



Rapporto periodico n. 2

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

TOTAL E&P ITALIA S.p.A.

Tempa Rossa



Document Id.:	pkb011-215-1.1_86	
Approved by:	Sergio Samarelli	07/05/2019
Checked by:	Vincenzo Massimi	07/05/2019

© 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.....	3
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
ACRONIMI	5
INTRODUZIONE	6
AREA DI INTERESSE.....	7
ELABORAZIONE DEI DATI SAR	8
SISTEMA DI RIFERIMENTO	10
1. MISURE INTERFEROMETRICHE.....	11
1.1 Sintesi	11
1.2 Dettaglio pozzi di produzione e centro oli	21
1.3 Dati consegnati.....	30
1.4 Analisi della qualità della risposta di fase interferometrica (Sentinel- 1) dei Corner Reflector installati sul sito di Gorgoglione.....	31
1.4.1 Descrizione della metodologia e dei risultati ottenuti.....	32
1.5 Coordinate stazioni permanenti GNSS	36
CONCLUSIONI	37
ALLEGATO A – ELENCO IMMAGINI SENTINEL-1 PROCESSATE	38
ALLEGATO B – DETTAGLI E GRAFICI A SUPPORTO DELL’ANALISI DEI CR	41

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 il rapporto periodico numero 1 [RD5], rappresenta la relazione tecnica del secondo rapporto periodico inerente le attività di elaborazione interferometrica di dati radar acquisiti dai satelliti Sentinel-1 fino a fine dicembre 2018 in geometria ascendente e discendente, per il monitoraggio dei movimenti superficiali nell'area della concessione Gorgoglione.

In questa seconda fase è stata inoltre completata la verifica preliminare di visibilità satellitare di tutti gli 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 rispettive coordinate.

L'analisi interferometrica ha permesso di aggiornare le misure di spostamento integrando, ai risultati del primo rapporto (periodo Ottobre 2014 – Giugno 2018), l'analisi di tutte le nuove immagini Sentinel-1 acquisite nel semestre che va da giugno 2018 a dicembre 2018. 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 Dicembre 2018, 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 – Dicembre 2018	Si	Le misure aggiornate confermano i trend misurati nel primo 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
- [RD4] pkm106-02-1.5 Rheticus Displacement Service Specification
- [RD5] pkb011-200-1.2_86 InSAR Monitoring Gorgoglione rapporto 1.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 Baseline¹ (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 presente secondo rapporto periodico contiene l'aggiornamento dei dati di spostamento in base alle immagini Sentinel-1 acquisite nel semestre Giugno - 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.
- Ulteriori rapporti semestrali, da Gennaio 2019 a Gennaio 2021, contenenti i successivi aggiornamenti dei dati di spostamento, fino ad includere tutte le misure acquisite nel biennio 2019-2020. Al termine di ogni elaborazione periodica tutti i dati di spostamento saranno consultabili attraverso la piattaforma Rheticus® Displacement.

In questo secondo rapporto sono state aggiornate le misure di spostamento contenute nel primo rapporto [RD5] attraverso l'analisi dei nuovi dati radar Sentinel-1 sia in orbita ascendente che discendente acquisite nel semestre Giugno – Dicembre 2018.

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;
- 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].

¹ 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.

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 km² (vedi Figura 1).

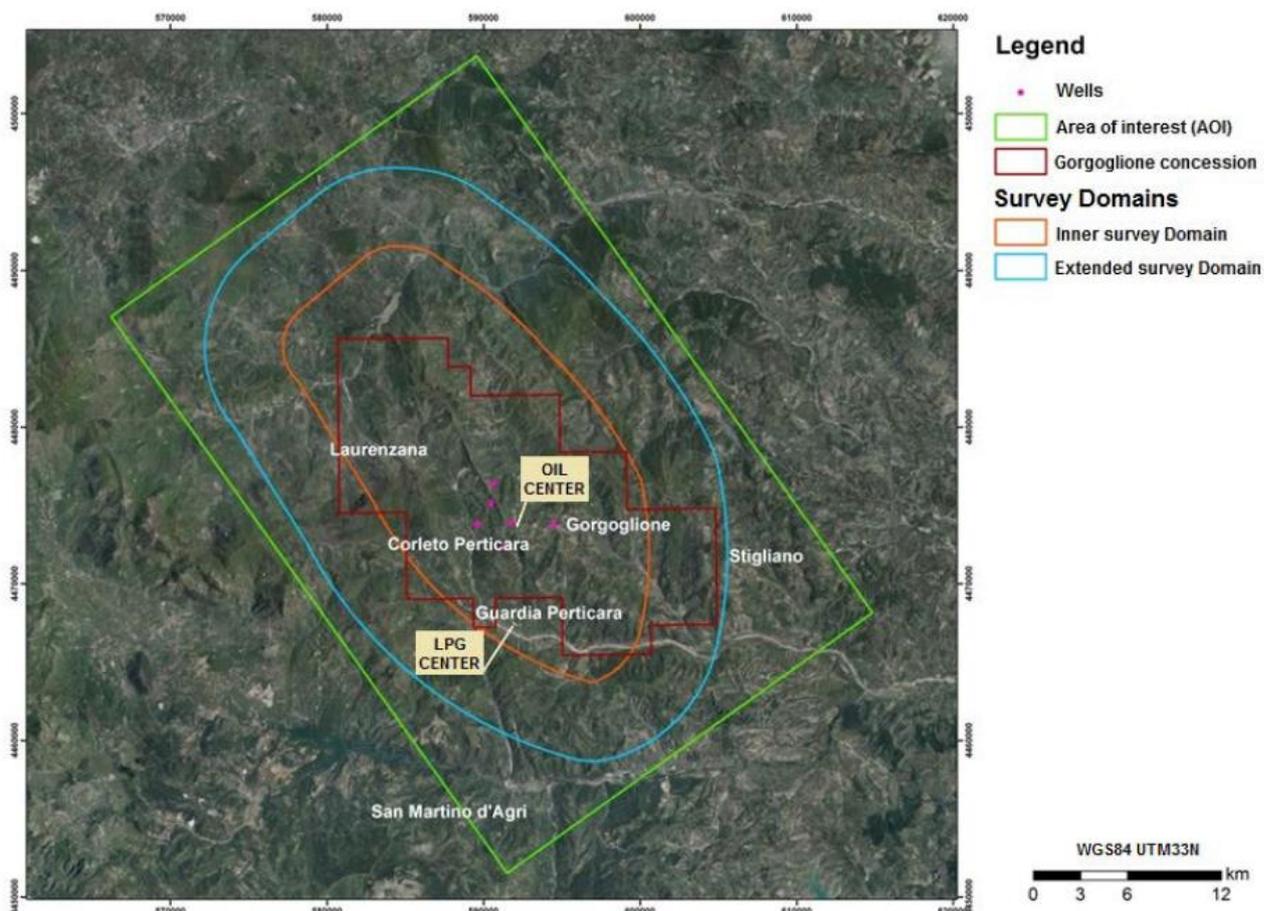


Figura 1. Area di interesse, Domini di rilevazione, Concessione Gorgoglione.

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 Dicembre 2018 utilizza gli stessi 2 data-set selezionati nel primo rapporto 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 Dicembre 2018.

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 – Dicembre 2018
S1_ASC	Sentinel-1	Ascendente	2 Gennaio 2017	195
S1_DESC	Sentinel-1	Discendente	9 Ottobre 2016	188

La Figura 2 mostra il numero e la distribuzione delle immagini Sentinel-1 processate nell'intervallo temporale complessivo che va da Ottobre 2014 a Dicembre 2018, sia in configurazione ascendente che discendente.

