/01/15	01/01/16	01/01/17	02/01/18	03/01/19
2	26/10/14	30/01/15	13/01/16	07/01/17	08/01/18	09/01/19
3	01/12/14	11/02/15	25/01/16	13/01/17	14/01/18	15/01/19
4	25/12/14	23/02/15	06/02/16	19/01/17	20/01/18	21/01/19
5		07/03/15	18/02/16	25/01/17	26/01/18	27/01/19
6		19/03/15	01/03/16	31/01/17	01/02/18	02/02/19
7		31/03/15	13/03/16	06/02/17	07/02/18	08/02/19
8		12/04/15	25/03/16	12/02/17	13/02/18	14/02/19
9		24/04/15	06/04/16	18/02/17	19/02/18	20/02/19
10		06/05/15	18/04/16	24/02/17	25/02/18	26/02/19
11		18/05/15	30/04/16	02/03/17	03/03/18	04/03/19
12		30/05/15	12/05/16	08/03/17	09/03/18	10/03/19
13		11/06/15	24/05/16	14/03/17	15/03/18	16/03/19
14		23/06/15	05/06/16	20/03/17	21/03/18	22/03/19
15		17/07/15	29/06/16	26/03/17	27/03/18	28/03/19
16		29/07/15	11/07/16	01/04/17	02/04/18	03/04/19
17		22/08/15	23/07/16	07/04/17	08/04/18	09/04/19
18		03/09/15	04/08/16	13/04/17	14/04/18	15/04/19
19		15/09/15	16/08/16	19/04/17	20/04/18	21/04/19
20		21/10/15	09/09/16	25/04/17	26/04/18	27/04/19

21		02/11/15	21/09/16	01/05/17	02/05/18	03/05/19
22		14/11/15	27/09/16	07/05/17	08/05/18	09/05/19
23		26/11/15	03/10/16	13/05/17	14/05/18	15/05/19
24		08/12/15	09/10/16	19/05/17	20/05/18	21/05/19
25		20/12/15	15/10/16	25/05/17	26/05/18	27/05/19
26			21/10/16	31/05/17	01/06/18	02/06/19
27			27/10/16	06/06/17	07/06/18	08/06/19
28			02/11/16	12/06/17	13/06/18	14/06/19
29			08/11/16	18/06/17	19/06/18	20/06/19
30			14/11/16	24/06/17	25/06/18	26/06/19
31			20/11/16	30/06/17	01/07/18	08/07/19
32			26/11/16	06/07/17	07/07/18	
33			02/12/16	12/07/17	13/07/18	
34			08/12/16	24/07/17	19/07/18	
35			14/12/16	30/07/17	25/07/18	
36			20/12/16	05/08/17	31/07/18	
37			26/12/16	11/08/17	06/08/18	
38				17/08/17	12/08/18	
39				23/08/17	18/08/18	
40				29/08/17	24/08/18	
41				04/09/17	30/08/18	
42				10/09/17	05/09/18	
43				16/09/17	11/09/18	
44				22/09/17	17/09/18	
45				28/09/17	23/09/18	
46				04/10/17	29/09/18	
47				10/10/17	05/10/18	
48				16/10/17	11/10/18	
49				22/10/17	17/10/18	
50				28/10/17	23/10/18	
51				03/11/17	29/10/18	
52				09/11/17	04/11/18	
53				15/11/17	10/11/18	
54				21/11/17	16/11/18	
55				27/11/17	22/11/18	
56				03/12/17	28/11/18	
57				09/12/17	04/12/18	
58				15/12/17	10/12/18	
59				21/12/17	16/12/18	
60				27/12/17	22/12/18	
61					28/12/18	

## Allegato B – Dettagli e grafici a supporto dell'analisi dei CR

### Corner Reflector CR01

#### 1.1.1. Dataset Ascending



*Fig. 0.1: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR01. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

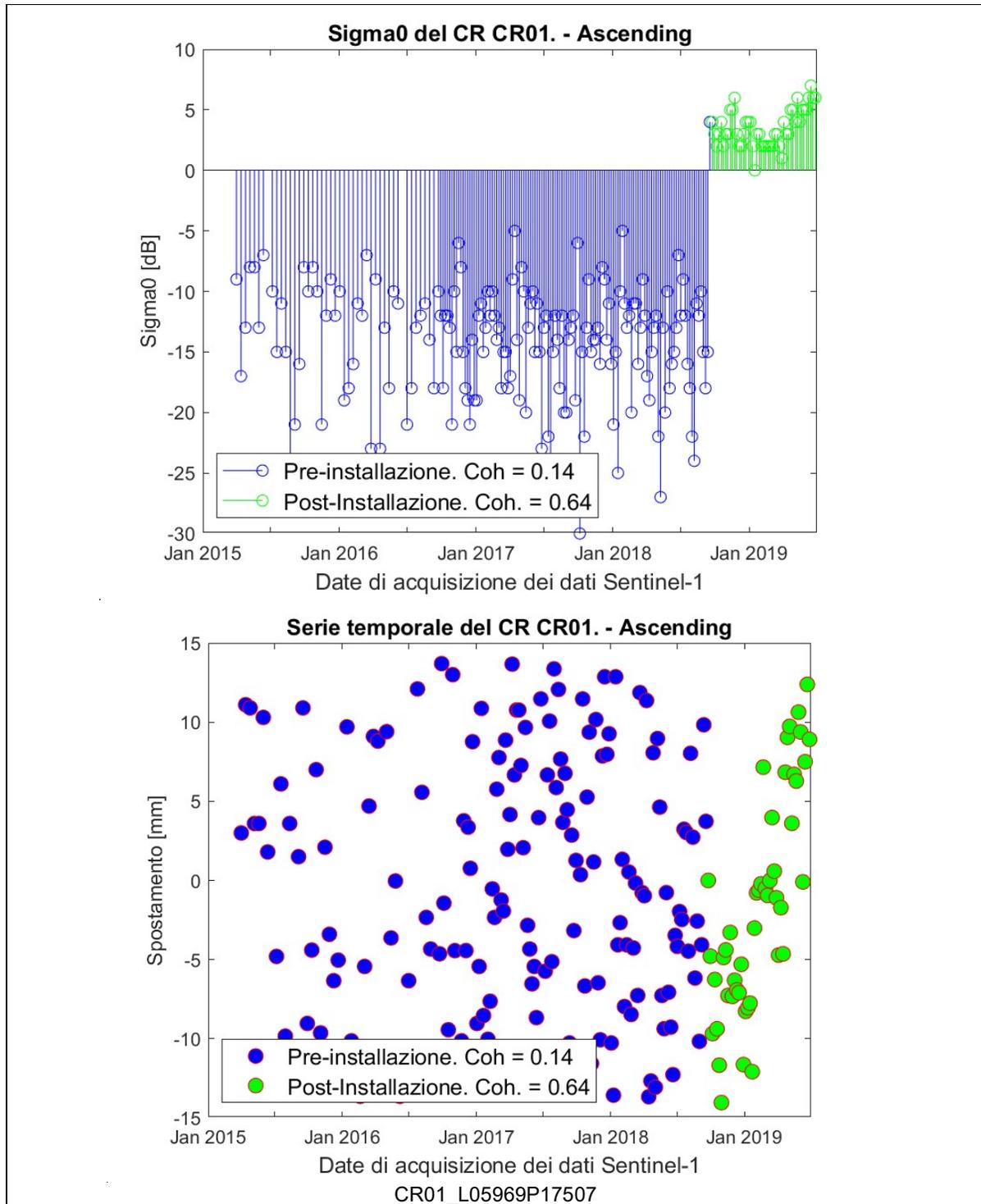
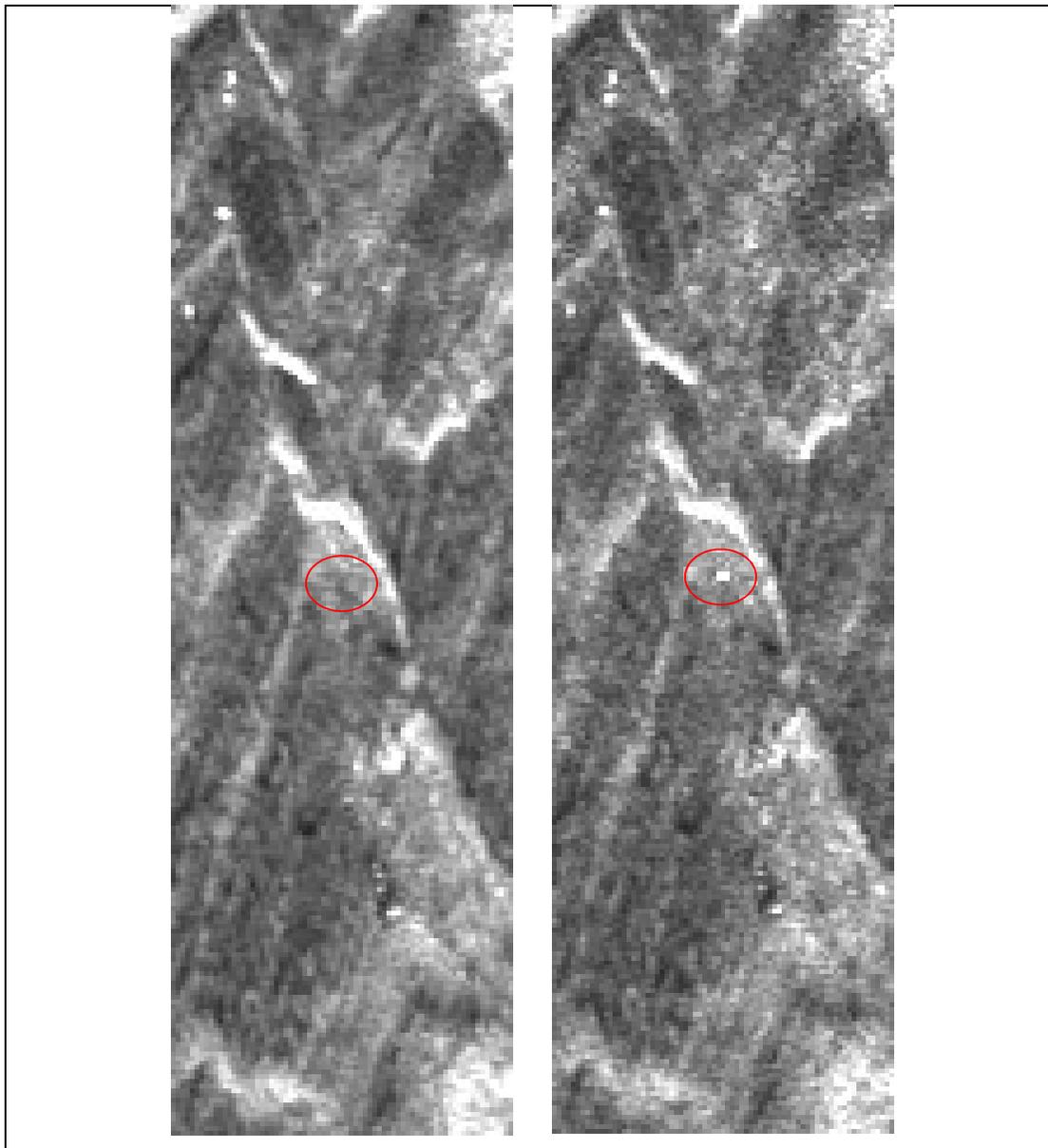


Fig. 0.2: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR01. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

### 1.1.2. Dataset Descending



*Fig. 0.3: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR01. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

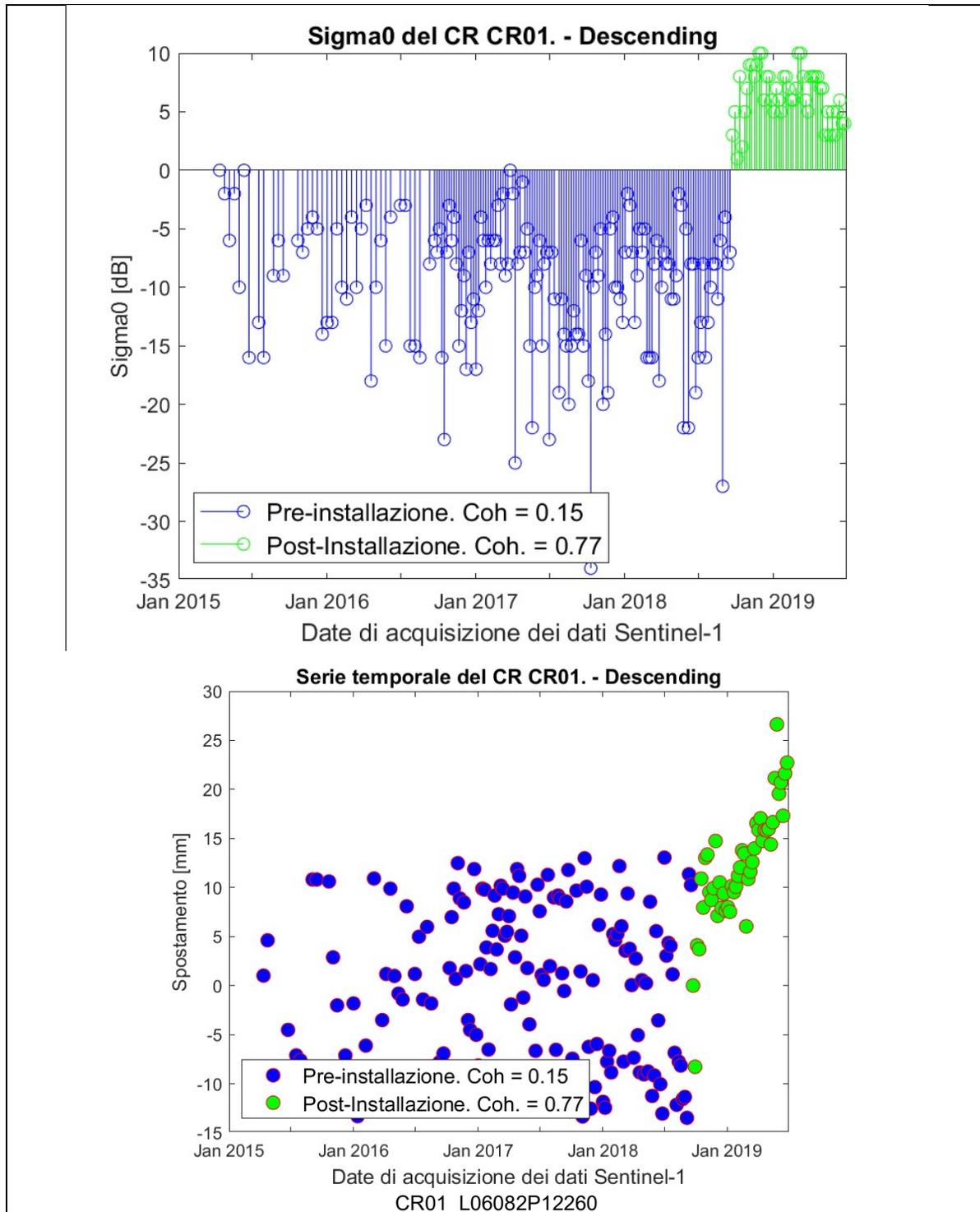
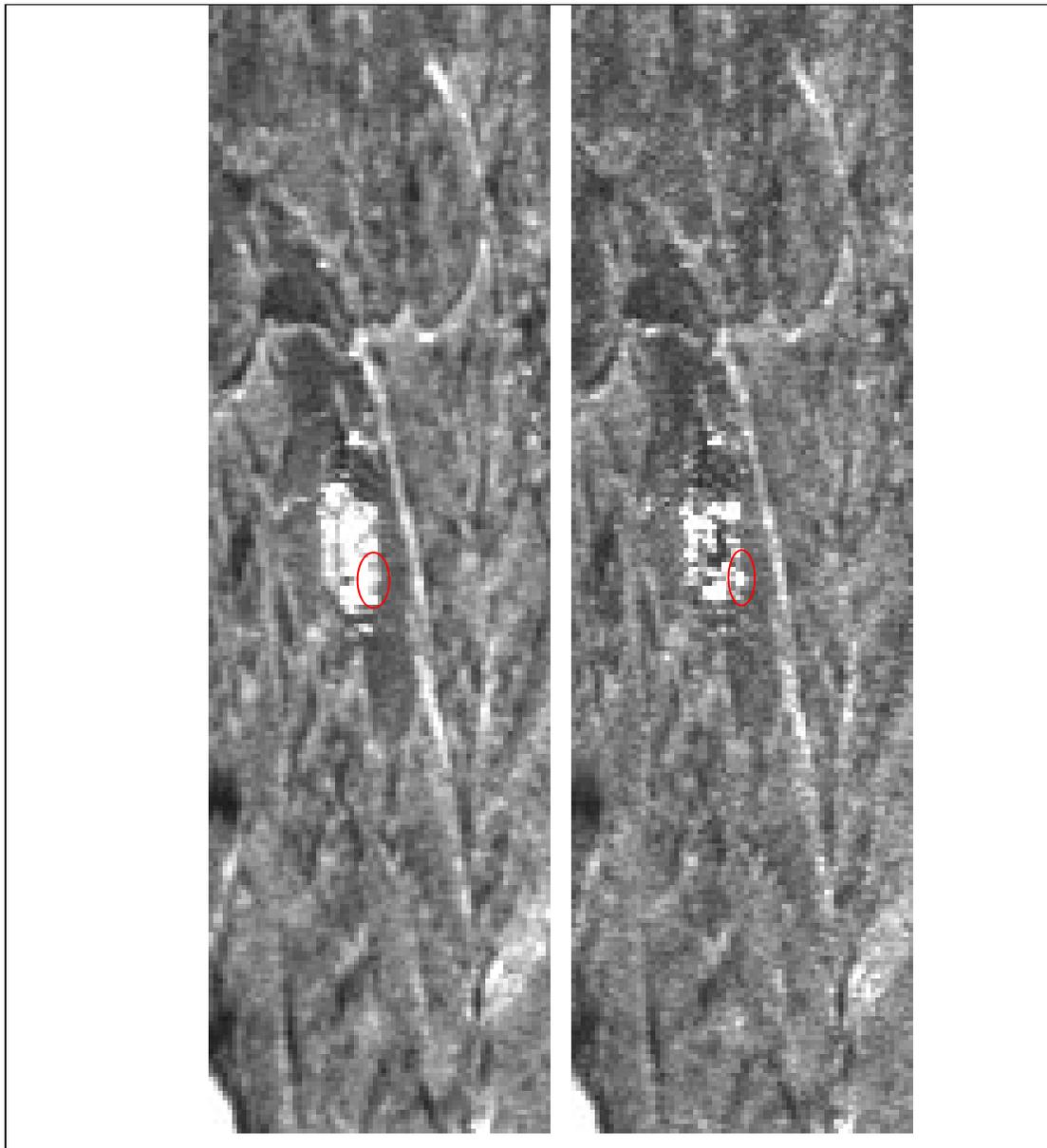


Fig. 0.4: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR01. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR02

### 1.1.3. Dataset Ascending



*Fig. 0.5: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR02. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