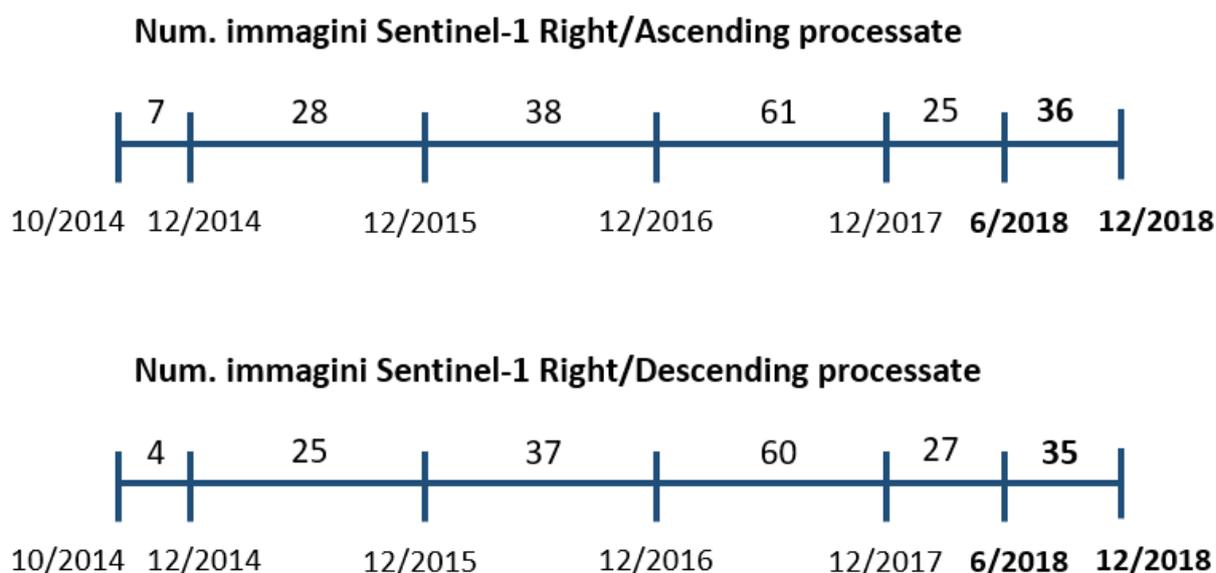


Figura 2: Numero immagini Sentinel-1 Right/Ascending e Right/Descending. In grassetto le nuove immagini acquisite nel semestre giugno – dicembre 2018.

Si osserva che il monitoraggio tramite immagini Sentinel-1 in modalità Right/Ascending copre l'intervallo temporale **ottobre 2014 – dicembre 2018** (dal 15/10/2014 al 29/12/2018) con un totale di 195 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 - dicembre 2018** (dal 14/10/2014 al 03/01/2019) con un totale di 188 acquisizioni.

L'annualità con il maggior numero di acquisizioni risulta essere il 2018, con un numero di acquisizioni pari a 62. 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 secondo rapporto, sono state aggiornate le misure di spostamento integrando le nuove immagini Sentinel-1 (ascending e descending) acquisite nel semestre giugno-dicembre 2018 dataset estendendo l'intervallo temporale al seguente periodo:

- Monitoraggio Ottobre 2014 – Dicembre 2018 sull'intera area di studio;

Questo secondo 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 primo rapporto [RD5]. 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 Dicembre 2018 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). Il valore di deviazione standard delle velocità medie, considerando solo i PS/DS aventi coerenza superiore a 0.60 per entrambi i dataset ascending e descending rispettivamente, non eccedono il valore di 1 mm/anno.

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. I valori di deviazione standard non eccedono il valore di 1 mm/anno sia per la componente orizzontale (Est-Ovest) che Verticale.

Dall'analisi delle misure di spostamento aggiornate a Dicembre 2018 non si evidenziano variazioni significative di velocità media sui centri abitati di Gorgoglione e Stigliano rispetto a quanto misurato nel primo rapporto [RD5].

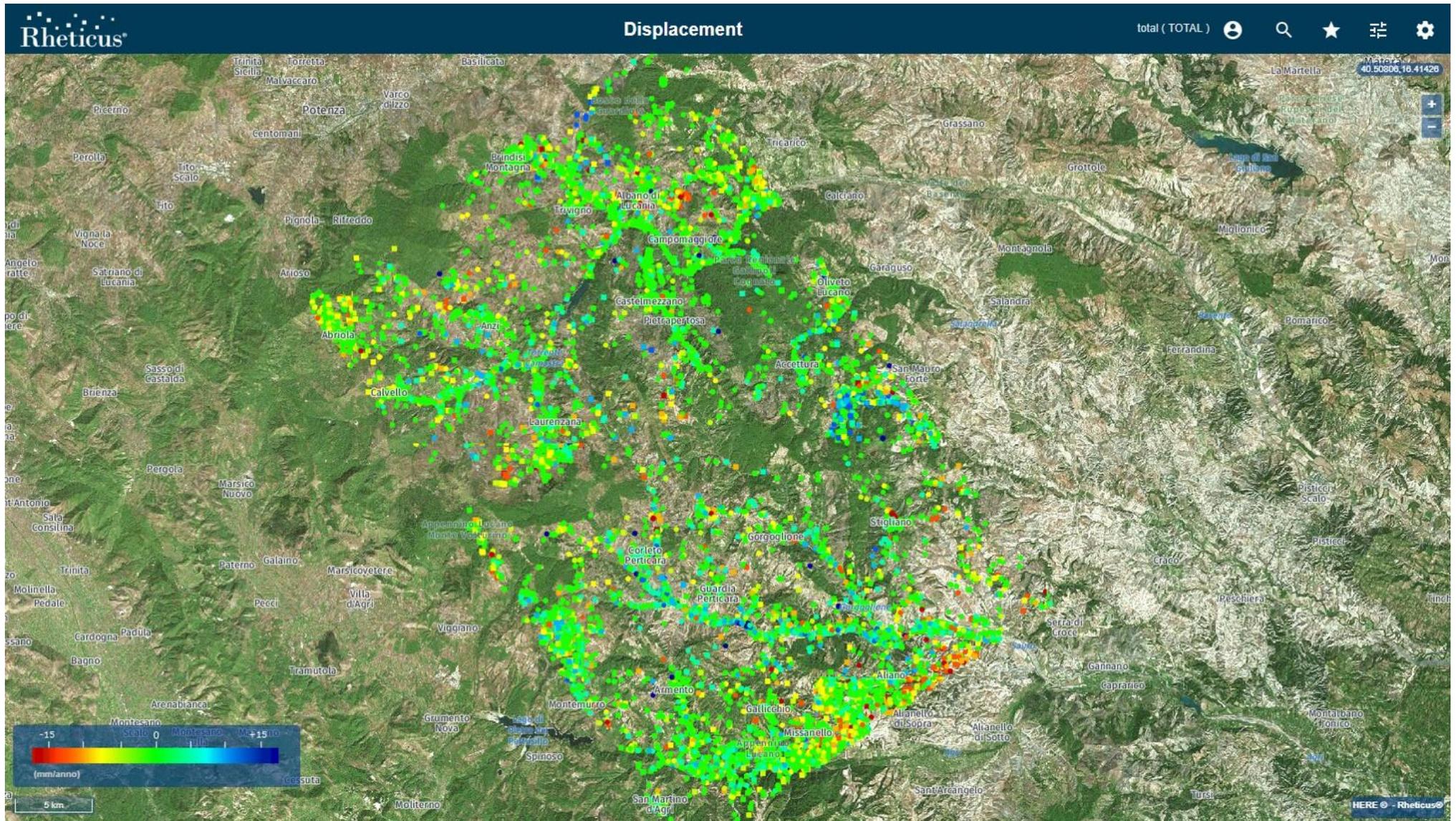


Figura 3: Mappa velocità media annua (mm/anno) lungo la LOS sul periodo esteso a Dicembre 2018 e ottenuta dal processamento del dataset Sentinel-1 in orbita ascending.