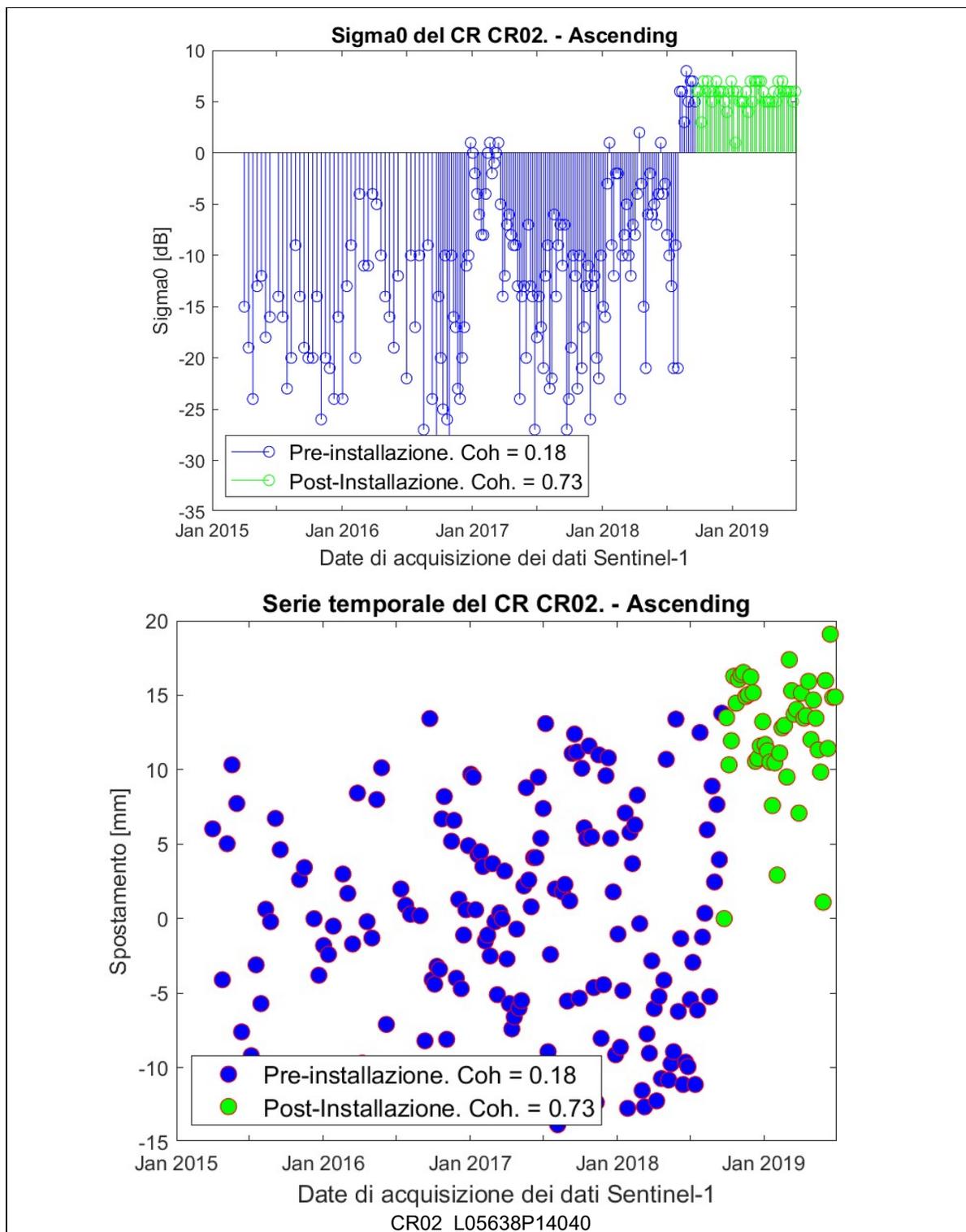
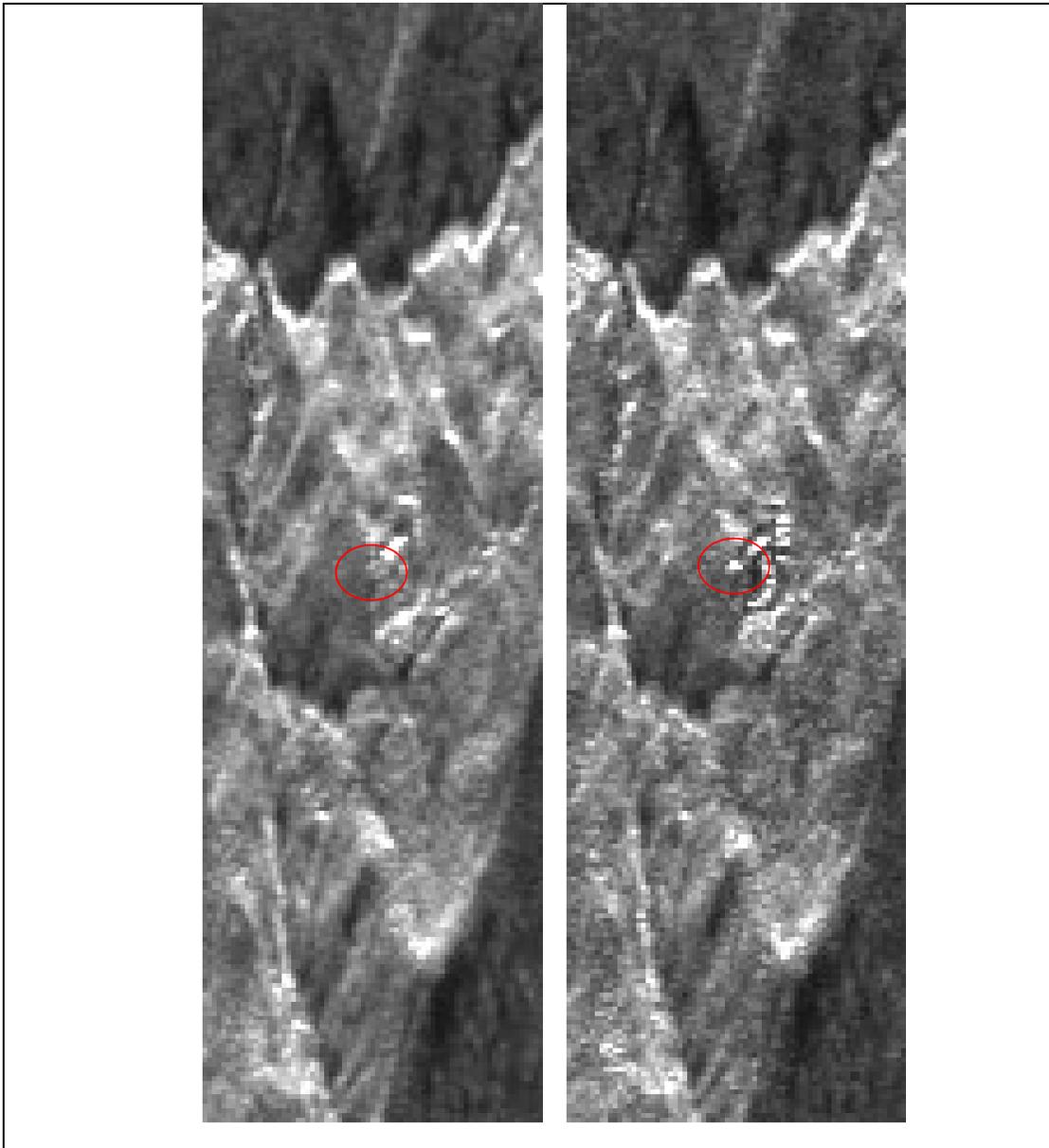


Fig. 0.6: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR02. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

#### 1.1.4. Dataset Descending



*Fig. 0.7: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR02. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

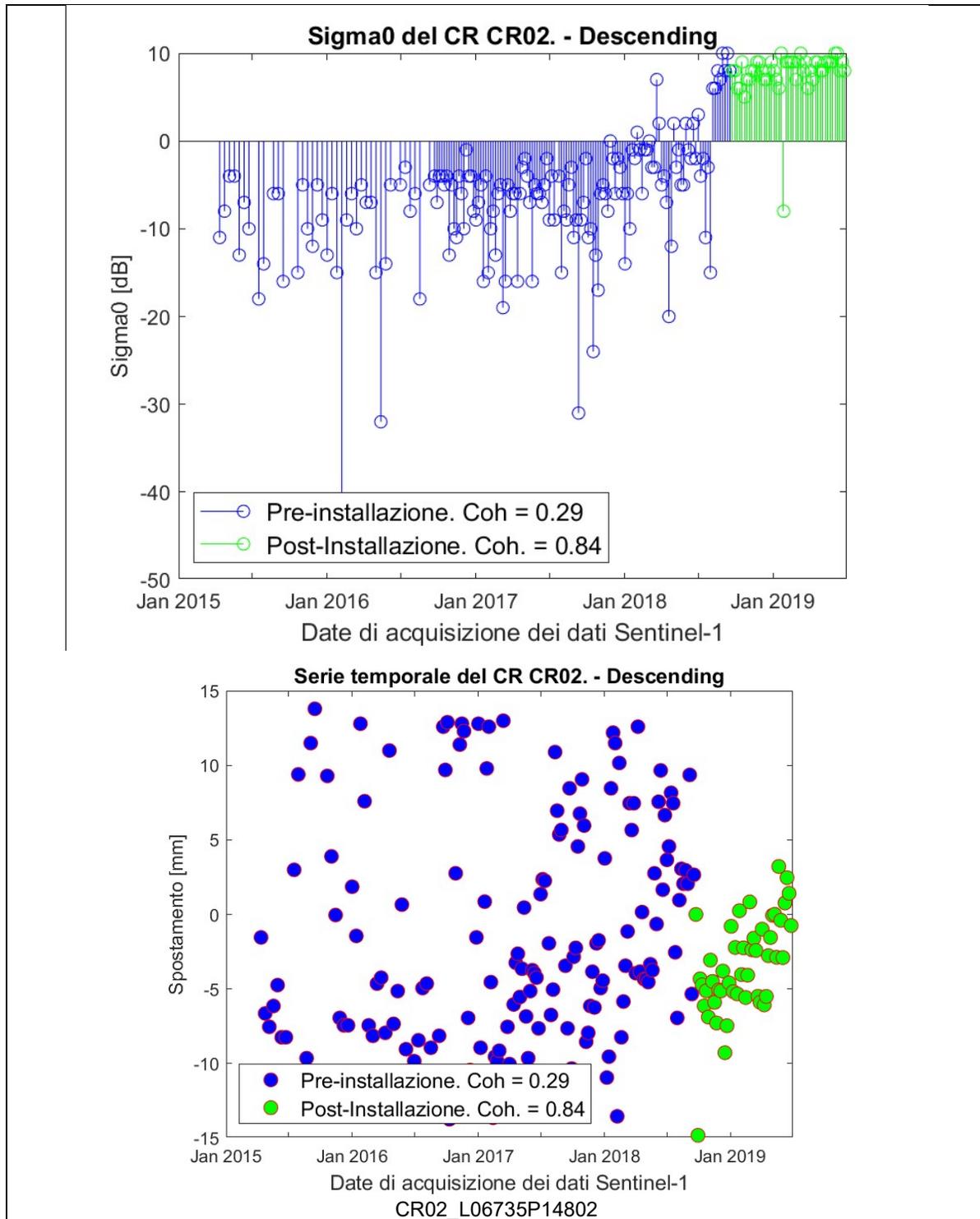


Fig. 0.8: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR02. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR03

### 1.1.5. Dataset Ascending

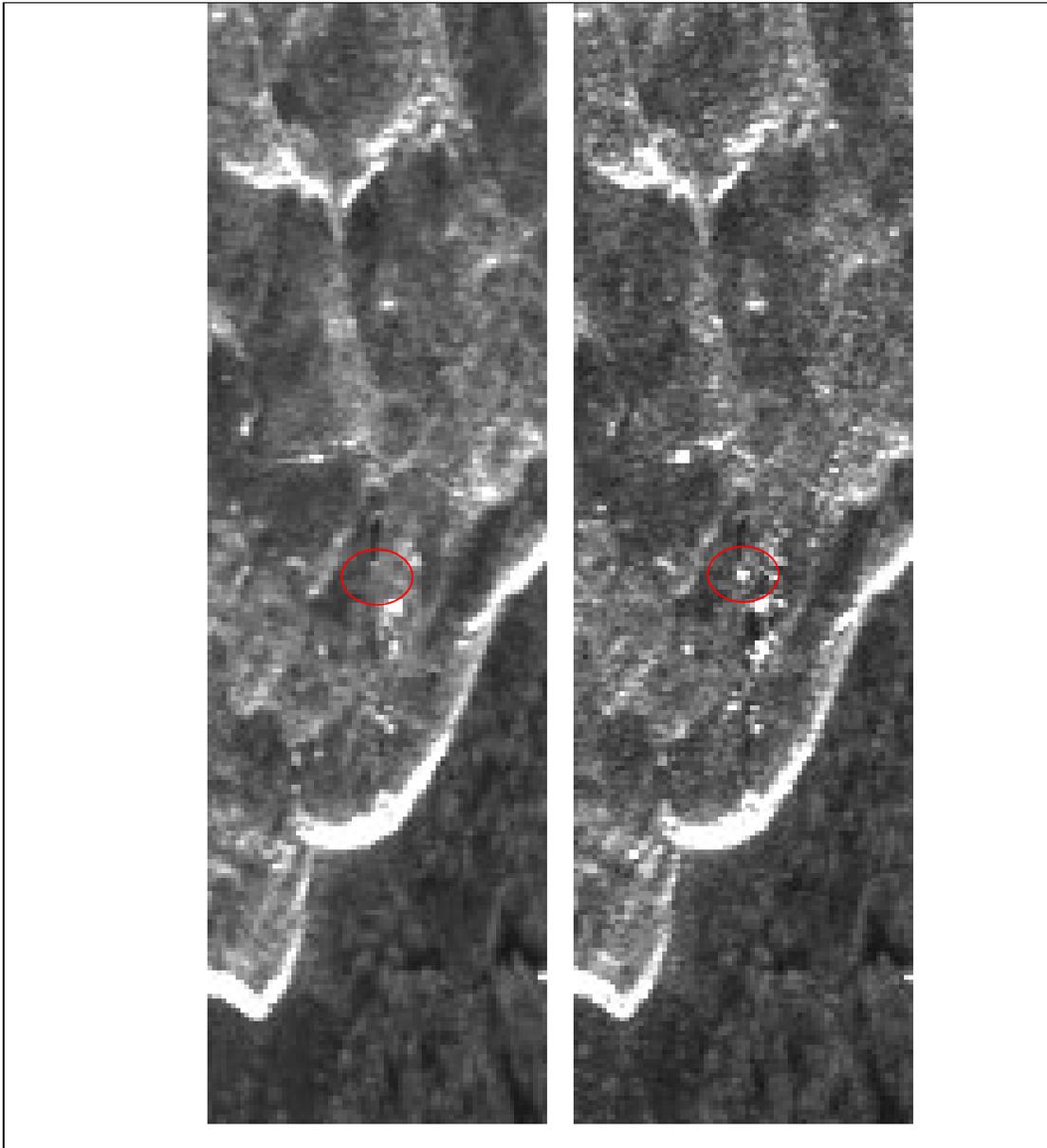


Fig. 0.9: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR03. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.

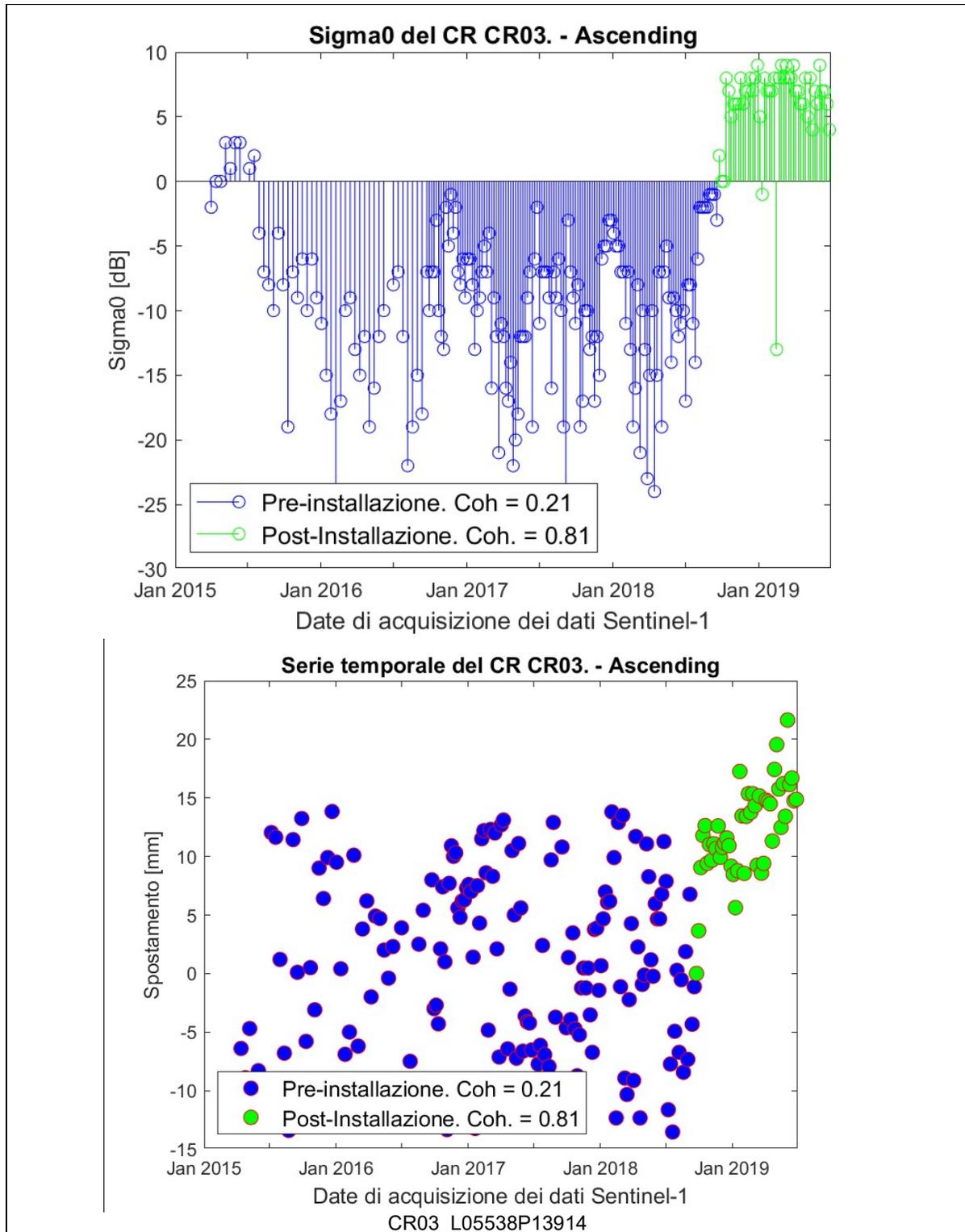
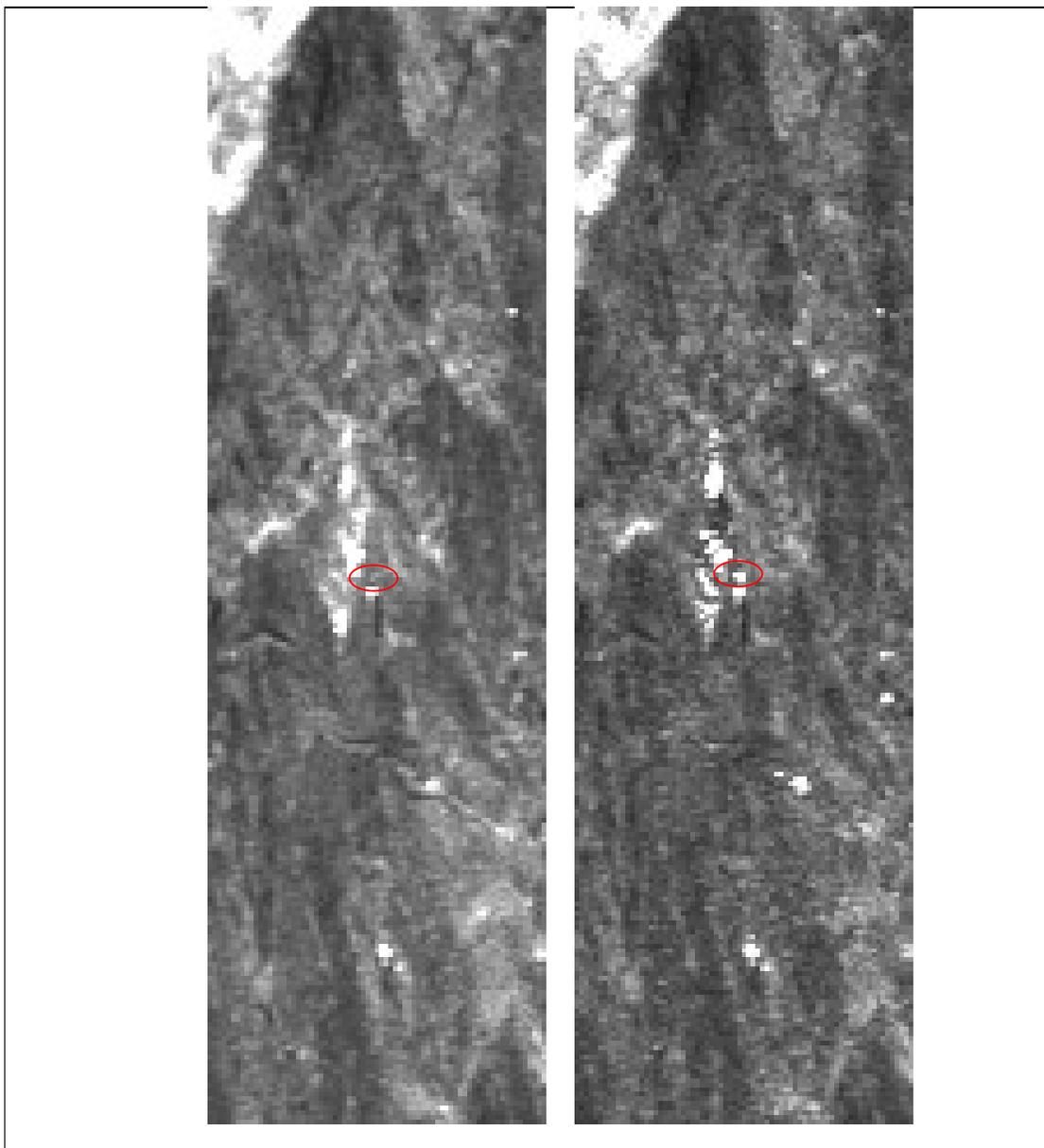


Fig. 0.10: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR03. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

### 1.1.6. Dataset Descending



*Fig. 0.11: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR03. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

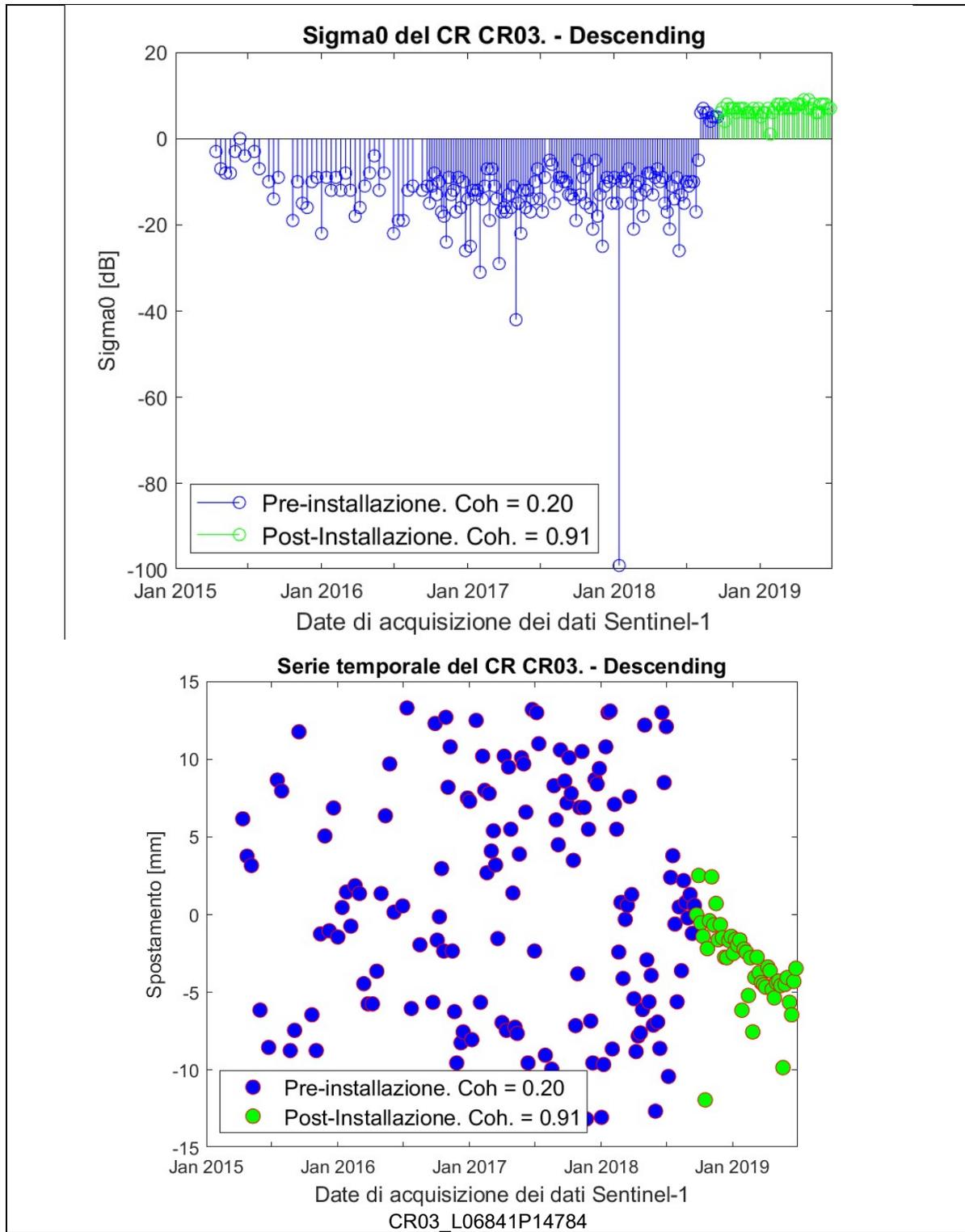
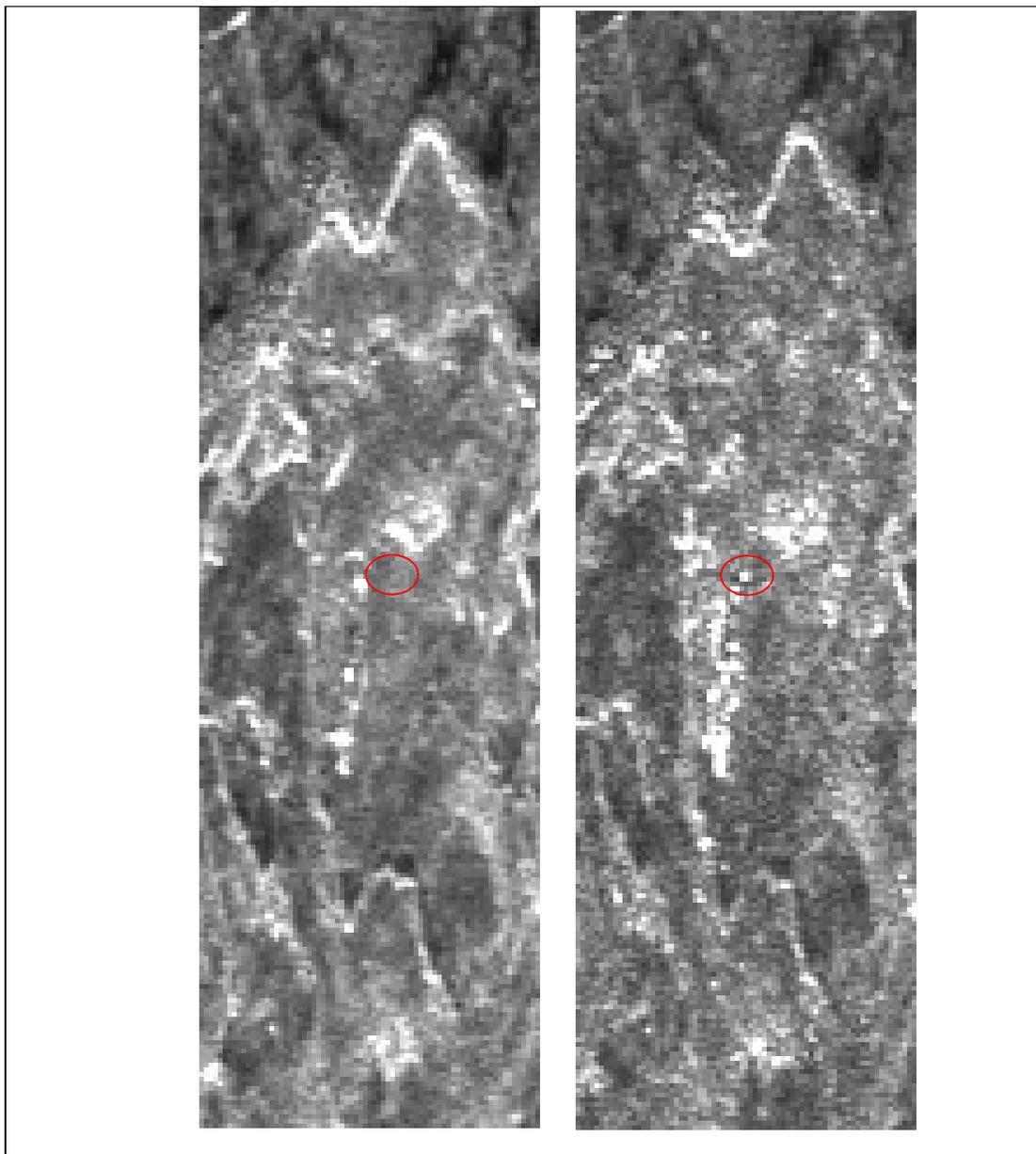


Fig. 0.12: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR03. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR04

### 1.1.7. Dataset Ascending



*Fig. 0.13: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR04. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

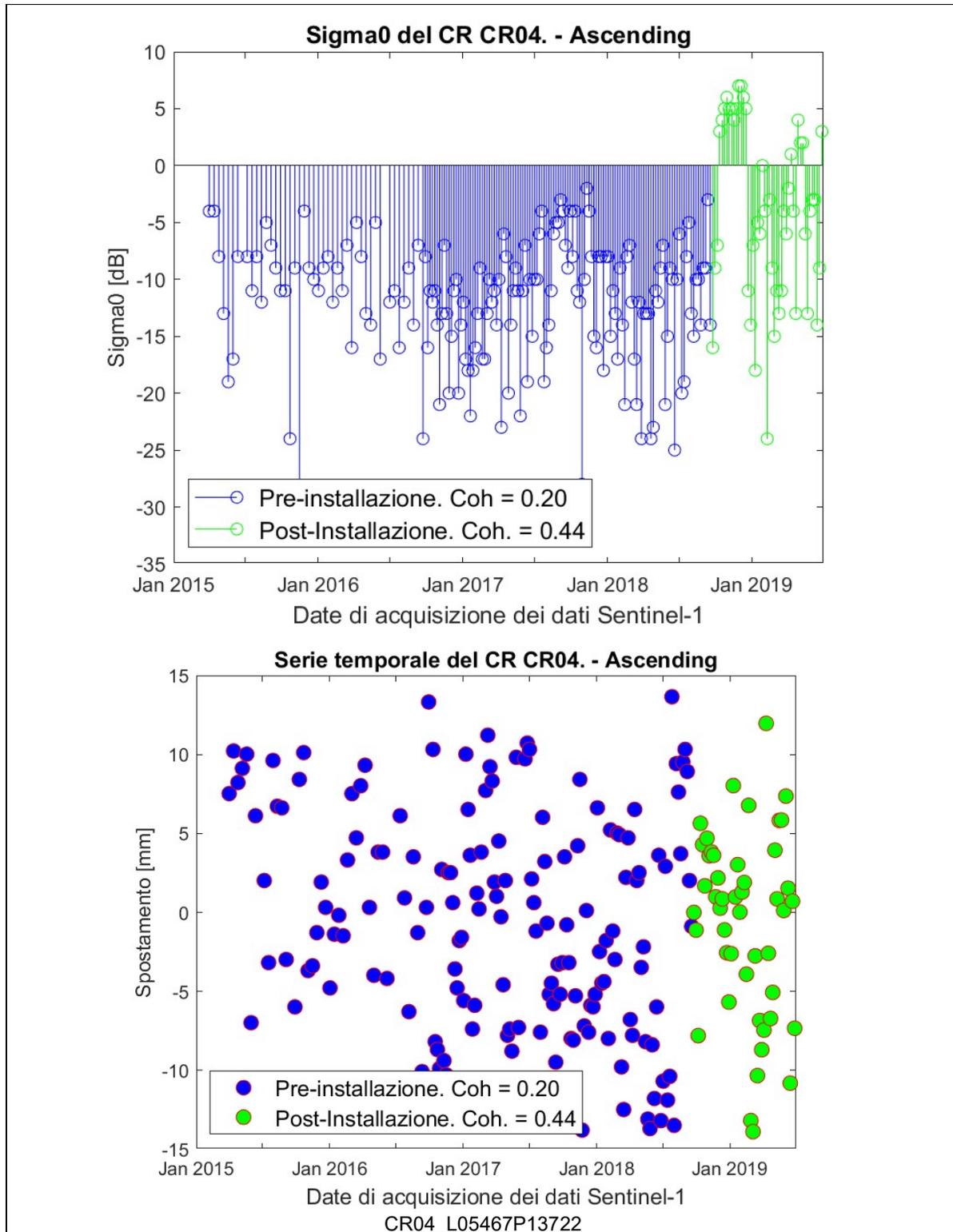
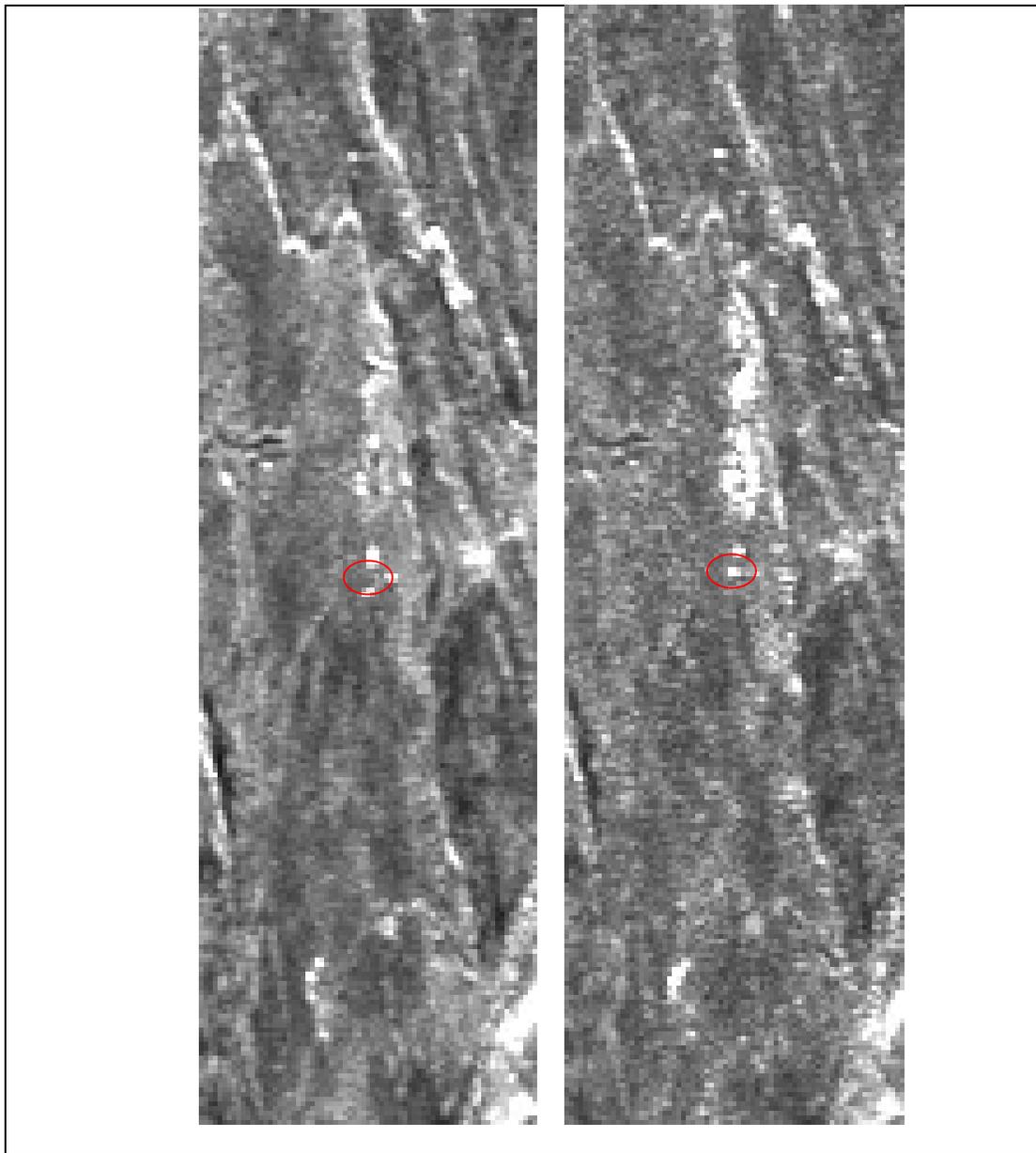


Fig. 0.14: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR04. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione. La risposta di ampiezza segna un brusco calo dell'intensità radar del corner reflector.

### 1.1.8. Dataset Descending



*Fig. 0.15: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR04. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector. La risposta di ampiezza esibisce una notevole variabilità.*

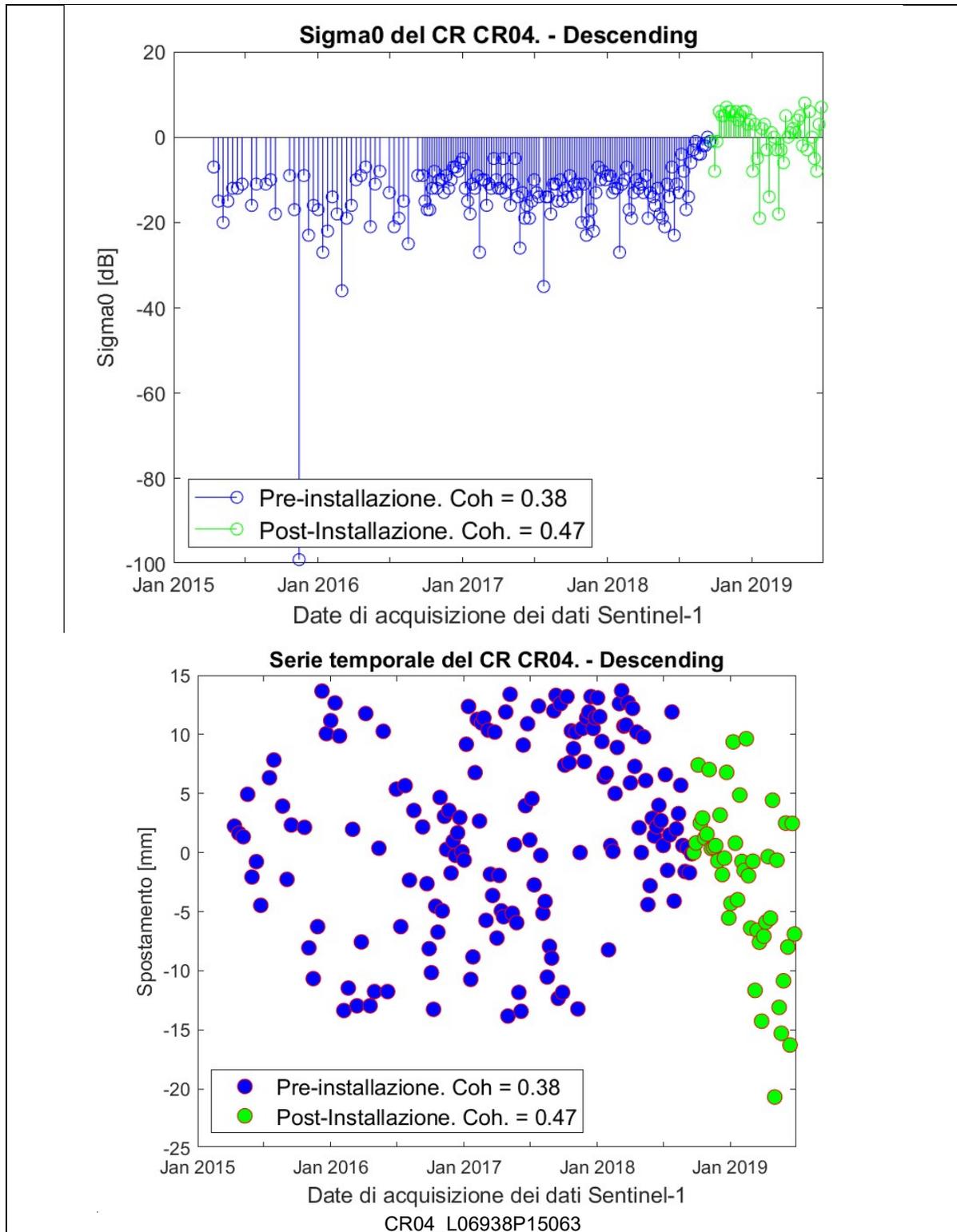
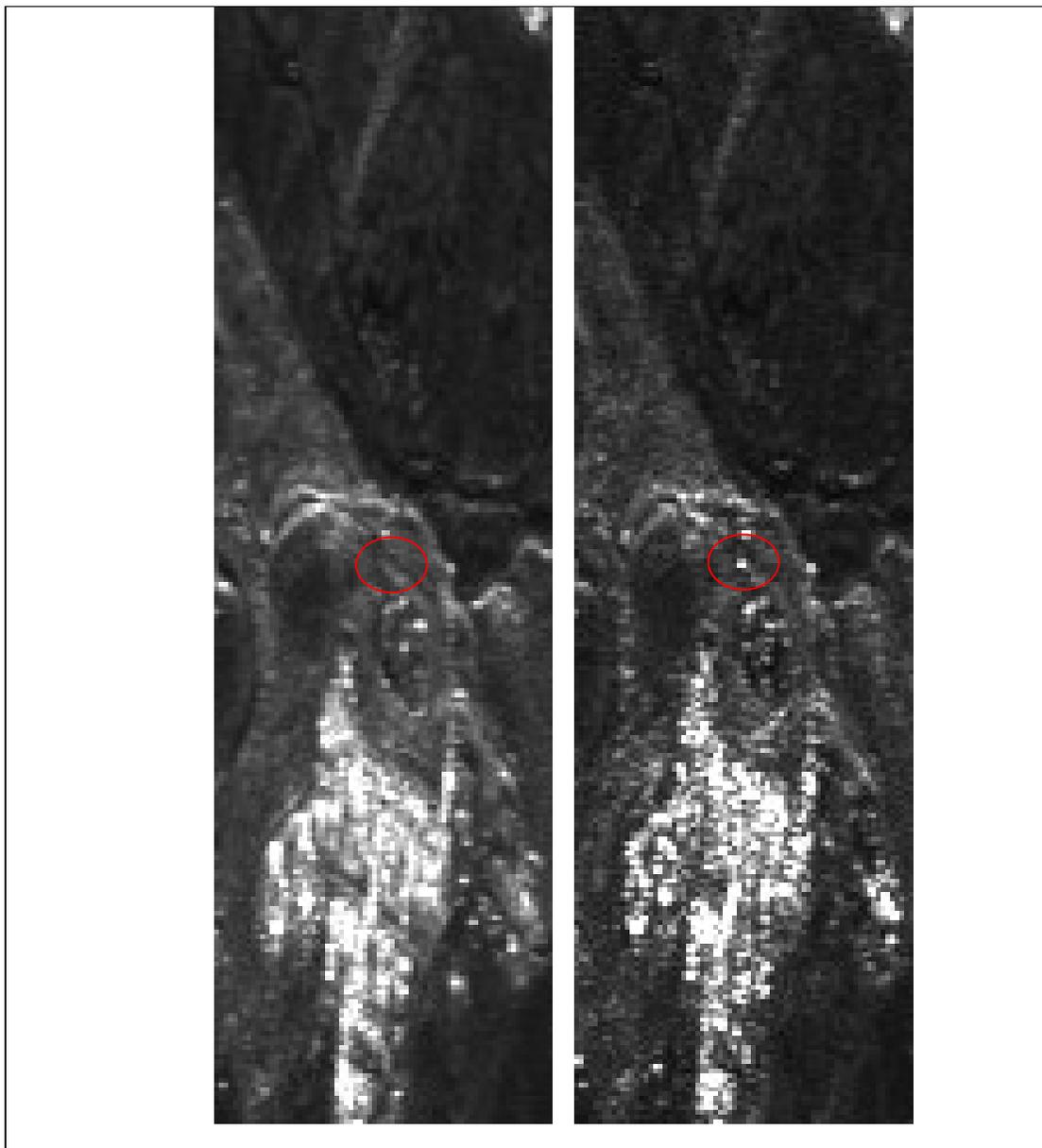