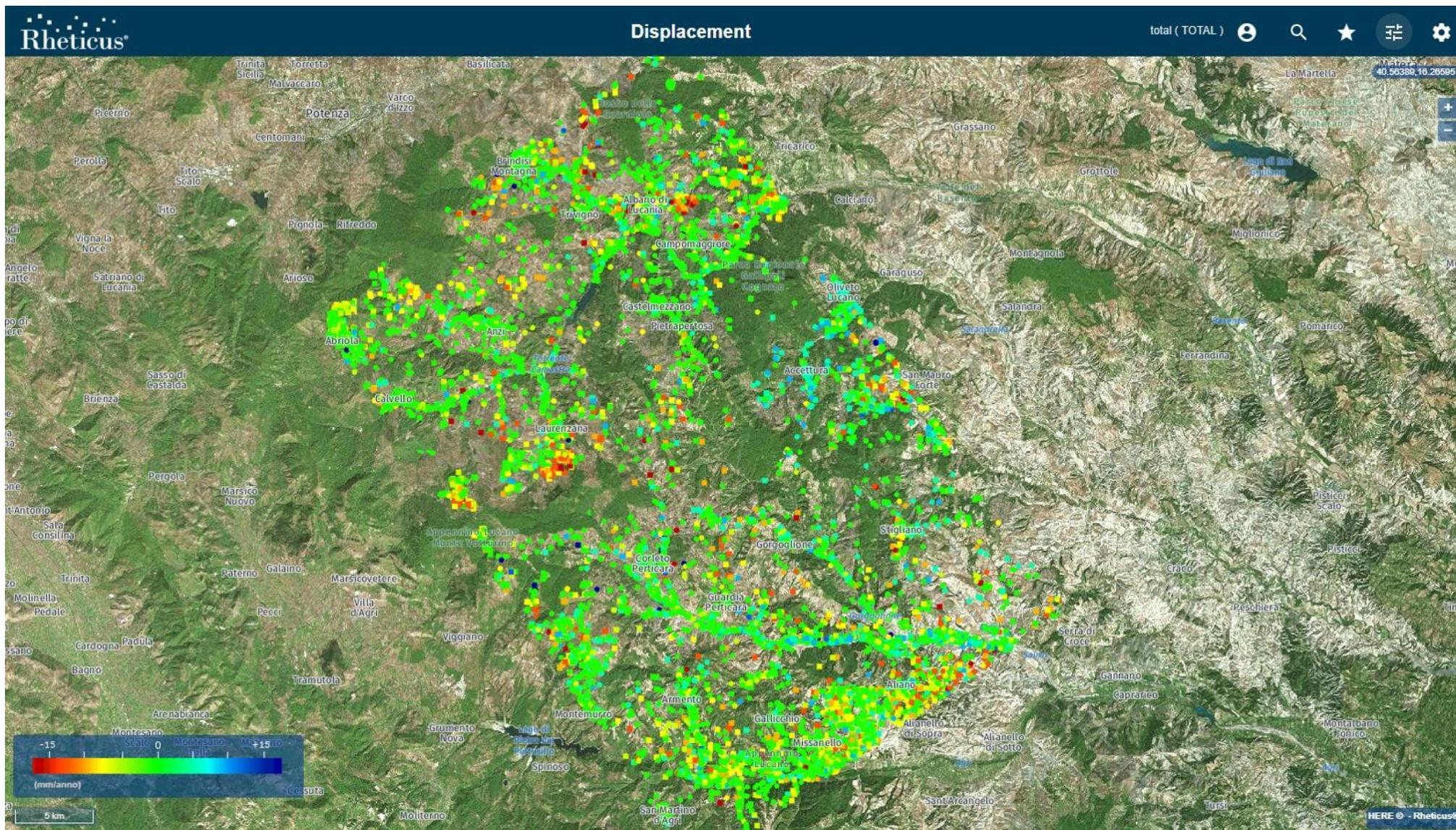


Figura 4: Mappa velocità media annua (mm/anno) lungo la LOS sul periodo esteso a Dicembre 2018 e ottenuta dal processamento del dataset Sentinel-1 in orbita descending.

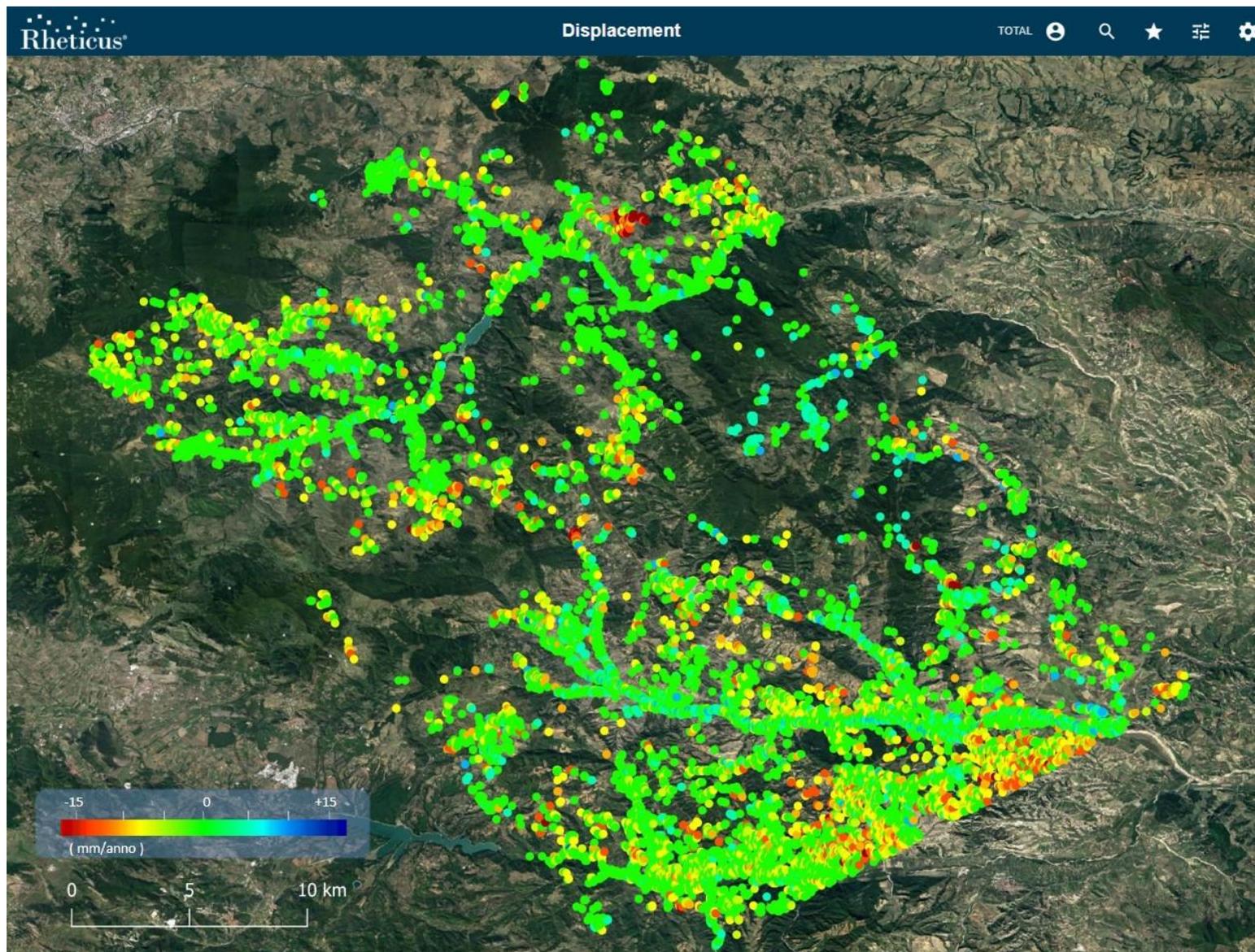


Figura 5: Mappa velocità media annua (mm/anno) lungo la direzione verticale sul periodo esteso a Dicembre 2018 ottenuta dalla combinazione delle immagini Ascending e Descending acquisite dal satellite Sentinel-1.

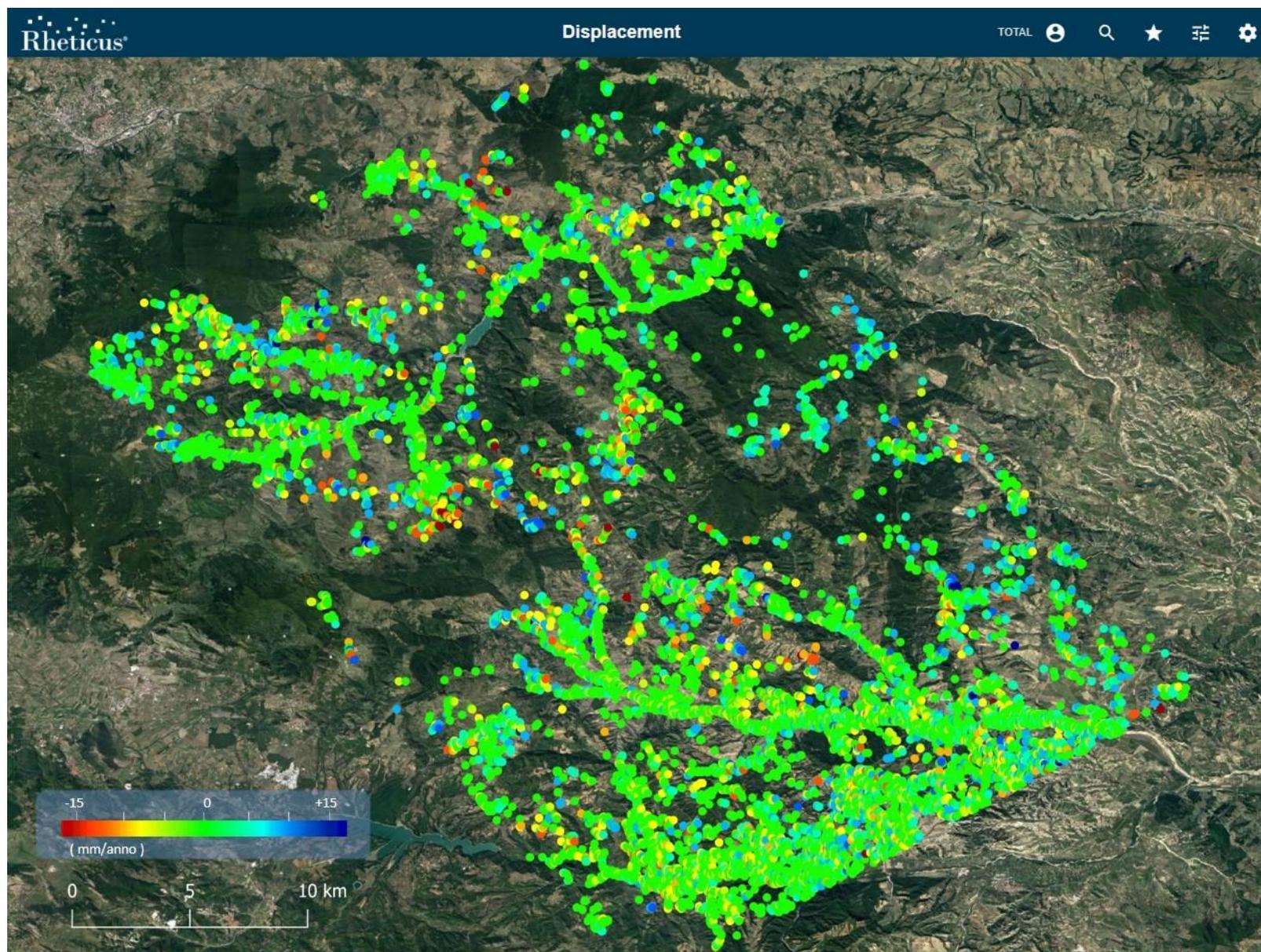


Figura 6: Mappa velocità media annua (mm/anno) in direzione Est(+) - Ovest(-) sul periodo esteso a Dicembre 2018 ottenuta dalla combinazione delle immagini Ascending e Descending acquisite dal satellite Sentinel-1.

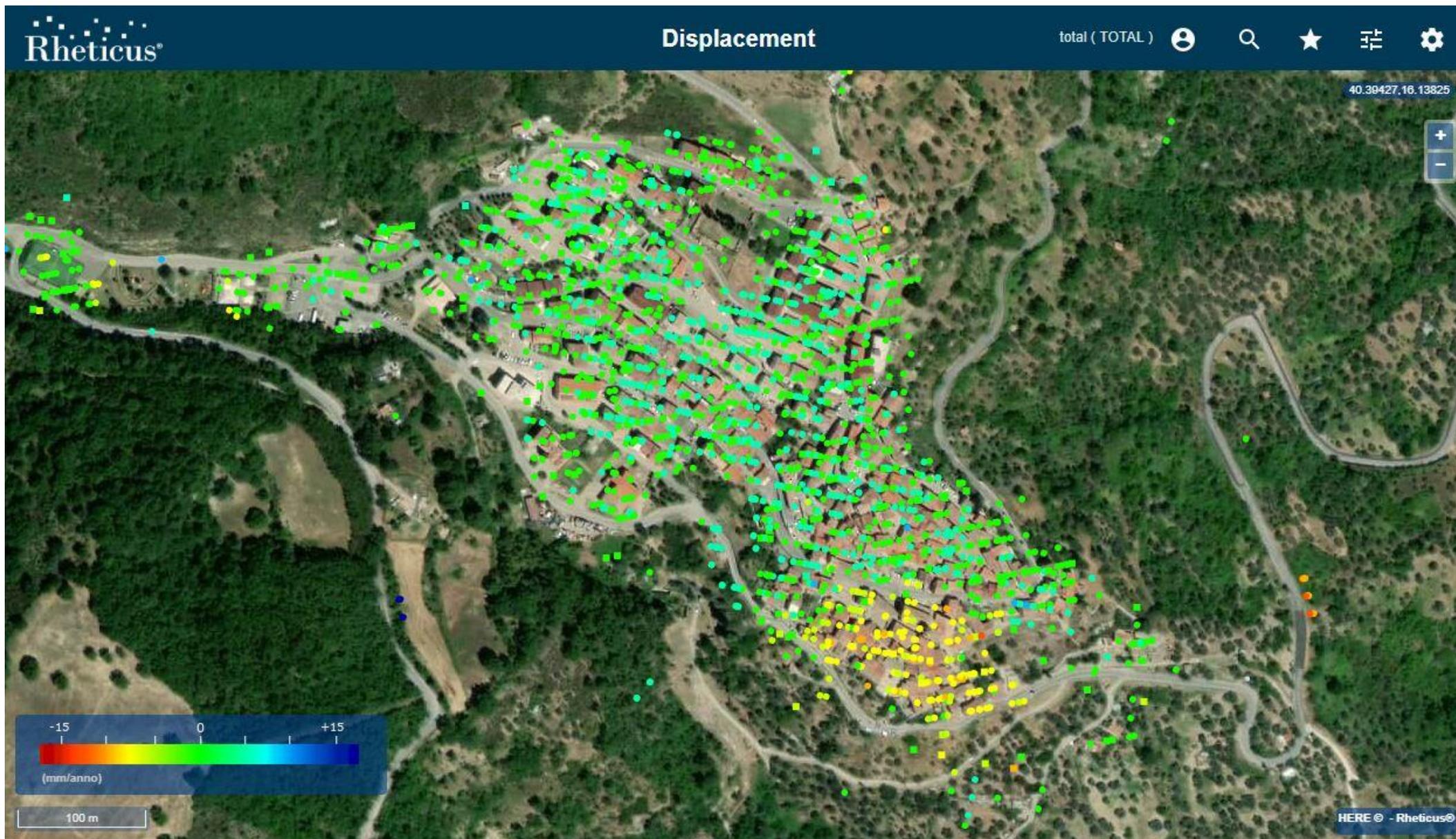


Figura 7: La mappa di velocità media (mm/anno) PS/DS sul centro abitato di Gorgoglione sul periodo esteso a Dicembre 2018 non mostra variazioni significative rispetto al precedente rapporto [RD5].



Figura 8: Serie temporale del DS (evidenziato dal puntatore blu nell'immagine) ad alta coerenza (0.98) situato al centro dell'area in movimento del centro abitato di Gorgoglione. La velocità media del DS sul periodo esteso a Dicembre 2018 è pari a -5 mm/anno in linea con quanto misurato nel precedente rapporto [RD5].

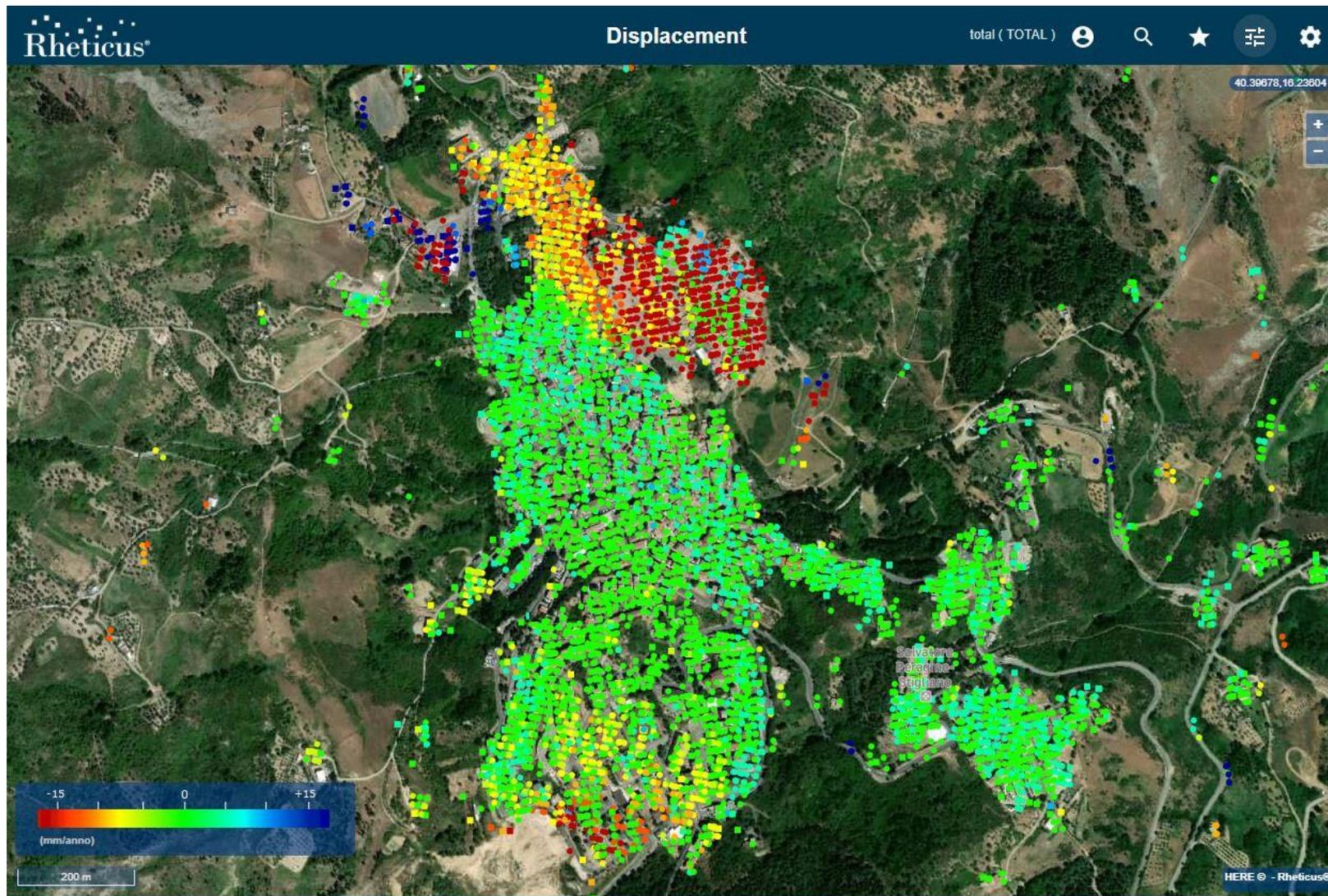


Figura 9: La mappa di velocità media (mm/anno) PS/DS sul centro abitato di **Stigliano** calcolata sul periodo esteso a Dicembre 2018 non mostra variazioni significative rispetto al rapporto precedente [RD5].