Fig. 0.16: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR04. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR05

### 1.1.9. Dataset Ascending



*Fig. 0.17: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR05. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

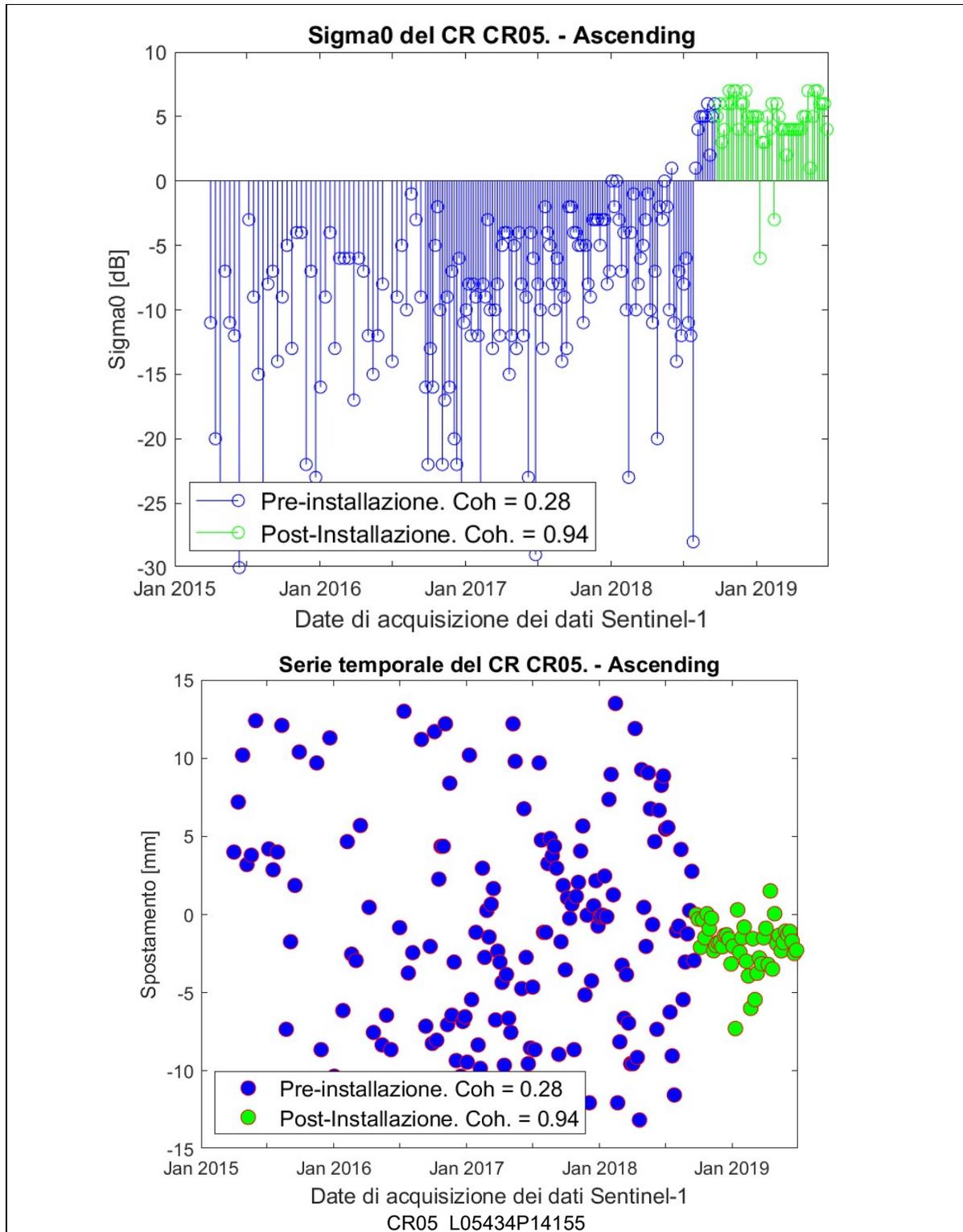
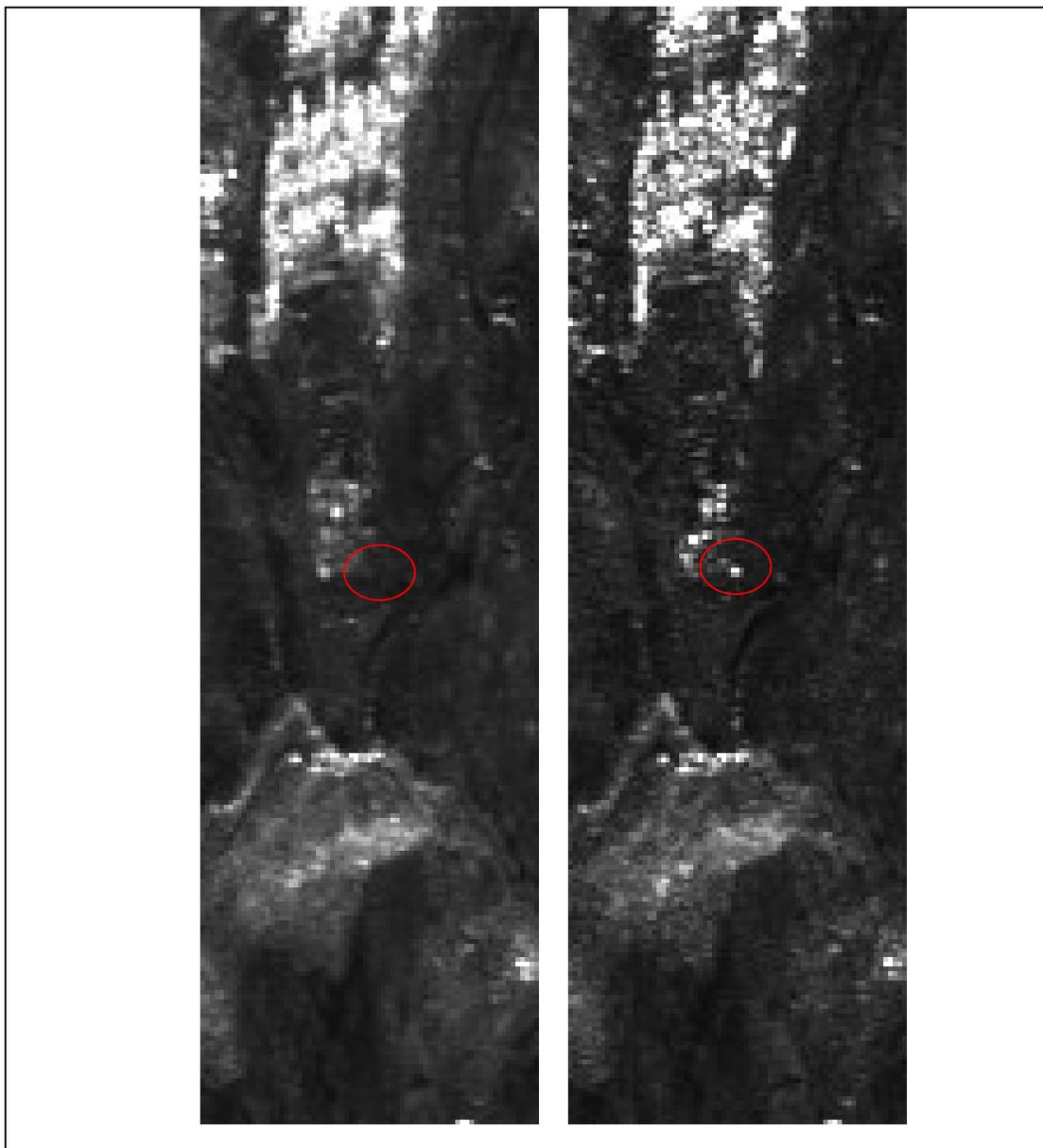


Fig. 0.18: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR05. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

### 1.1.10. Dataset Descending



*Fig. 0.19: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR05. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

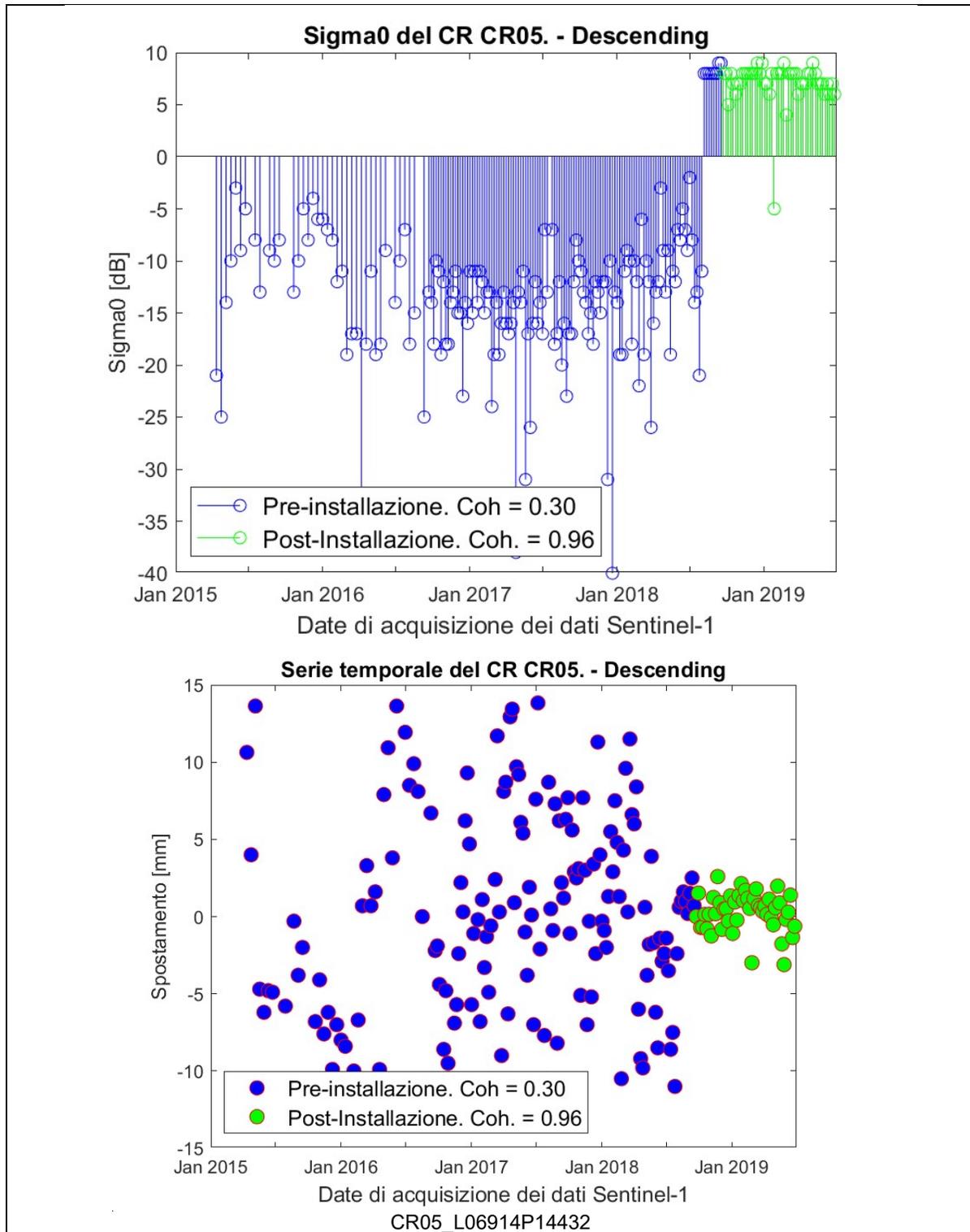
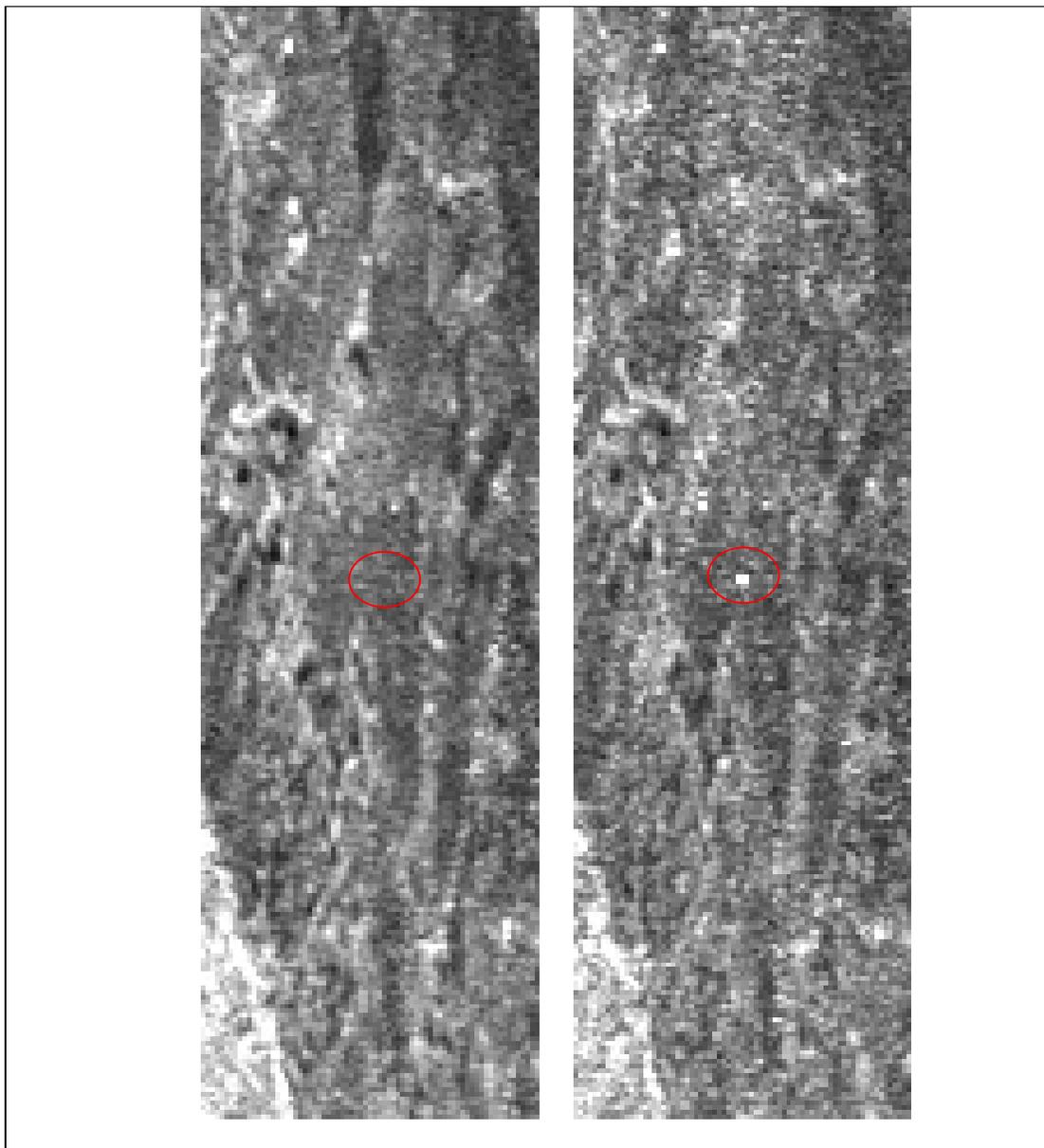


Fig. 0.20: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR05. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR06

### 1.1.11. Dataset Ascending



*Fig. 0.21: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR06. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

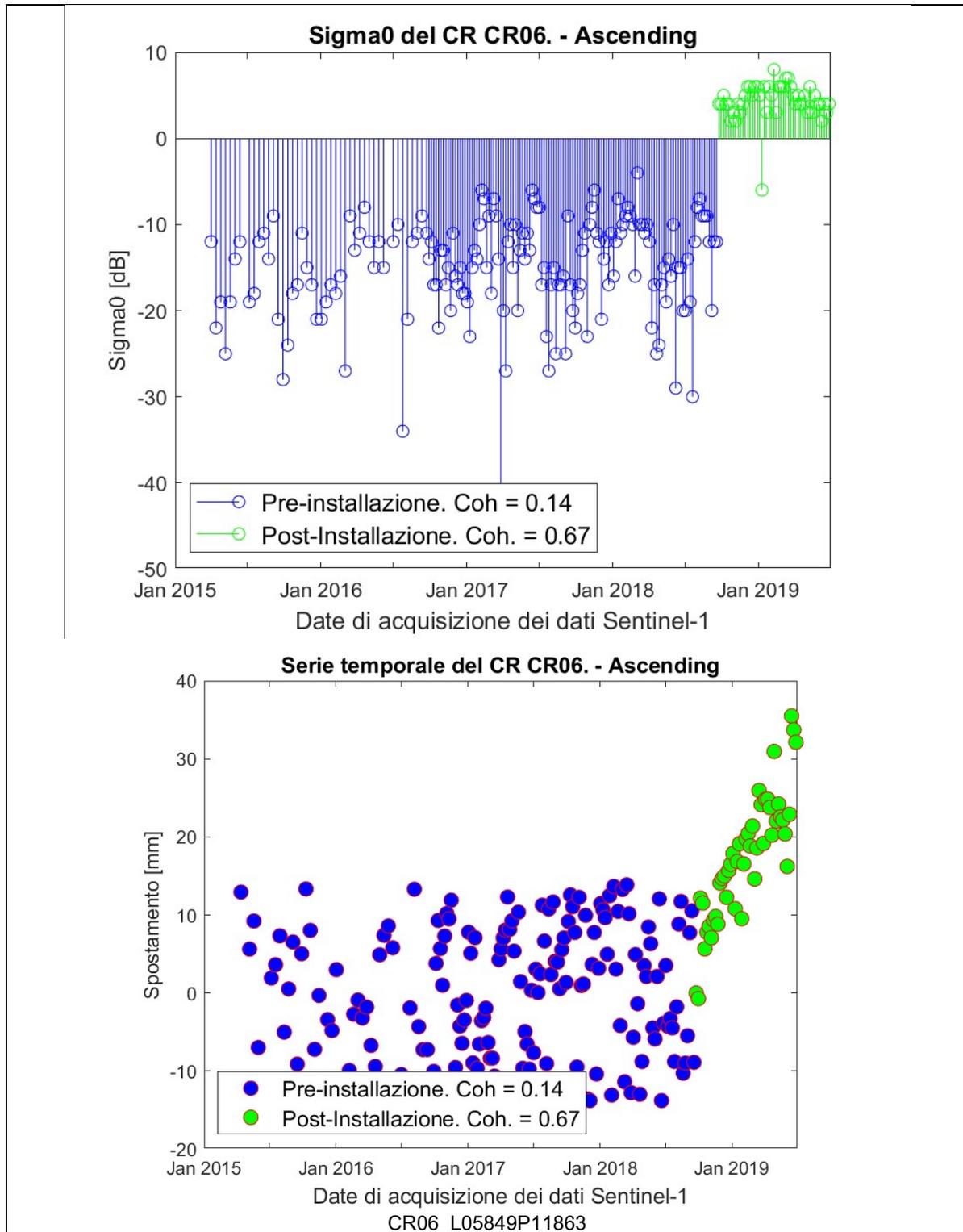
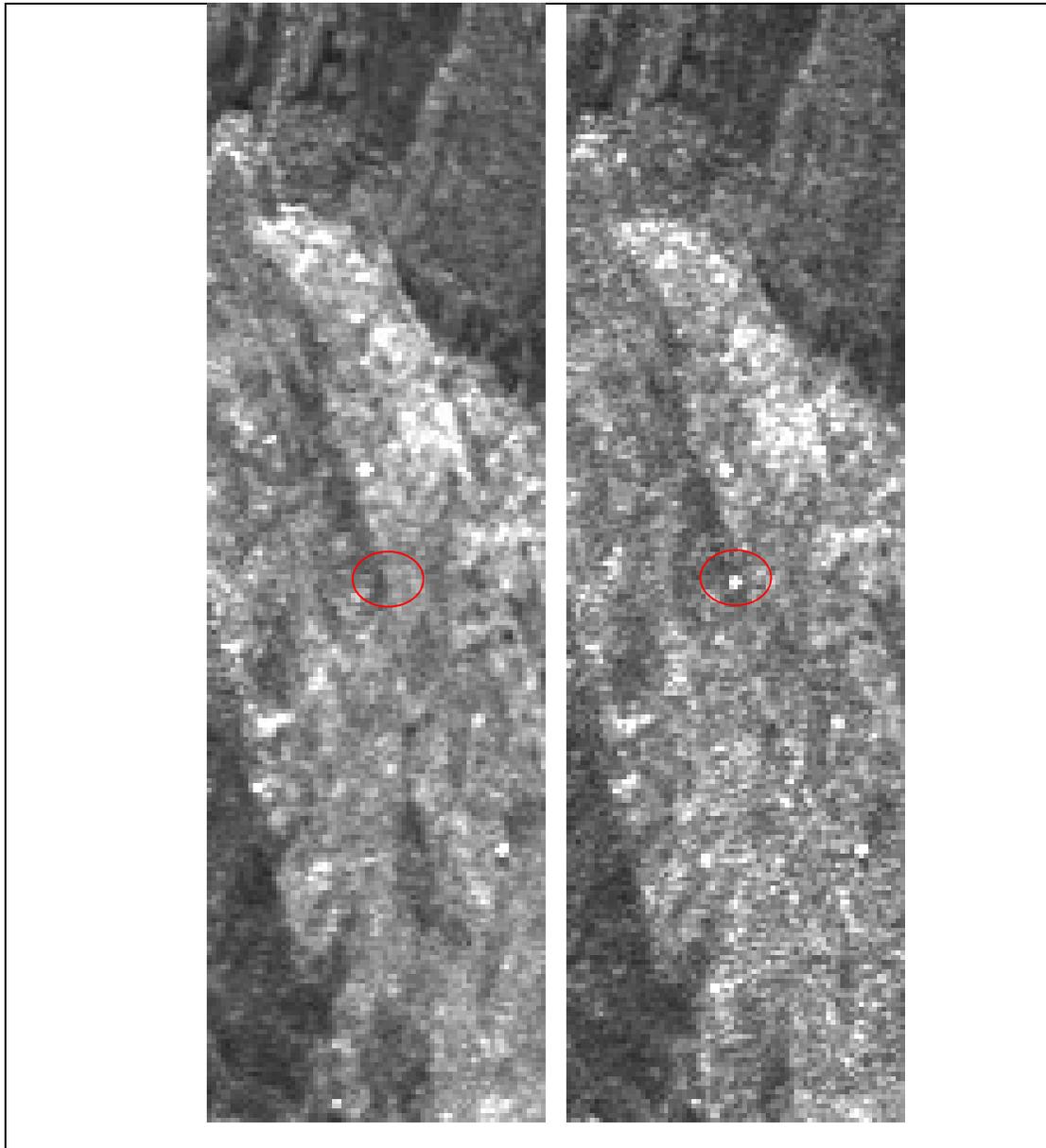