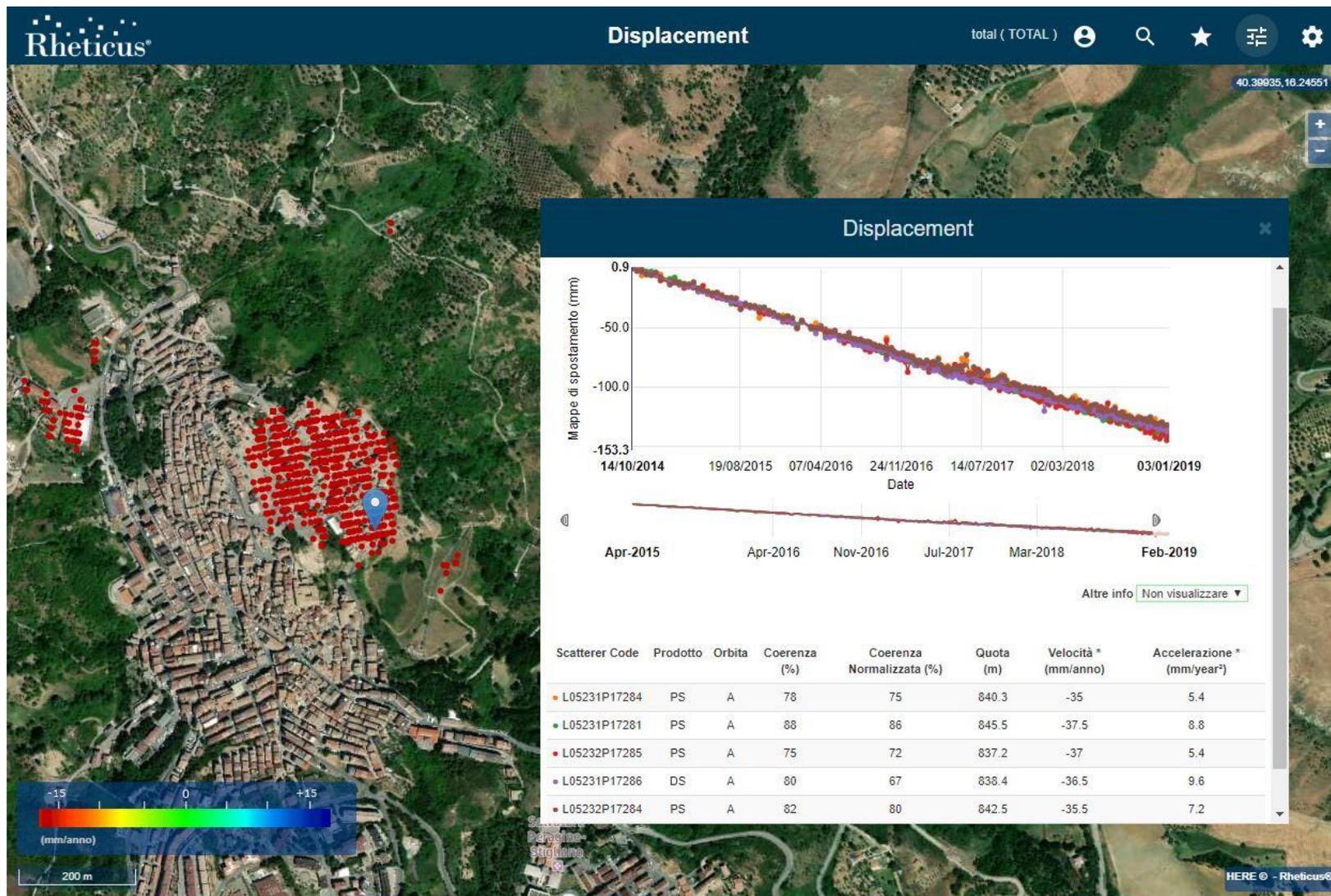


Figura 10: Visualizzazione dei soli PS/DS caratterizzati da una velocità media di abbassamento superiore a -20 mm/anno. Il grafico mostra le serie temporali di 5 PS (evidenziati dal puntatore blu nell'immagine) a più alta velocità situati nella zona Nord-Est del centro abitato di Stigliano caratterizzato da una velocità media in orbita Ascending pari a -37 mm/anno in linea con quanto misurato nel precedente rapporto [RD5].

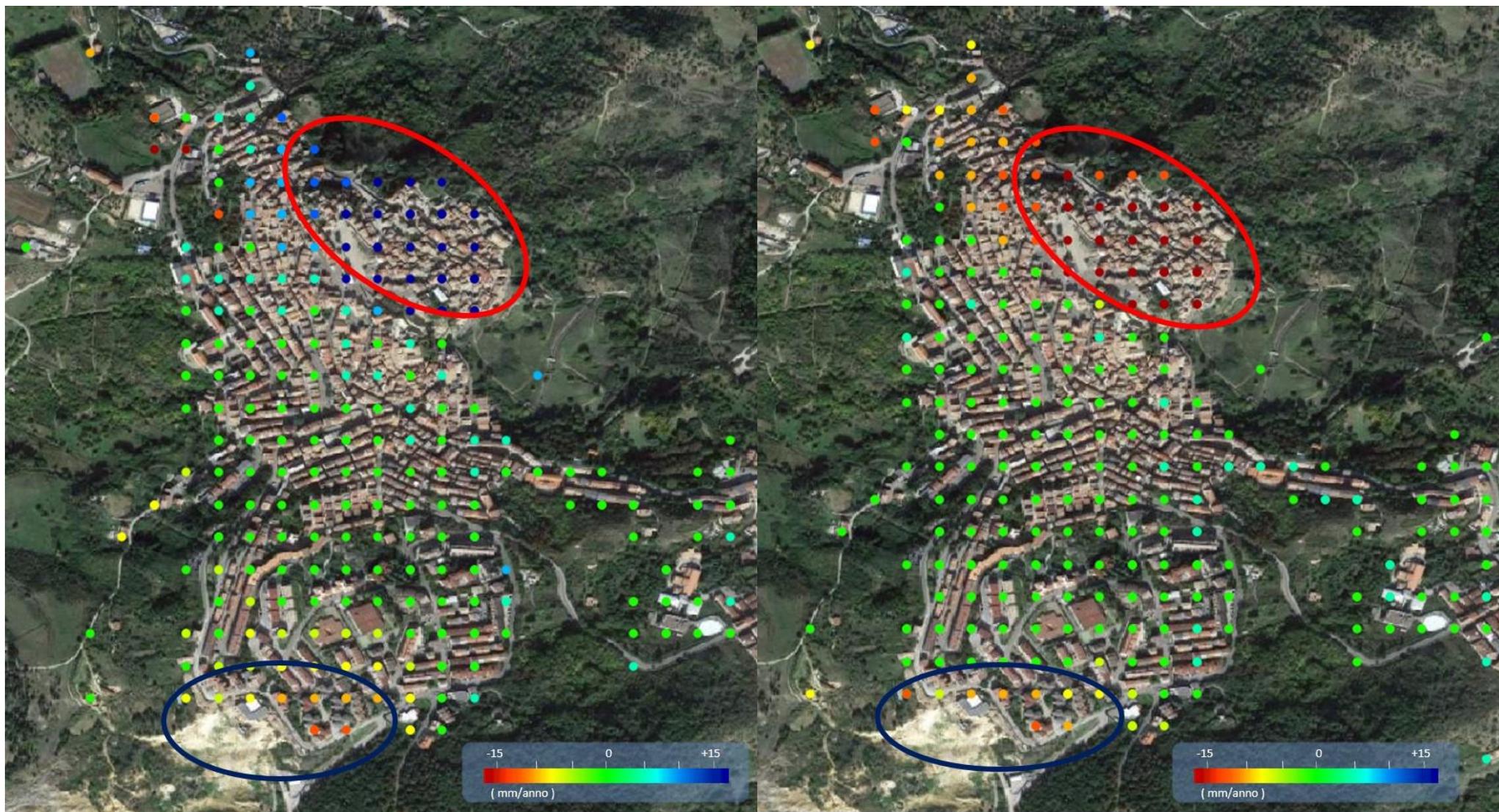


Figura 11: La mappa delle componenti di velocità media Est-Ovest (immagine di sinistra) e Verticale (immagine di destra) sul centro abitato di **Stigliano** calcolata sul periodo esteso a Dicembre 2018 non mostra variazioni significative rispetto al precedente rapporto [RD5]. Sulla zona nord (evidenziata 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 Dicembre 2018 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 [RD5].