Fig. 0.22: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR06. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

### 1.1.12. Dataset Descending



*Fig. 0.23: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR06. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

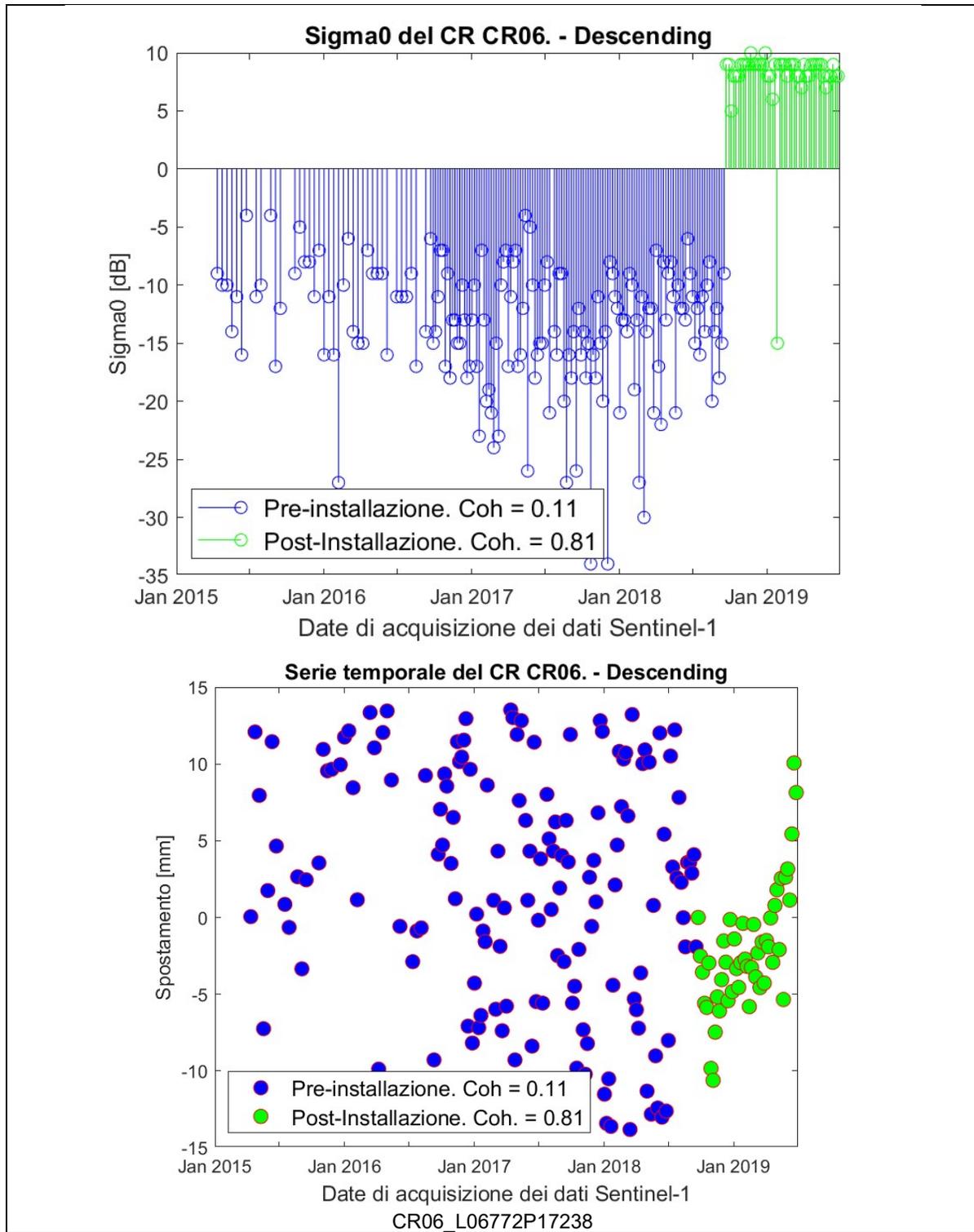


Fig. 0.24: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR06. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR07

### 1.1.13. Dataset Ascending

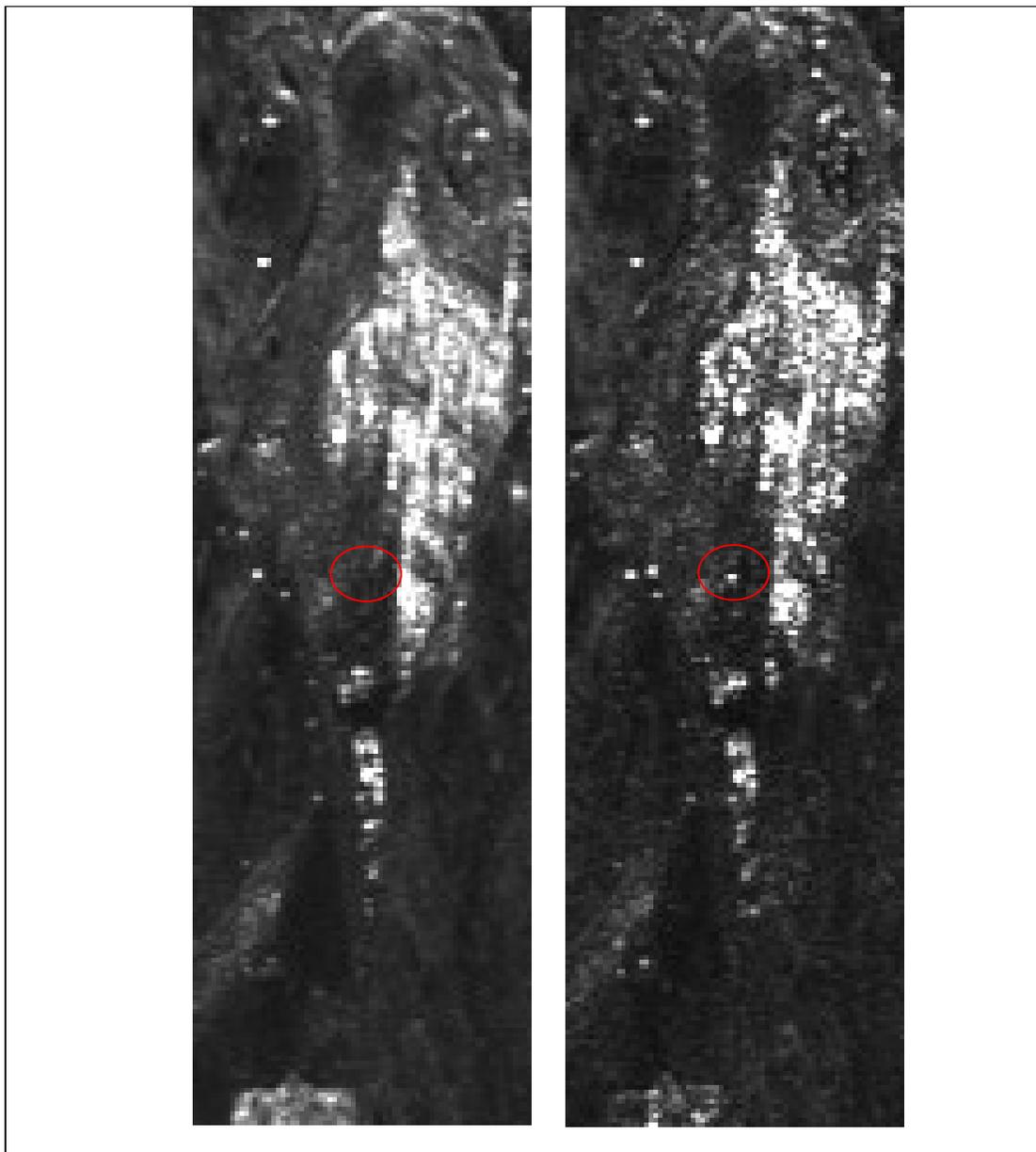


Fig. 0.25: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR07. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.

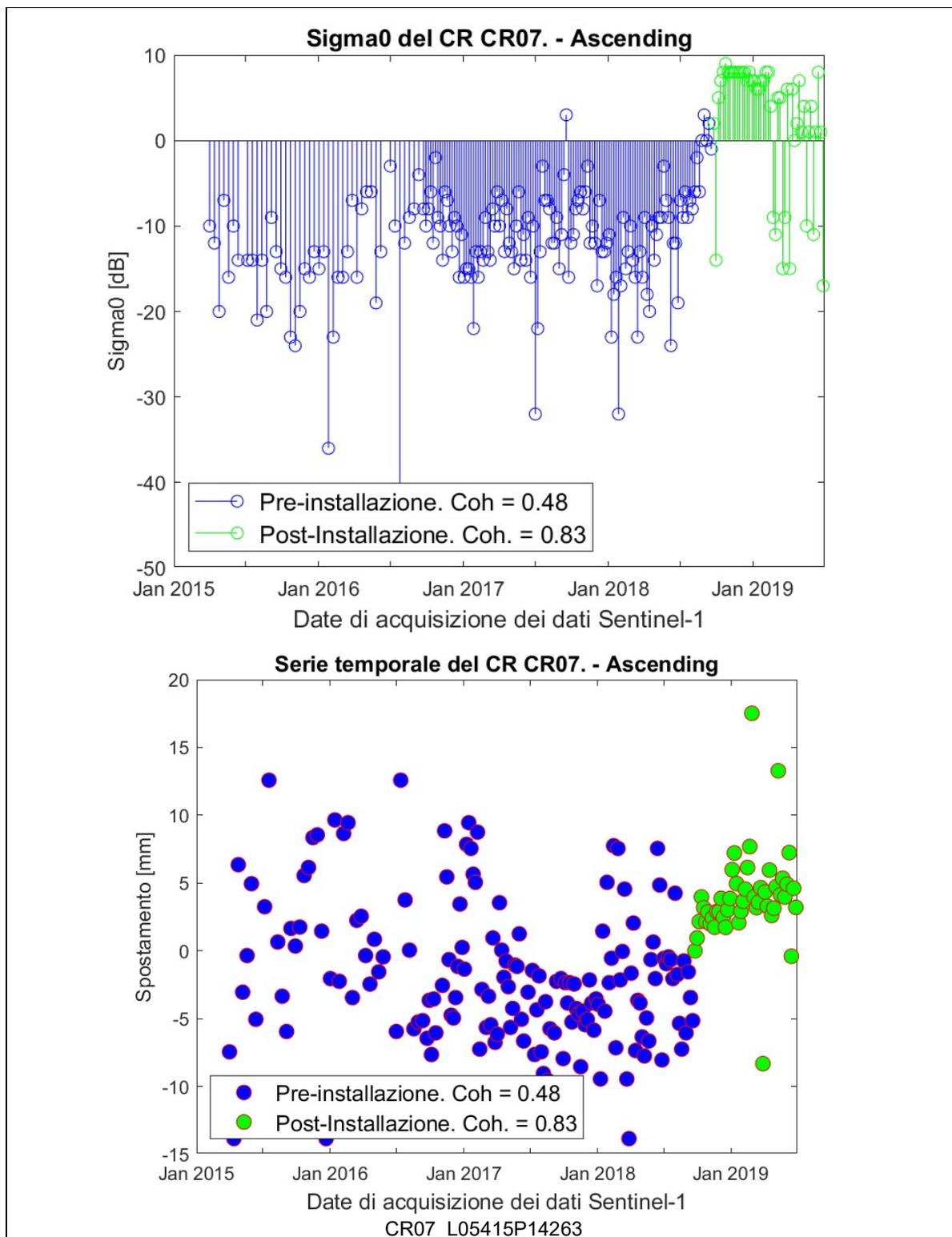
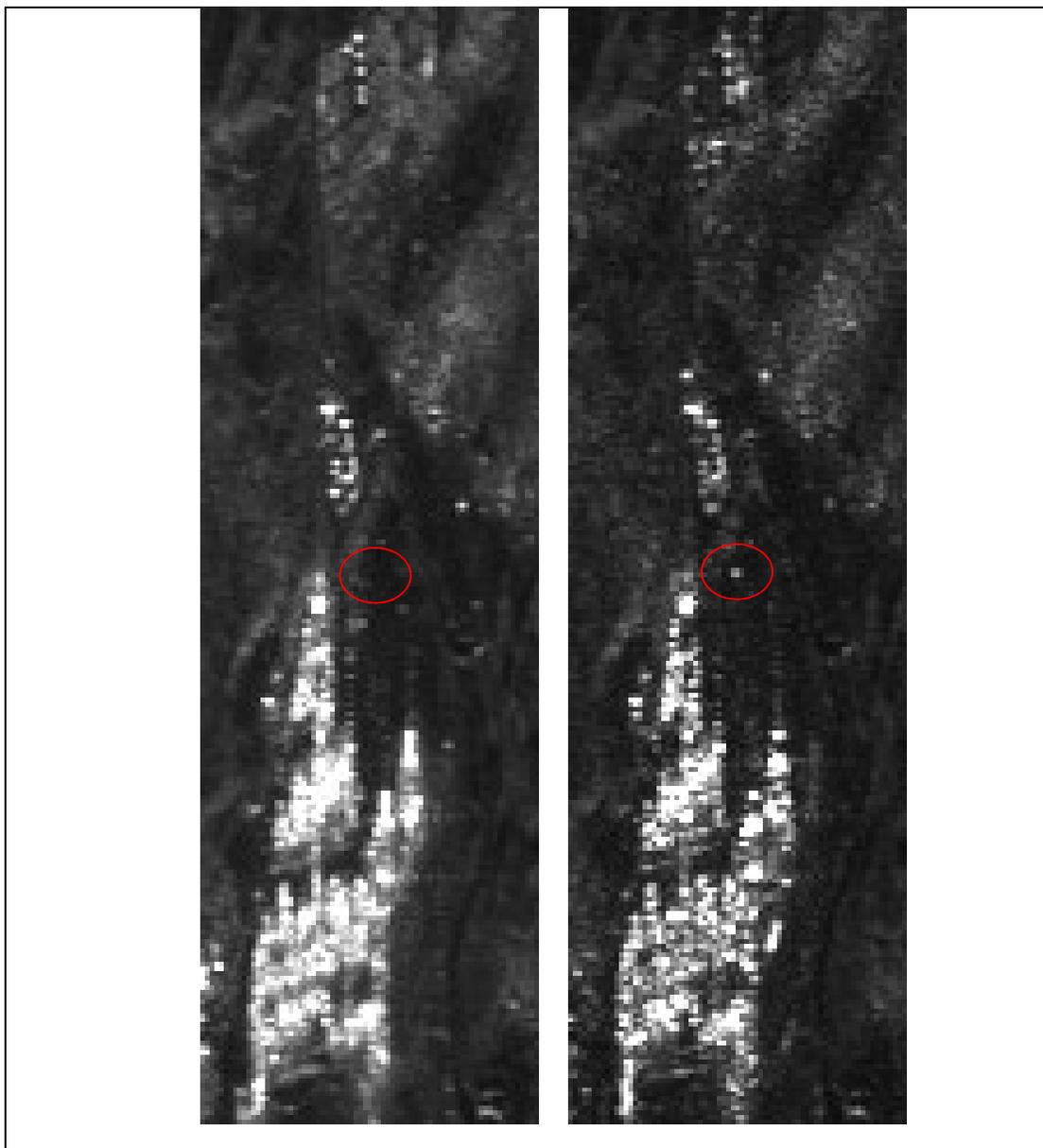


Fig. 0.26: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR07. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione. Per alcune date sono evidenti misure rumorose.

### 1.1.14. Dataset Descending



*Fig. 0.27: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR07. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

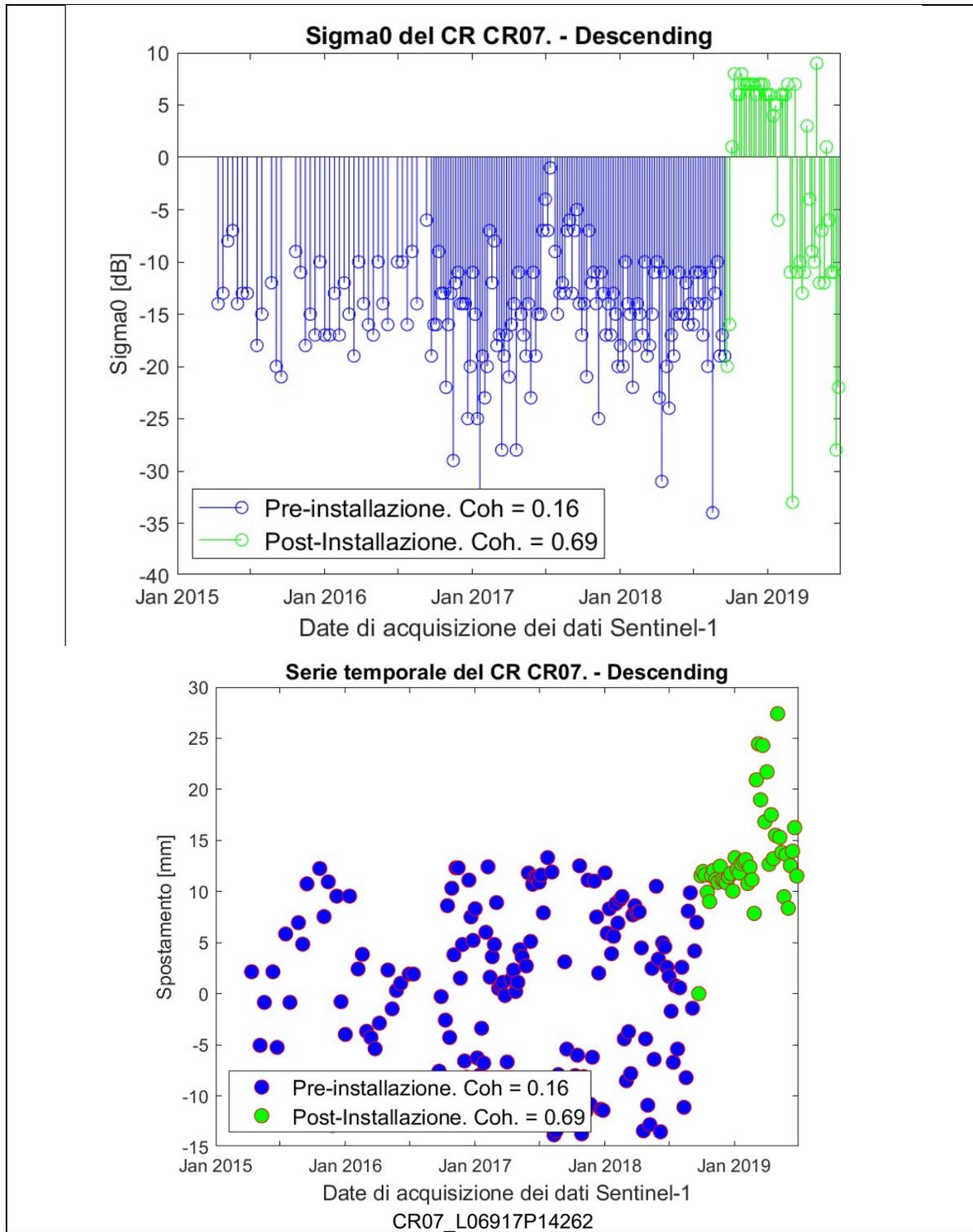
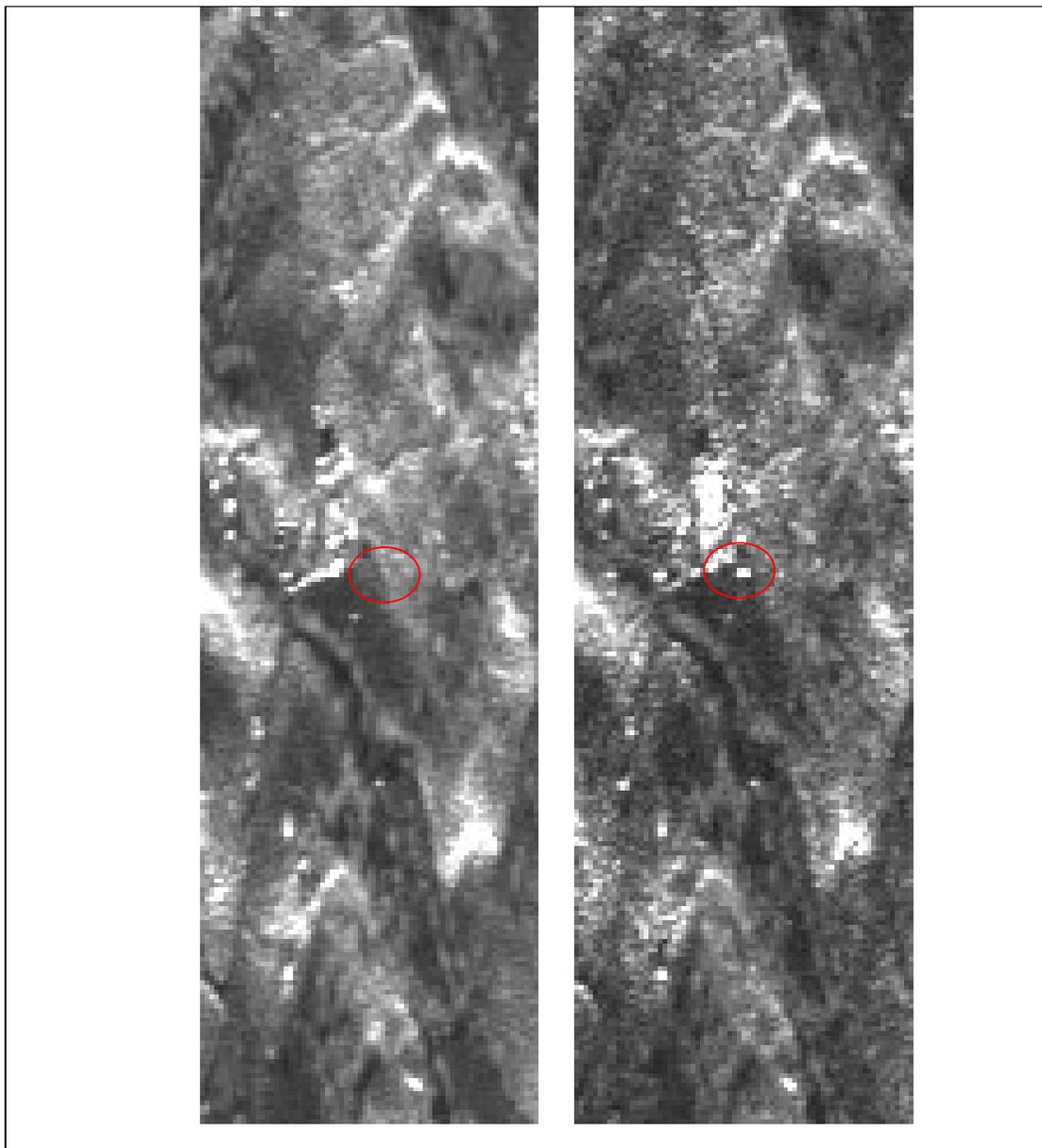


Fig. 0.28: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR07. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR08

### 1.1.15. Dataset Ascending



*Fig. 0.29: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR08. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

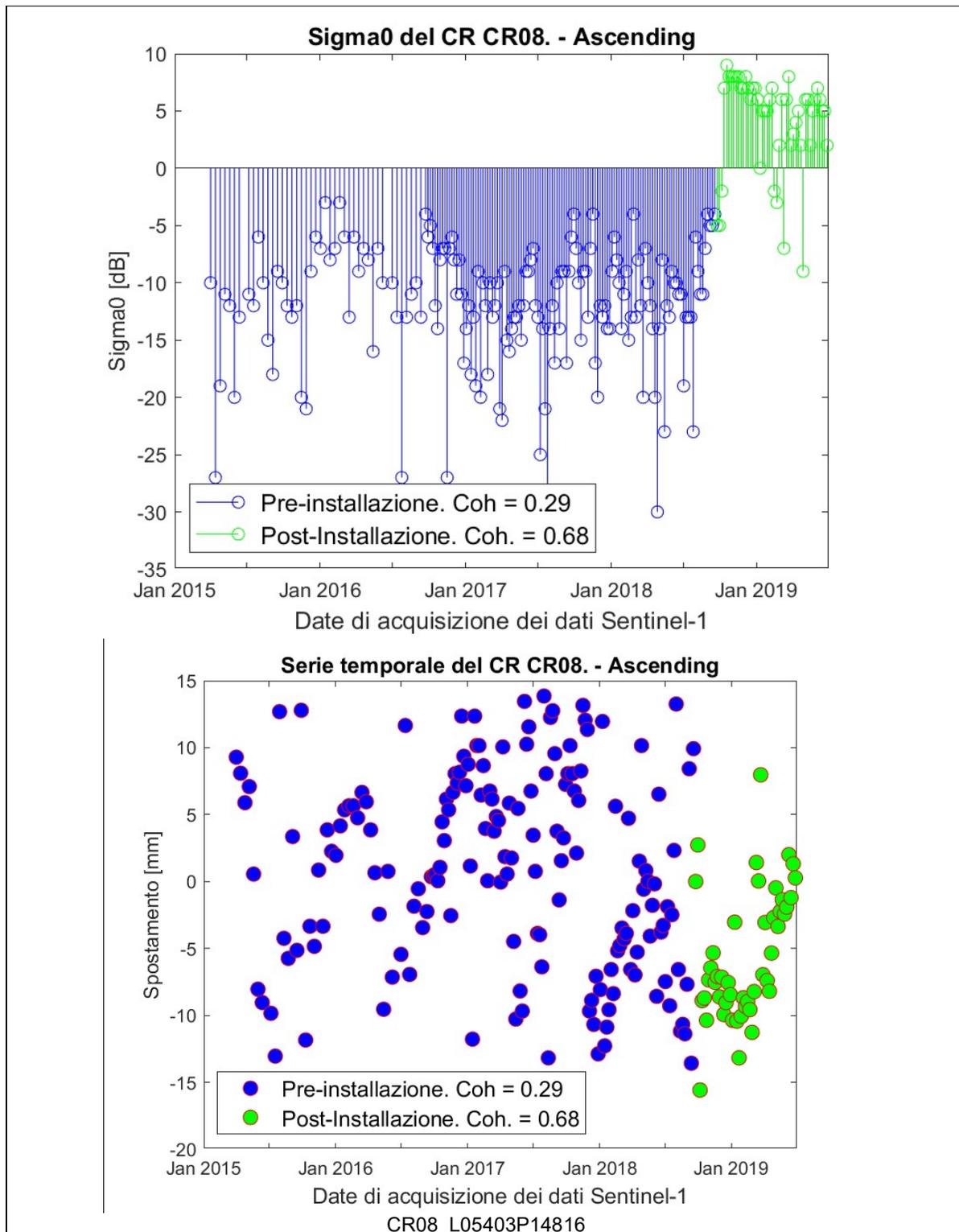


Fig. 0.30: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR08. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

### 1.1.16. Dataset Descending

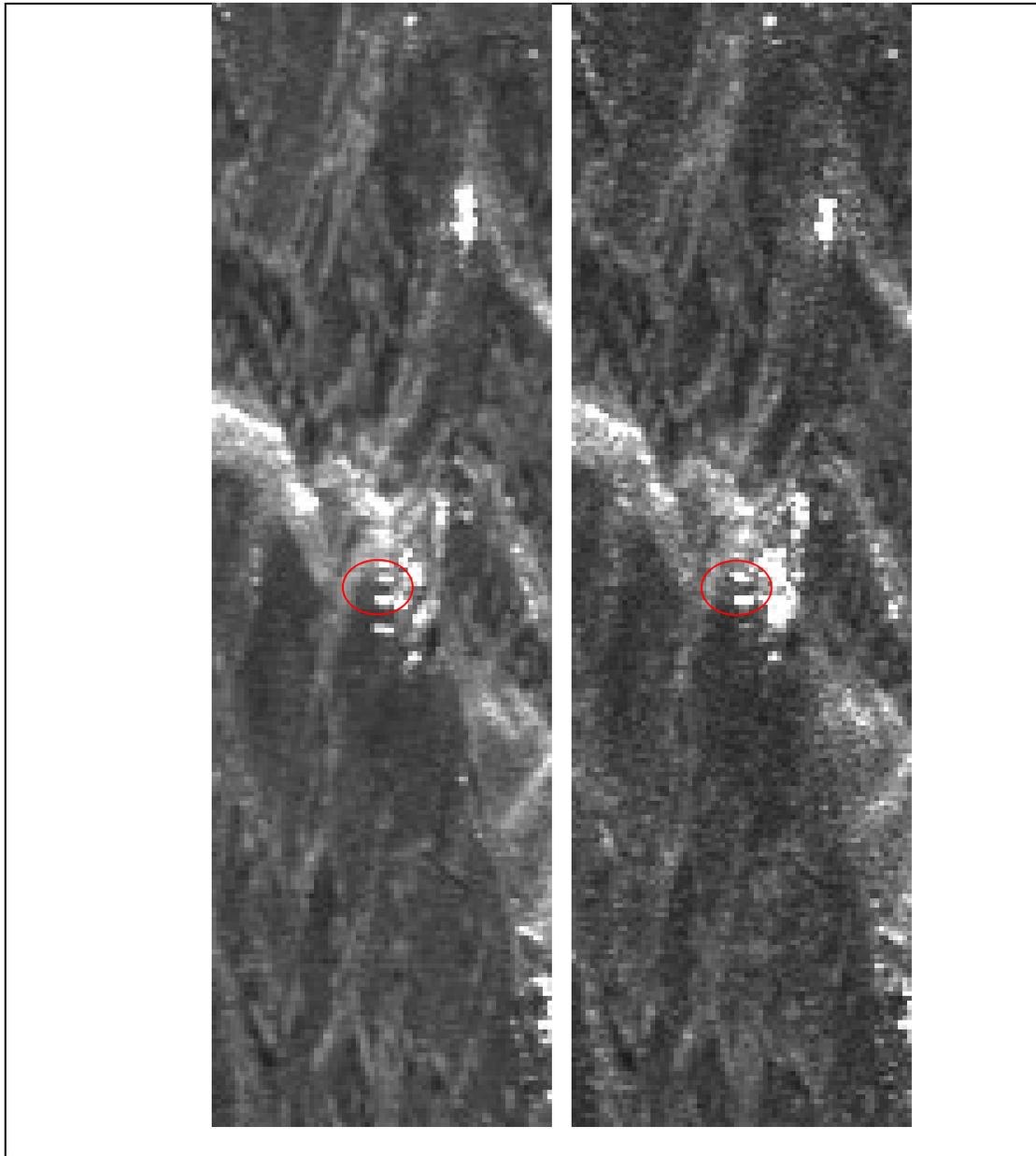


Fig. 0.31: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR08. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.

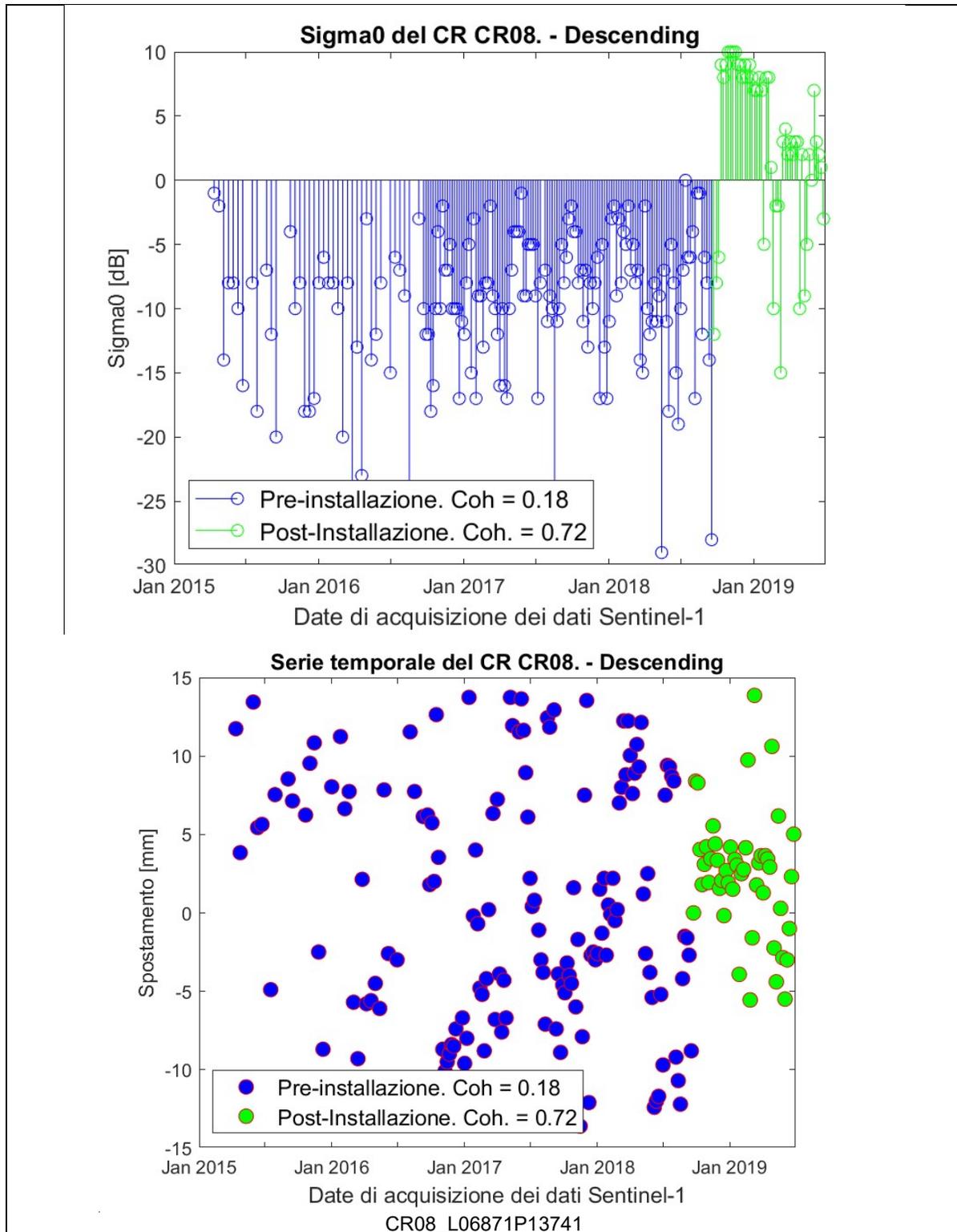
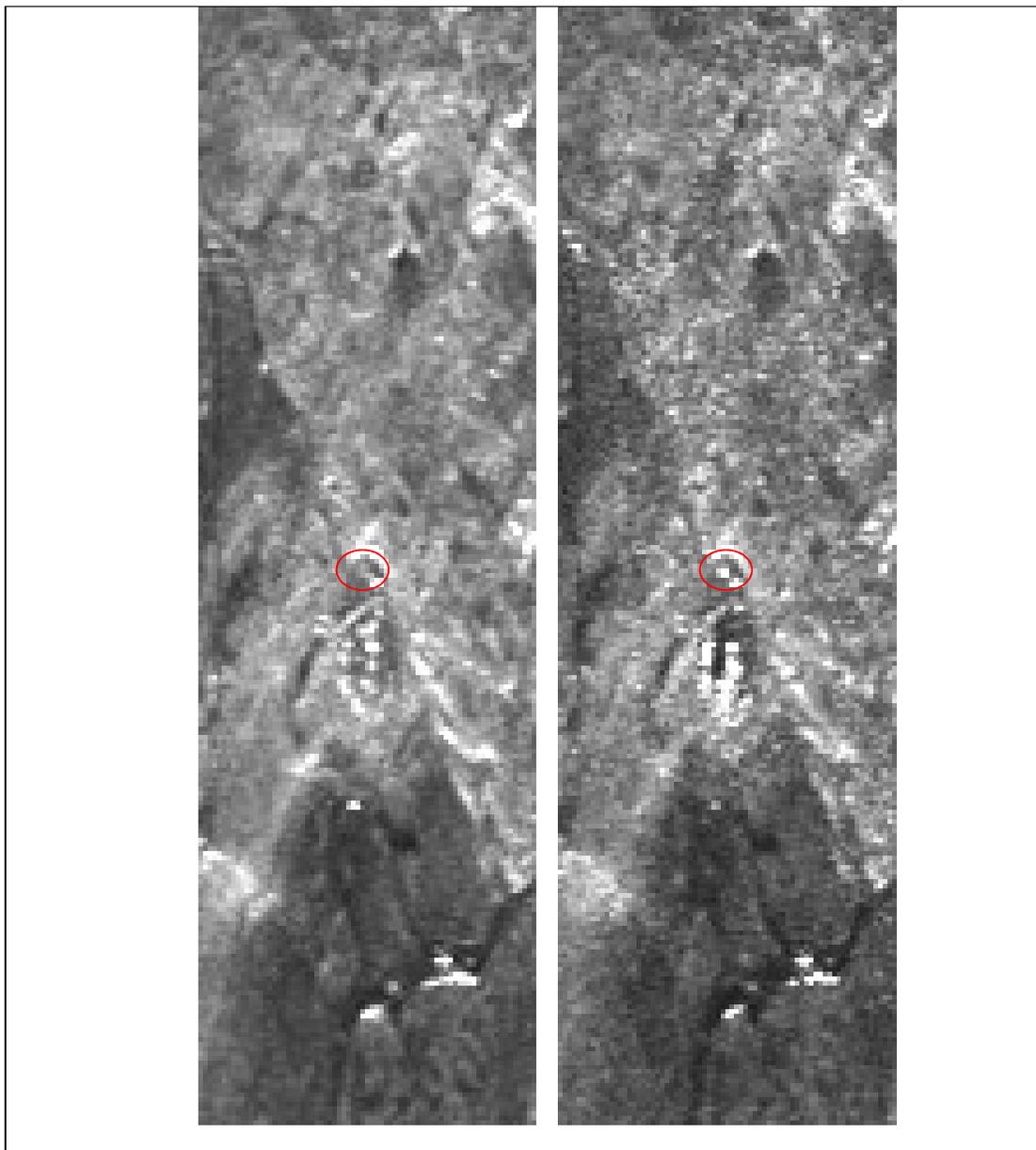


Fig. 0.32: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR08. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR09

### 1.1.17. Dataset Ascending



*Fig. 0.33: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR09. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