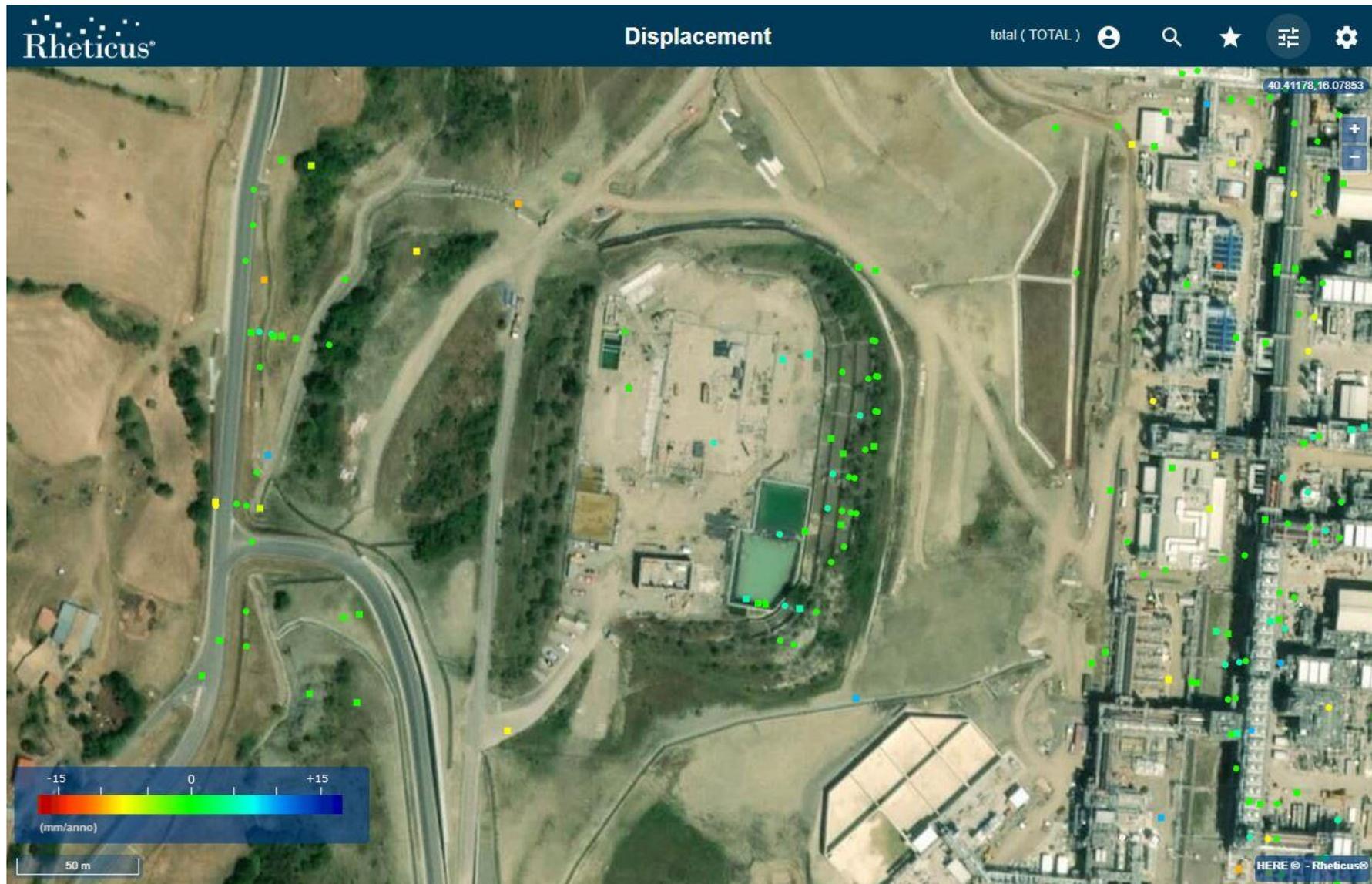


Figura 12: **Pozzo GG-1** caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali, nel periodo esteso a Dicembre 2018, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD5].

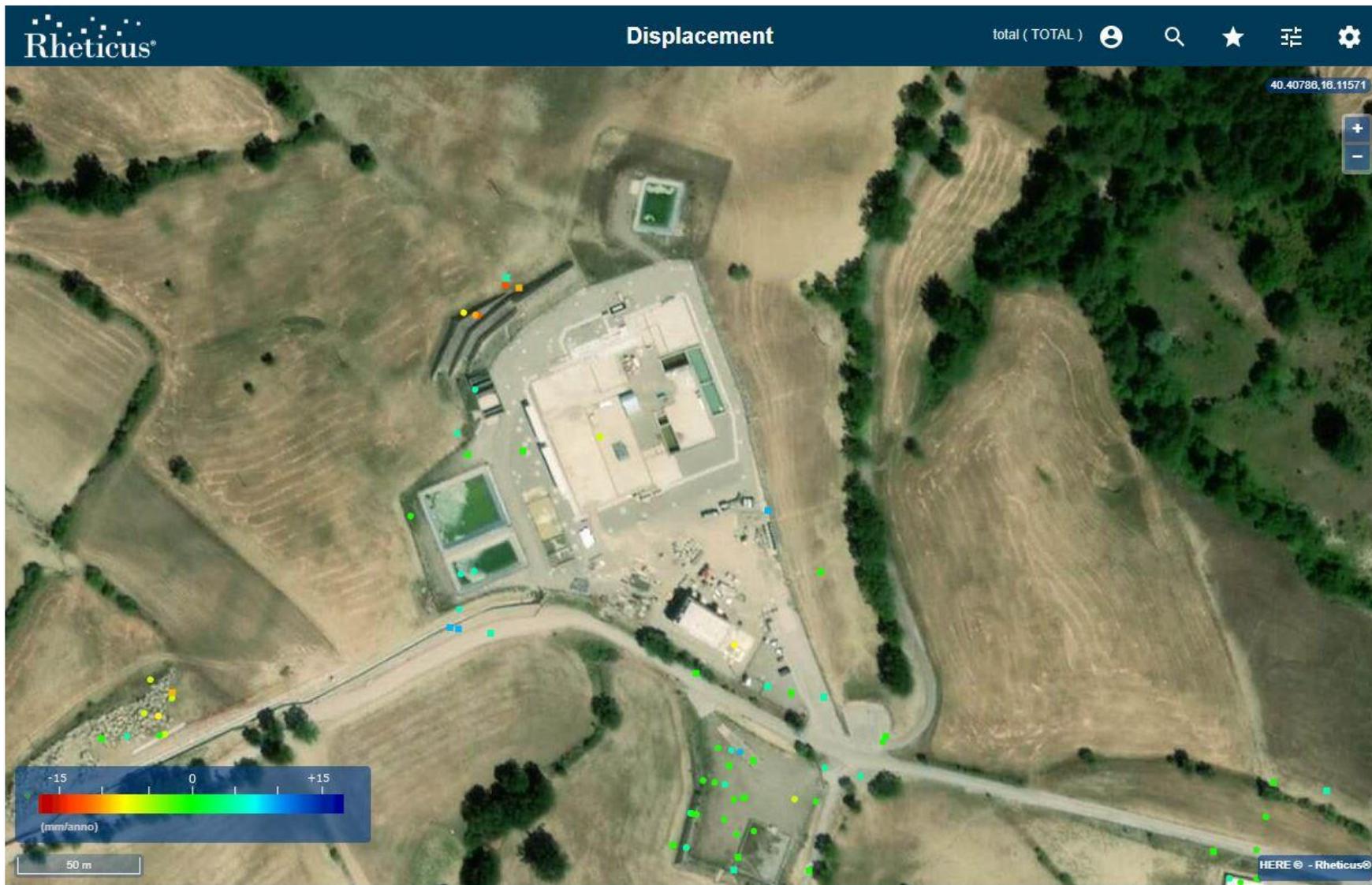


Figura 13: **Pozzo GG-2** caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali, nel periodo esteso a Dicembre 2018, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD5].



Figura 14: **Pozzo TE-1** caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali nel periodo esteso a Dicembre 2018, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD5].