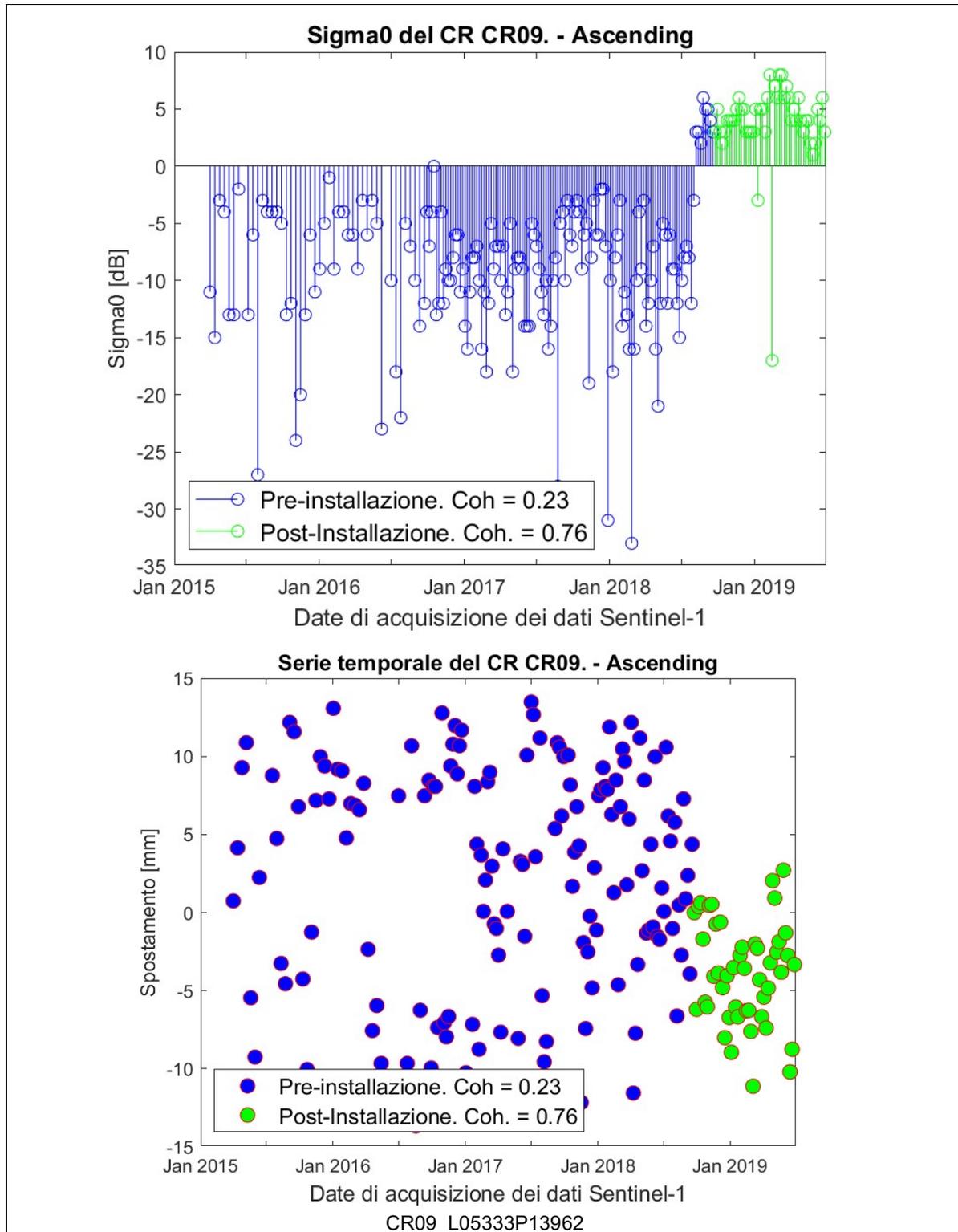
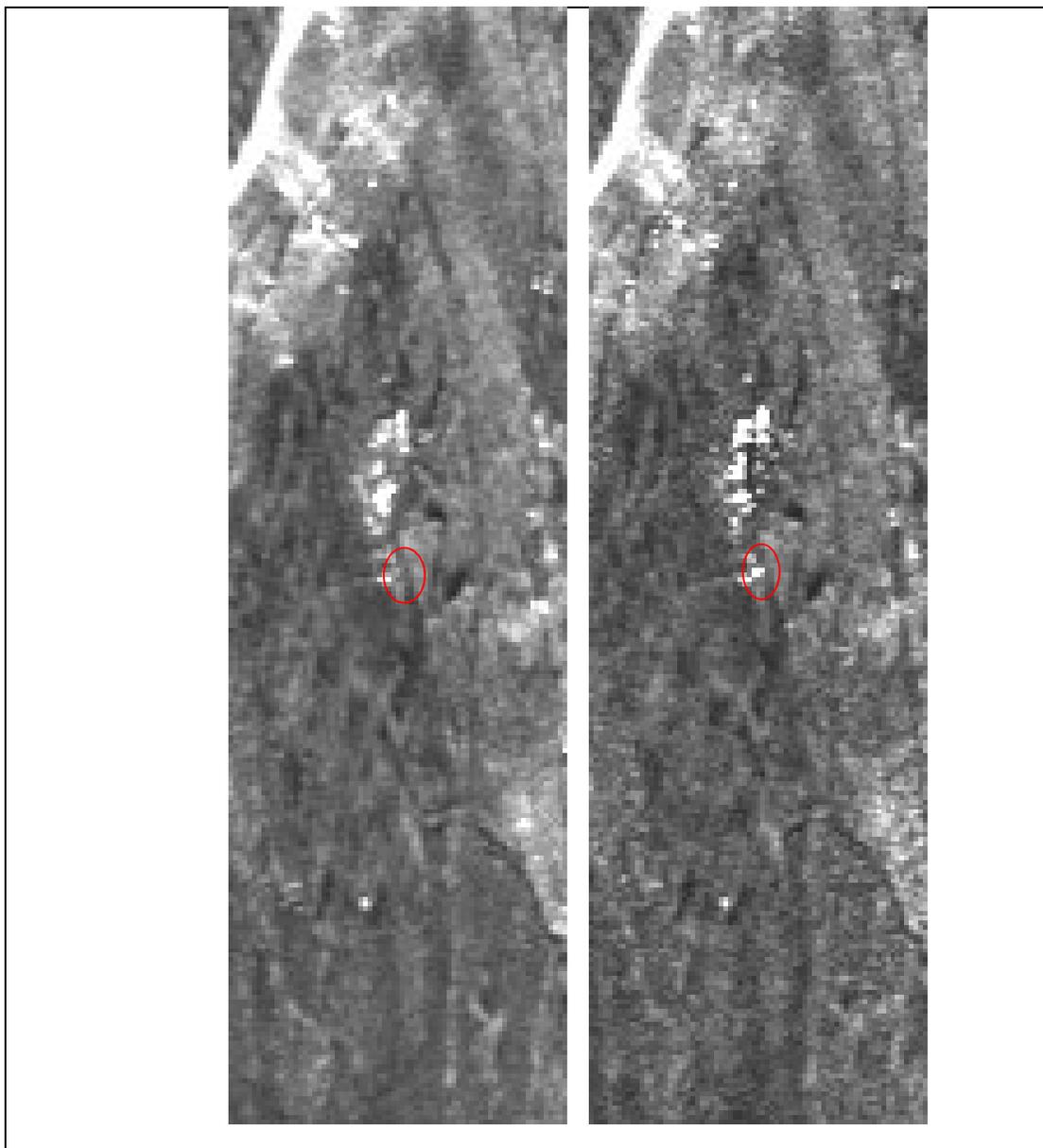


Fig. 0.34: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR09. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

### 1.1.18. Dataset Descending



*Fig. 0.35: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR09. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

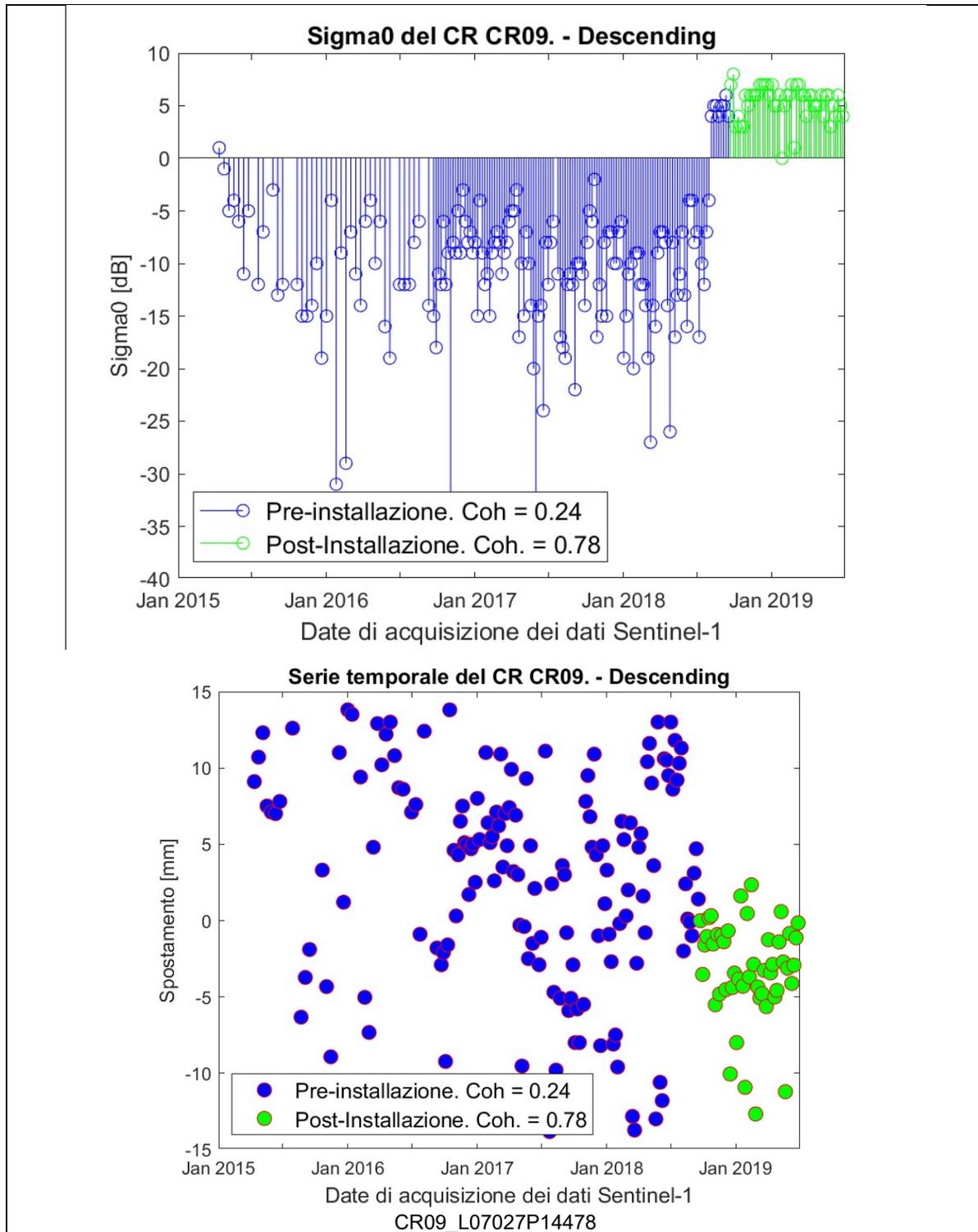
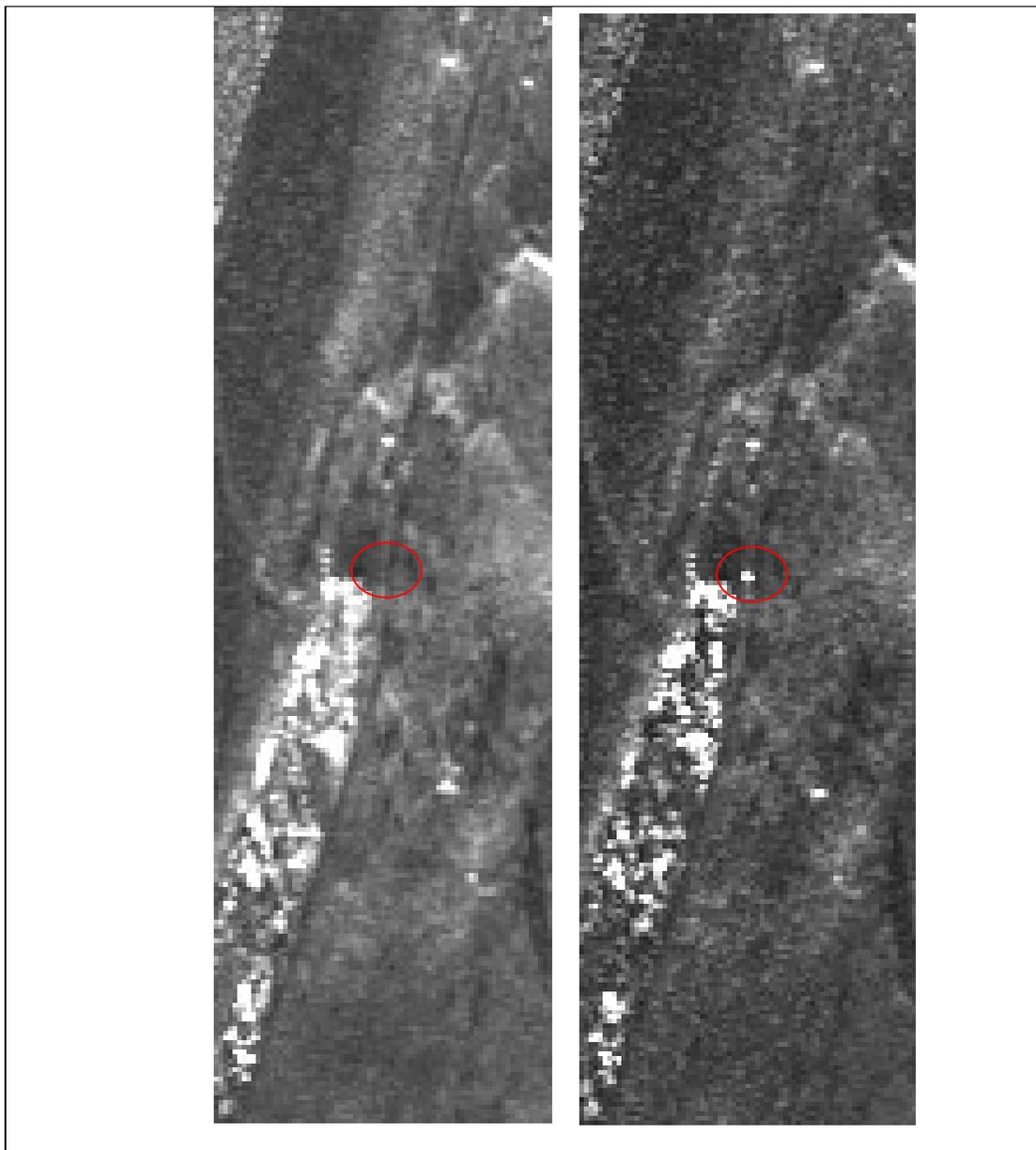


Fig. 0.36: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR09. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR10

### 1.1.19. Dataset Ascending



*Fig. 0.37: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR10. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

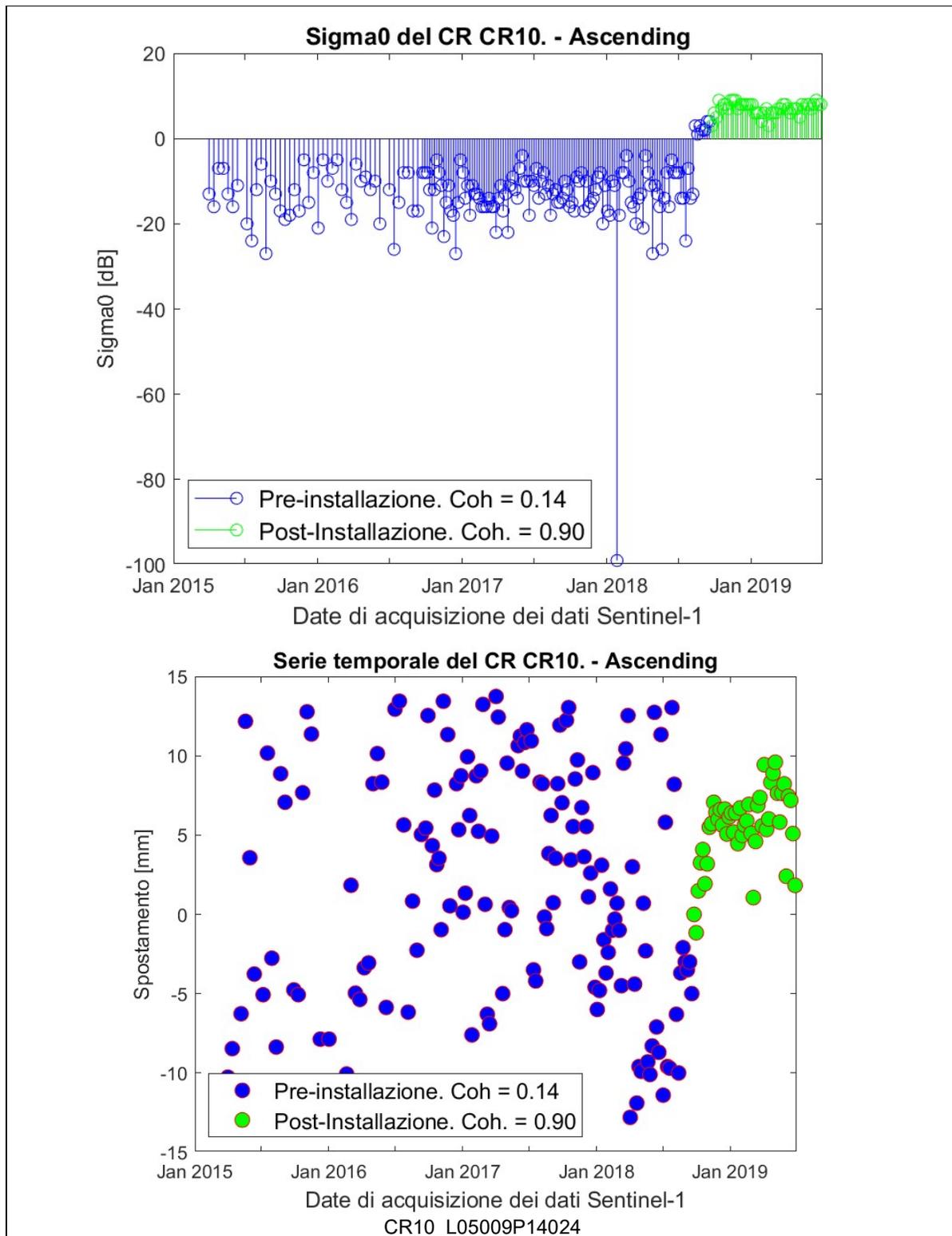
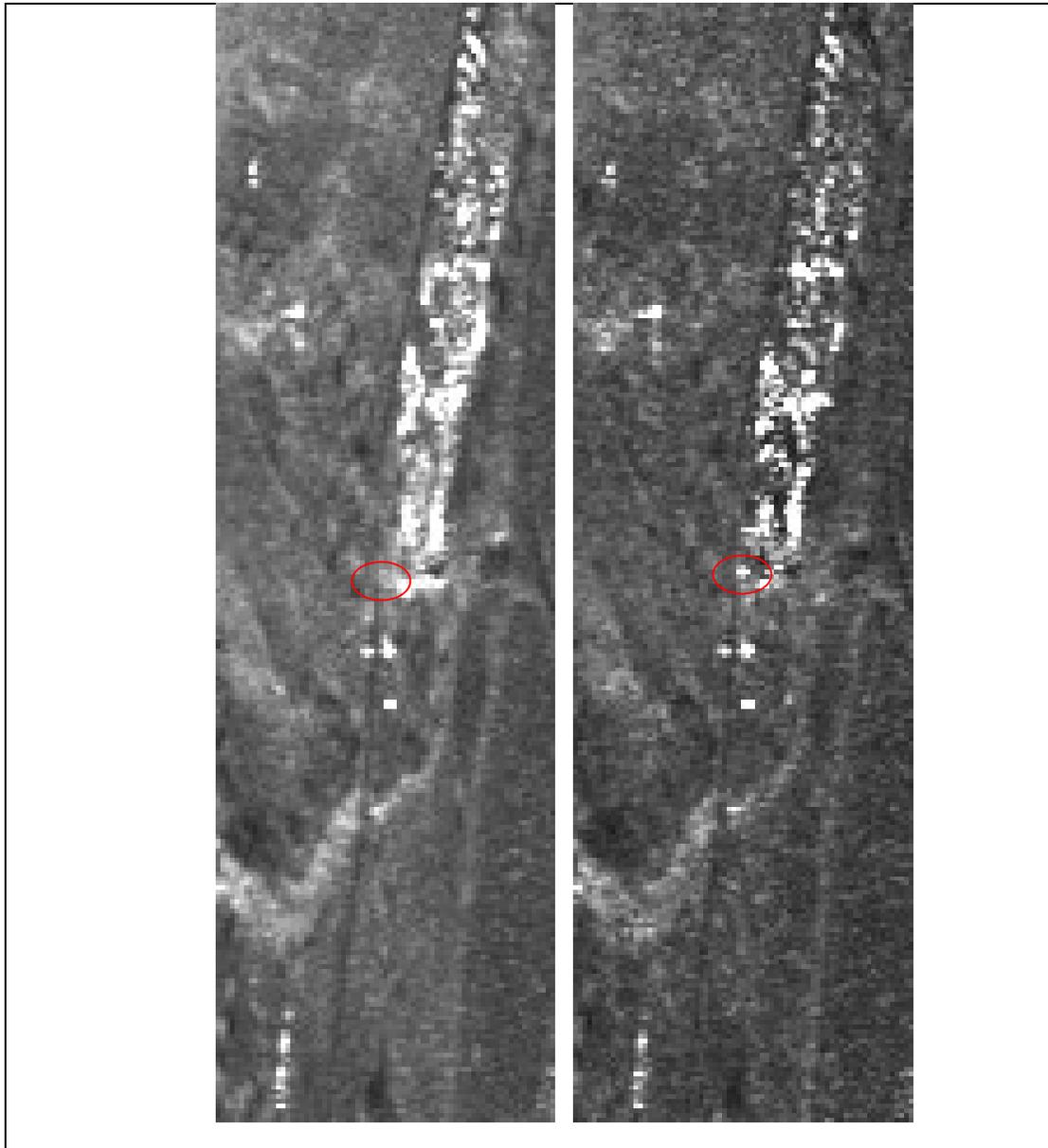


Fig. 0.38: Analisi della serie temporale (modalità ascendente) in corrispondenza del corner reflector CR10. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

### 1.1.20. Dataset Descending



*Fig. 0.39: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR10. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

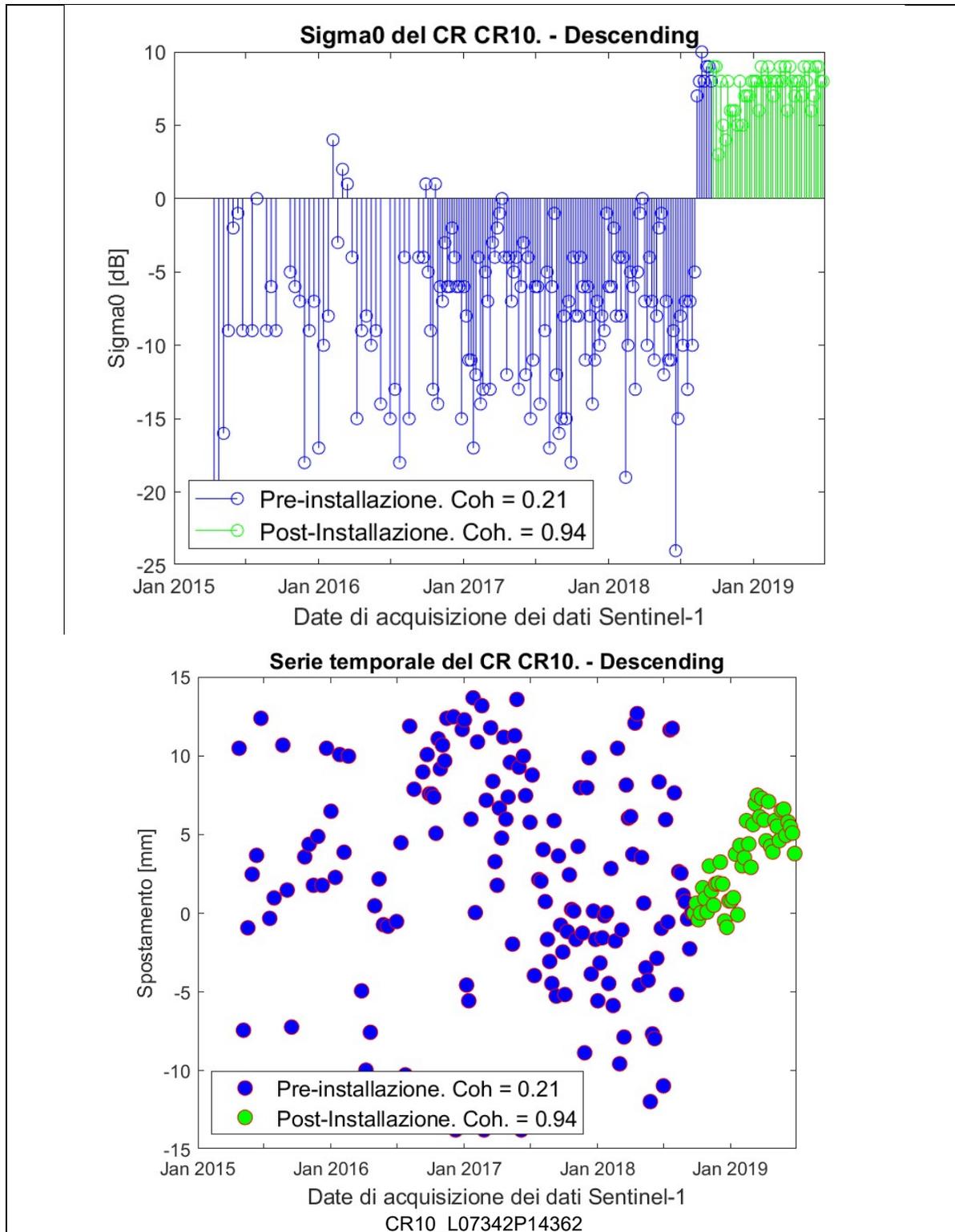
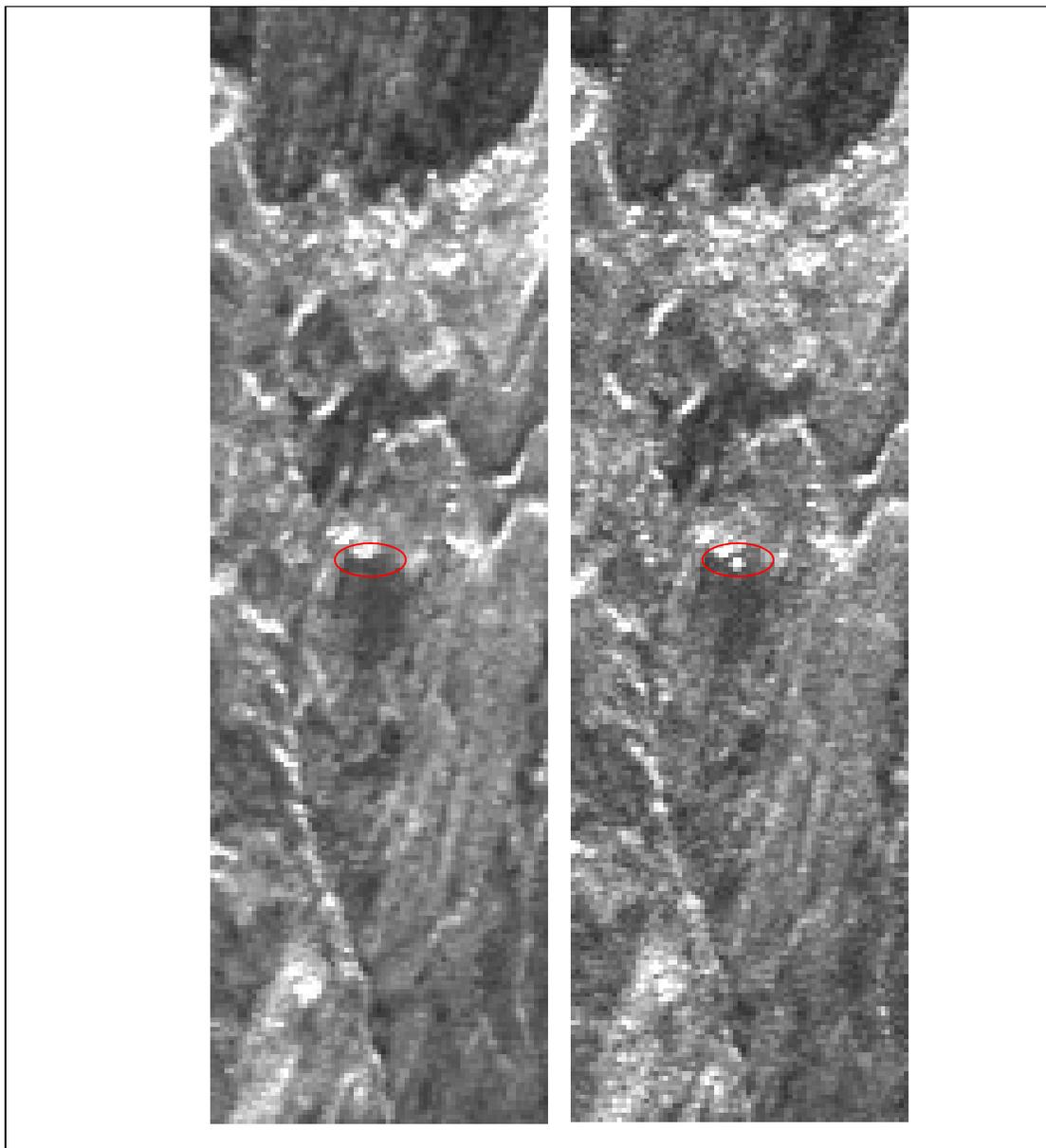


Fig. 0.40: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR10. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

## Corner Reflector CR11

### 1.1.21. Dataset Ascending



*Fig. 0.41: Immagini di intensità in modalità ascending centrate sul corner reflector CR11. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

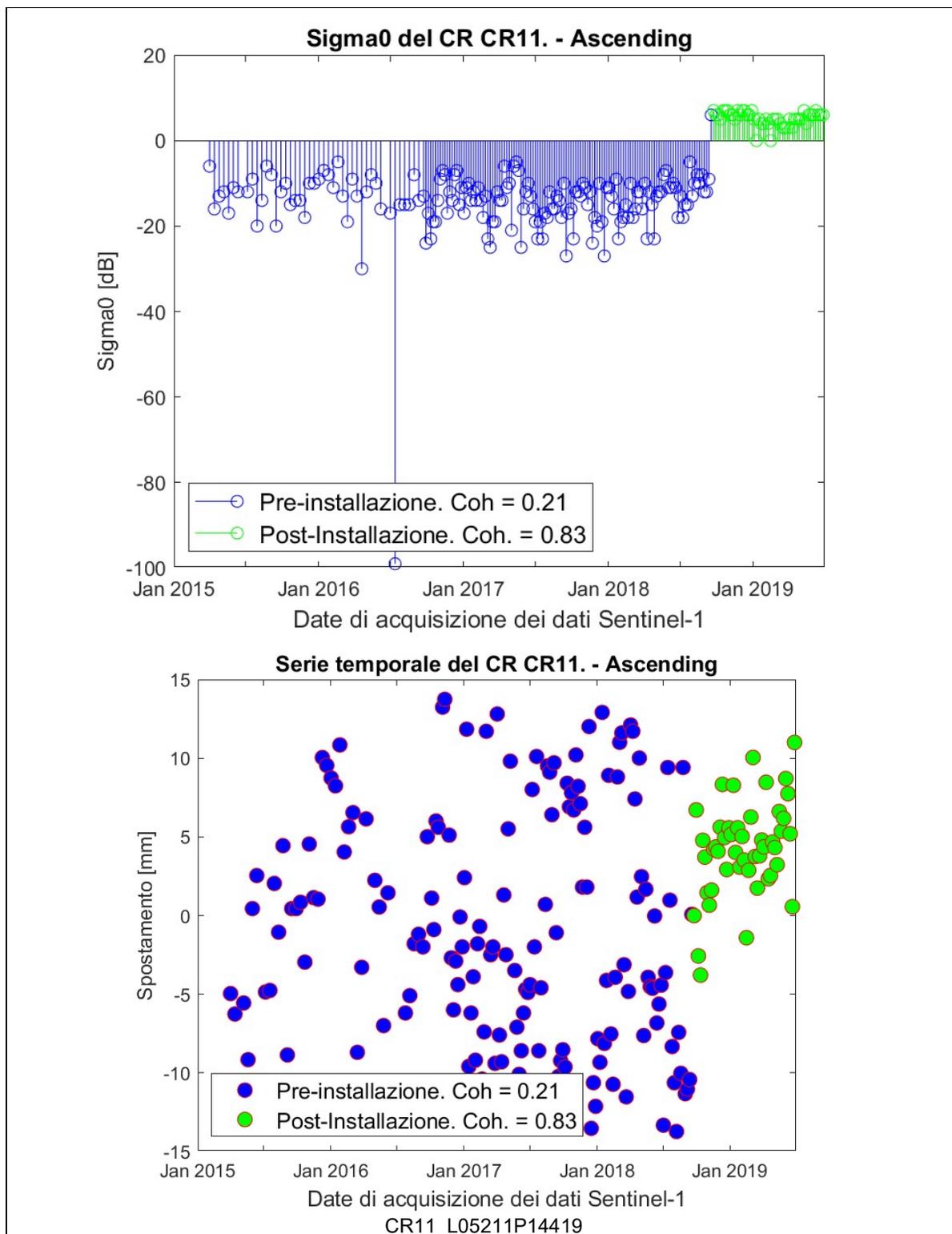
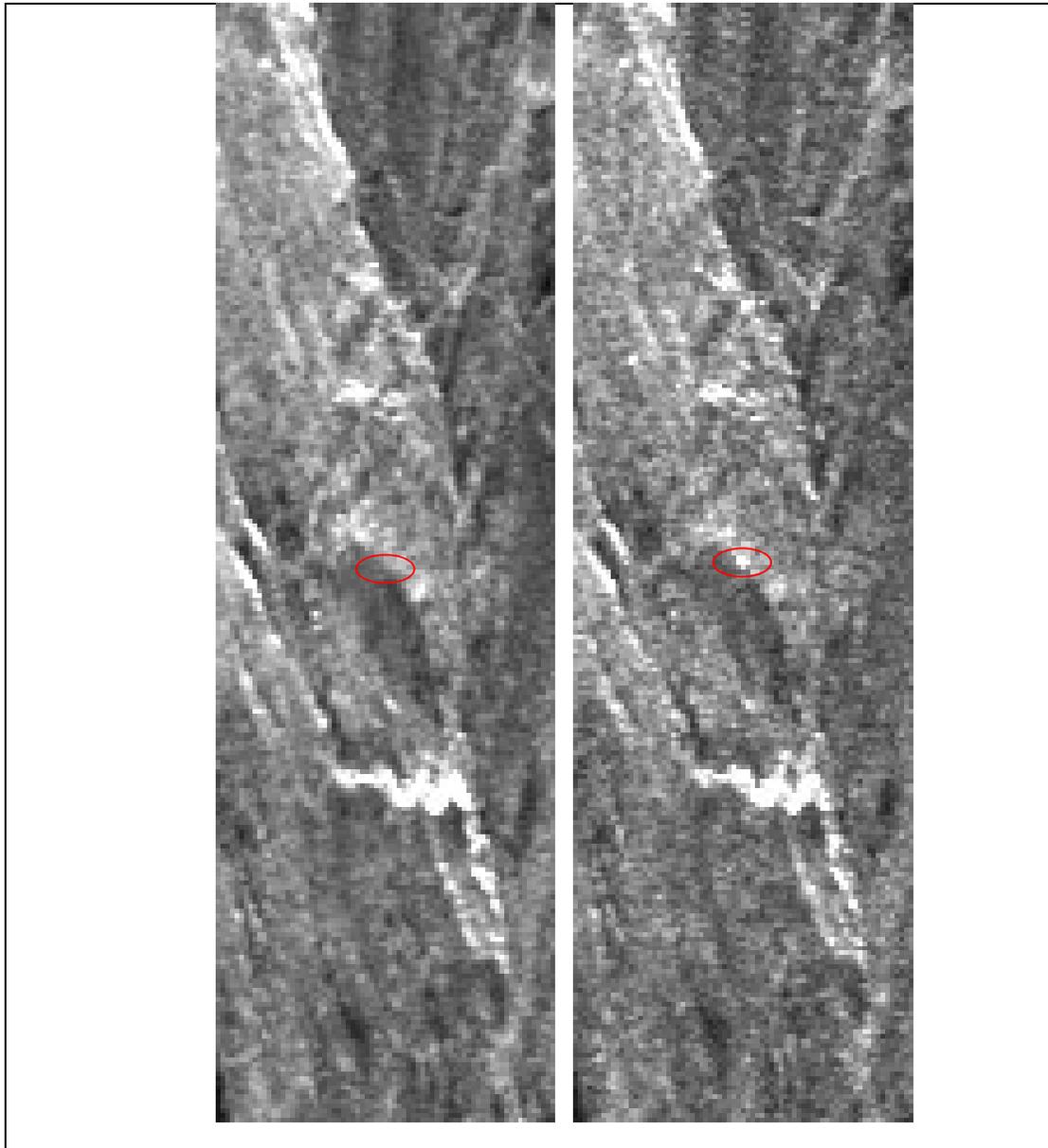


Fig. 0.42: Analisi della serie temporale (modalità ascending) in corrispondenza del corner reflector CR11. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

### 1.1.22. Dataset Descending



*Fig. 0.43: Immagini di intensità in modalità descending centrate sul corner reflector CR11. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il cerchio di colore rosso indica la posizione del corner reflector.*

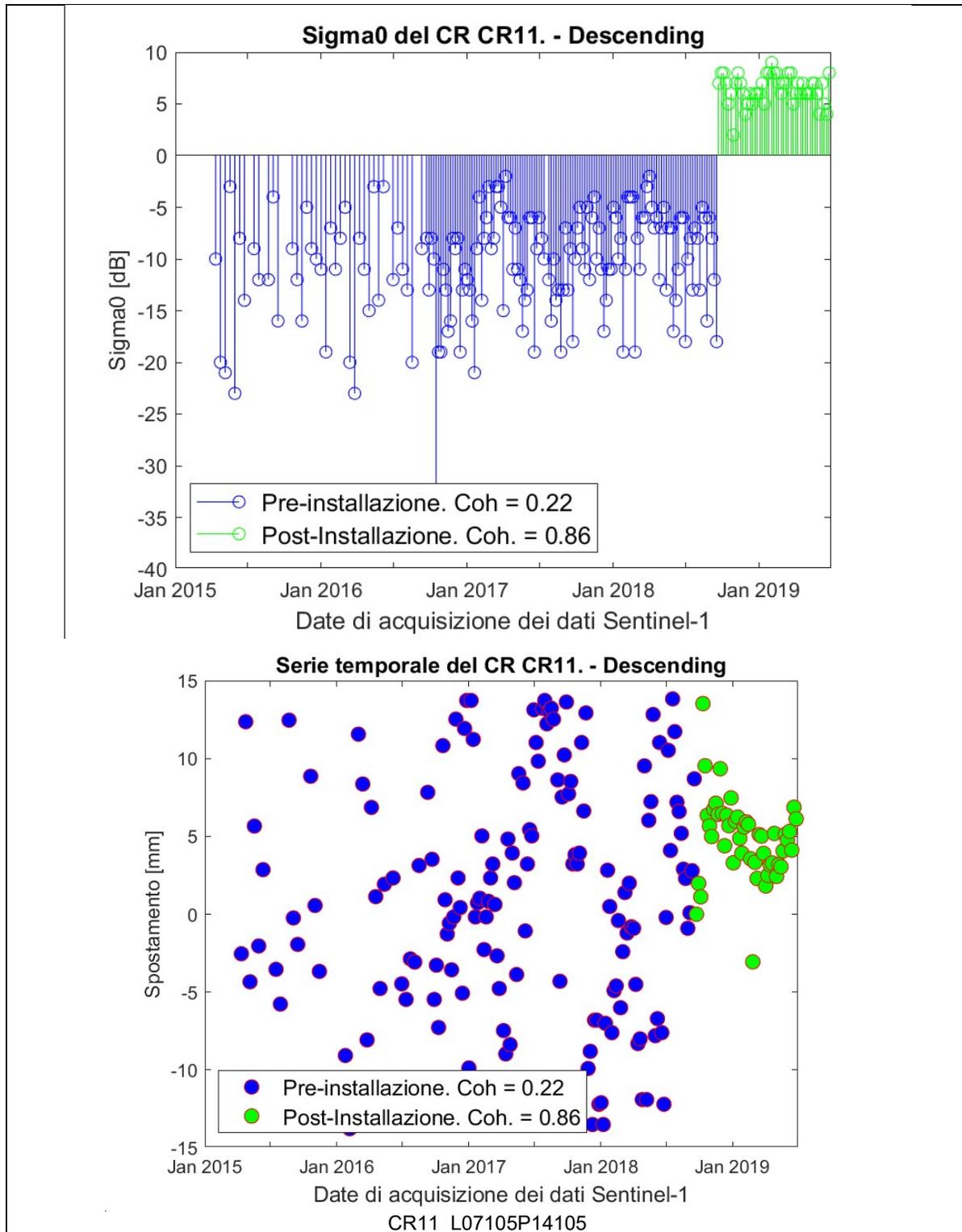


Fig. 0.44: Analisi della serie temporale (modalità descending) in corrispondenza del corner reflector CR11. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.