Figura 15: **Pozzo PT-1** caratterizzato da una discreta copertura di PS e dai quali nel periodo esteso a Dicembre 2018, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD5].



Figura 16: **Pozzo TR-1** sulla cui piazzola solo stati individuati 2 PS dai quali, nel periodo esteso a Dicembre 2018, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD5].

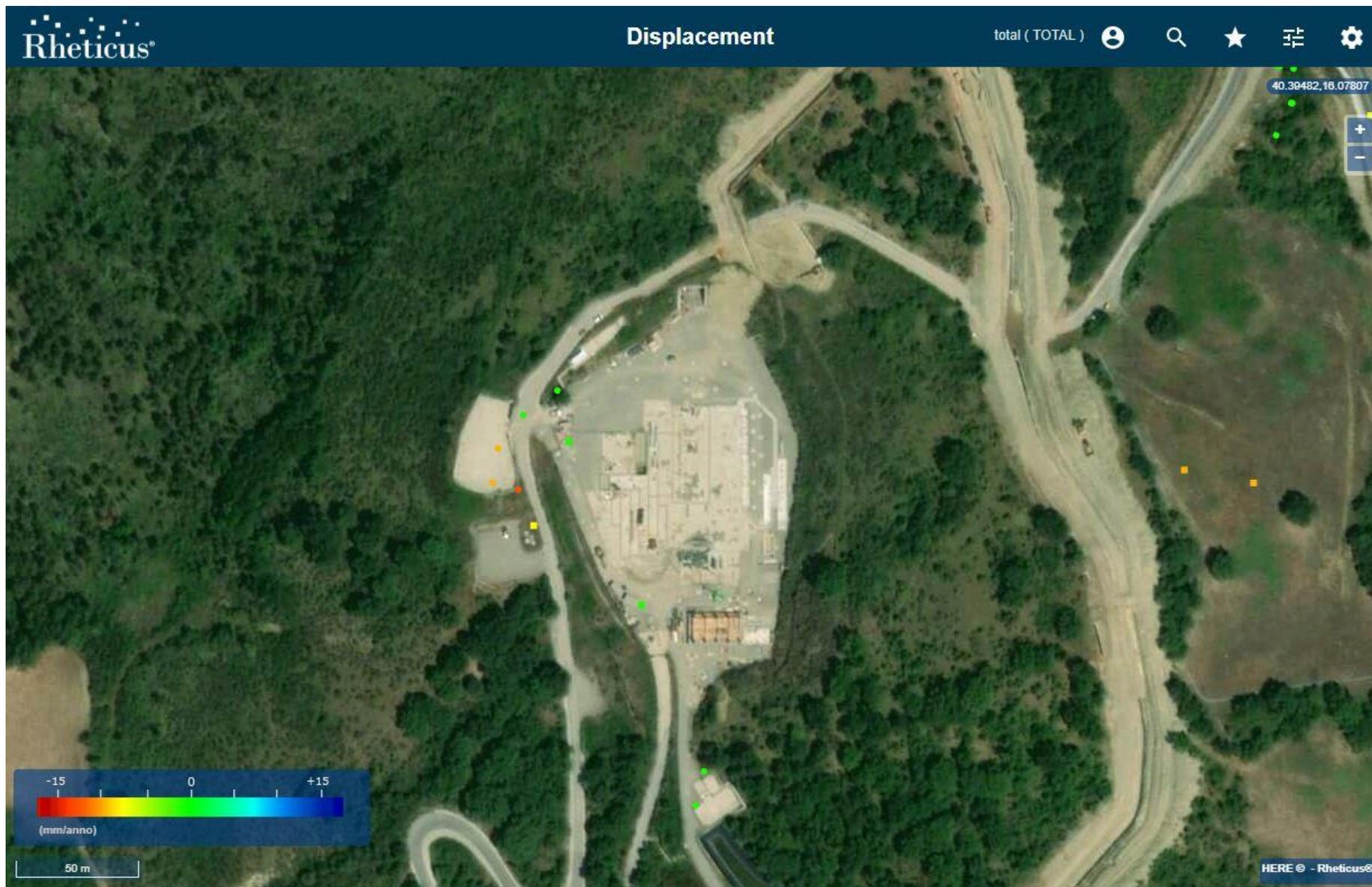


Figura 17: **Pozzo TR-2** dove dai PS presenti, nel periodo esteso a Dicembre 2018, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD5].



Figura 18: LPG Center caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali nel periodo esteso a Dicembre 2018, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD5]



Figura 19: Oil Center caratterizzato da una buona copertura di PS e dai quali nel periodo esteso a Dicembre 2018, non si evincono variazioni significative di velocità media rispetto al precedente rapporto [RD5].

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 pkb011-219-1.0_86_Shapefile_InSAR_TOTAL_Gorgoglione_rapporto_2.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 geoide 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 Analisi della 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.

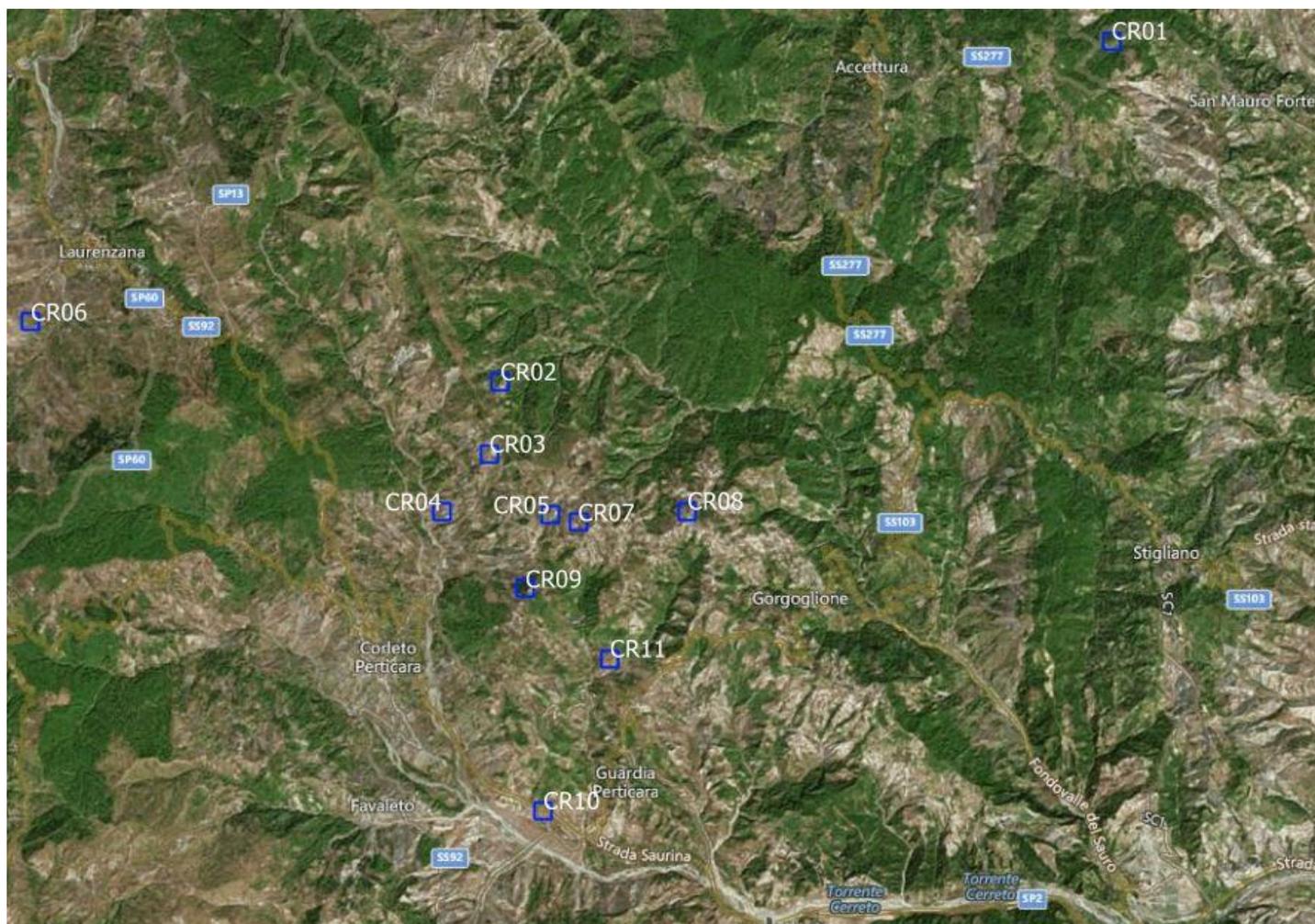


Figura 20: Mappa di distribuzione degli 11 Corner Reflector.

In questo paragrafo sono riportate le analisi delle risposte di fase e di ampiezza preliminari di tutti i CR le cui installazioni sono state completate a settembre 2018. A seguito delle installazioni sono state effettuate delle attività di calibrazione dell'orientamento dei CR pertanto in questo secondo rapporto i CR sono stati analizzati in maniera separata rispetto ai PS/DS attraverso una procedura dedicata descritta di seguito, 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.

Le coordinate geografiche WGS84 dei Corner Reflector sono state misurate con rilievo GPS e sono riportate nella Tabella 3 sottostante.

Tabella 3: Coordinate geografiche WGS84 dei Corner Reflector

Nome	Lat	Lon	Height (m)
CR01	40.4969100	16.2156578	662.085
CR02	40.4341926	16.0689311	1031.804
CR03	40.4209329	16.0662952	1049.595
CR04	40.4102444	16.0547821	777.096
CR05	40.4096842	16.0808024	1040.375
CR06	40.4451897	15.9562499	902.981
CR07	40.4083023	16.0875903	1113.719
CR08	40.4104150	16.1138310	1097.168
CR09	40.3960613	16.0749415	1057.682
CR10	40.3552242	16.0792627	559.435
CR11	40.3832383	16.0952271	754.237

1.4.1 Descrizione della metodologia e dei risultati ottenuti

Attraverso una operazione di geocoding inverso, la posizione geografica di ciascun corner reflector in analisi è stata convertita in coordinate radar con riferimento alle immagini Super-Master dello stack Ascendente e dello stack Discendente. (Nota: dataset e stack sono termini che vengono usati come sinonimi in questa relazione).

Ciò ha permesso di estrarre da ciascun dataset una sotto-area centrata su ciascun Corner Reflector al fine di effettuare analisi sia sul dato di intensità sia sul dato di fase.

L'analisi della intensità (o analisi radiometrica) si è basata sulla operazione di media incoerente delle immagini. In particolare, per ciascun dataset (Ascendente e Discendente):

- Tutte le immagini sono state coregistrate sulla geometria della immagine Super-Master.
- Le immagini coregistrate sono state calibrate radiometricamente.
- Le immagini sono state divise in due sotto-gruppi denominati "Dataset Pre-installazione" e "Dataset Post-installazione" in modo tale che tutte le immagini del primo gruppo risultino acquisite prima del Luglio 2018 (ossia a monte dell'installazione dei Corner Reflectors) mentre tutte le immagini del secondo gruppo risultino acquisite a partire dal 19 Settembre 2018 (data di installazione dell'ultimo Corner Reflector).
- Per ciascun sotto-gruppo sono state mediate le immagini in termini di ampiezza.
- Si è infine operato un controllo visivo mirato a verificare la presenza di una risposta radiometrica elevata (brillante) dei Corner Reflector nel Dataset Post-installazione e una mancanza di forte risposta radiometrica nel Dataset Pre-installazione. È opportuno infatti che in corrispondenza della posizione dei Corner Reflector, la risposta relativa alla Pre-installazione sia molto bassa al fine di non disturbare la risposta del Corner Reflector successivamente installato.

Il risultato di questa analisi è sintetizzato nella Tabella 4 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 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	Elevata	Bassa	Elevata
CR05	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR06	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR07	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR08	Bassa	Elevata	Elevata	Elevata
CR09	Bassa	Medio-Elevata	Bassa	Elevata
CR10	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata
CR11	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata

Dall'analisi preliminare effettuata tutti i CR mostrano un miglioramento delle risposta in termini di ampiezza a valle dell'installazione. Per la vista discendente del Corner Reflector CR08, che mostra una elevata risposta radiometrica anche nel dataset pre-installazione non si possono trarre conclusioni in quanto bisognerà attendere l'acquisizione di ulteriori immagini al fine di verificare la possibilità di ottenere misure di spostamento. Va ricordato, infatti, che l'analisi radiometrica rappresenta un test preliminare o di supporto alla successiva analisi di fase che rappresenta invece il test in grado di confermare l'affidabilità delle misure di spostamento che possono essere ottenute in corrispondenza dei Corner Reflector.

Nello specifico, l'analisi della fase interferometrica si è basata sulla operazione di calcolo della coerenza temporale delle serie di fase ottenute in corrispondenza dei Corner Reflector. In particolare, per ciascun dataset (Ascendente e Discendente):

- Tutte le immagini sono state coregistrate sulla geometria della immagine Super-Master e combinate interferometricamente (generazione degli interferogrammi).
- Sono stati generati gli interferogrammi differenziali rimuovendo gli artefatti atmosferici ed orbitali nonché il contributo di quota.
- Per ciascun Corner Reflector sono state estratte le serie di fase (un valore di fase per ogni data di acquisizione) opportunamente convertite in spostamenti lungo la linea di vista del satellite.
- Ciascuna serie è stata suddivisa in due sotto-serie, denominate "Serie Pre-installazione" e "Serie Post-installazione" in modo tale che tutte le misure della prima sotto-serie risultino acquisite prima del 19 Settembre 2018 (data di installazione dei Corner Reflectors) mentre tutte le misure della seconda sotto-serie risultino acquisite a partire dal 19 Settembre 2018. Ne deriva che la serie post-Installazione si compone di 17 misure nel dataset Ascending e di 18 misure nel dataset Descending.
- Per ciascuna sotto-serie è stata calcolata la coerenza inter-immagine (o coerenza temporale) che, come noto, rappresenta un valore adimensionale compreso tra 0 ed 1 ed esprime il contenuto di livello di rumore presente nella serie (valore unitario di coerenza indica totale assenza di rumore). La stima del valore di coerenza temporale dipende anche dal numero di misure che compongono la serie. Nello specifico, un valore basso di coerenza indica sempre una serie a bassa affidabilità. Al contrario, un elevato valore di coerenza è tanto più significativo quanto più è elevato il numero di misure che compongono la serie. Questo perché in corrispondenza di poche misure, anche una serie di misure completamente rumorose potrebbe,

per pura combinazione casuale, generare bassi livelli di rumore nelle poche misure disponibili e pertanto alti valori di coerenza

Il risultato di questa analisi 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 5: 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	Elevata	Bassa	Medio-Elevata	Buona	Buona (a partire dalle misure più recenti)
CR02	Bassa	Molto elevata	Bassa	Medio-Elevata	Buona	Buona
CR03	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata	Buona	Buona
CR04	Bassa	Molto Elevata	Bassa	Medio-Elevata	Buona	Medio-Bassa
CR05	Bassa	Molto elevata	Bassa	Molto elevata	Buona	Buona
CR06	Bassa	Medio-Elevata	Bassa	Elevata	Al momento non ottimale sul passaggio Ascending.	Buona
CR07	Bassa	Molto elevate	Bassa	Elevata	Buona	Buona
CR08	Bassa	Medio-Elevata	Bassa	Elevata	Medio-Bassa	Buona (soprattutto a partire dalle misure più recenti)
CR09	Bassa	Molto elevata	Bassa	Molto elevata	Buona (le prossime acquisizioni permetteranno di verificare l’attendibilità delle misure di spostamento)	Buona (le prossime acquisizioni permetteranno di verificare l’attendibilità delle misure di spostamento)
CR10	Bassa	Elevata	Bassa	Elevata		
CR11	Bassa	Elevata	Bassa	Medio-Elevata	Buona	Medio-Bassa

Dall’analisi della fase interferometrica deriva che tutte le undici posizioni occupate dai Corner Reflector installati risultano al momento idonee per fornire misure di spostamento. Tuttavia, in alcuni casi (CR04, CR06, CR08 e CR11), solo le misure di un passaggio risulterebbero idonee, avendo misurato una coerenza non particolarmente elevata nel dataset post-installazione.

L'elaborazione delle nuove acquisizioni che verranno integrate nel prossimo report permetteranno di verificare l'attendibilità delle misure di spostamento in corrispondenza dei Corner Reflector CR09 e CR10.

Le misure relative al primo periodo post-installazione possono essere infatti soggette a una certa variabilità connessa a un assestamento iniziale dei manufatti (compattazione del suolo, modifiche di orientamento, etc)

Si sottolinea perciò che tale analisi è da intendersi come preliminare, essendo molto limitato il numero di immagini acquisite a valle dell'installazione e calibrazione dell'orientamento dei Corner Reflector: Il prossimo aggiornamento semestrale fornirà indicazioni più affidabili.

1.5 Coordinate stazioni permanenti GNSS

Total ha installato 3 stazioni permanenti GNSS all'interno dell'area monitorata e nella tabella seguente sono riportate le coordinate delle relative stazioni nel sistema di coordinate UTM33 - ETRF2000 (EPSG6708).

NOME STAZIONE	EST (m)	NORD(m)	QUOTA ELL.(m)
GNSS01	603012.483	4483620.836	661.499
GNSS02	592964.418	4470868.53	757.948
GNSS03	581091.006	4477610.262	896.278

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

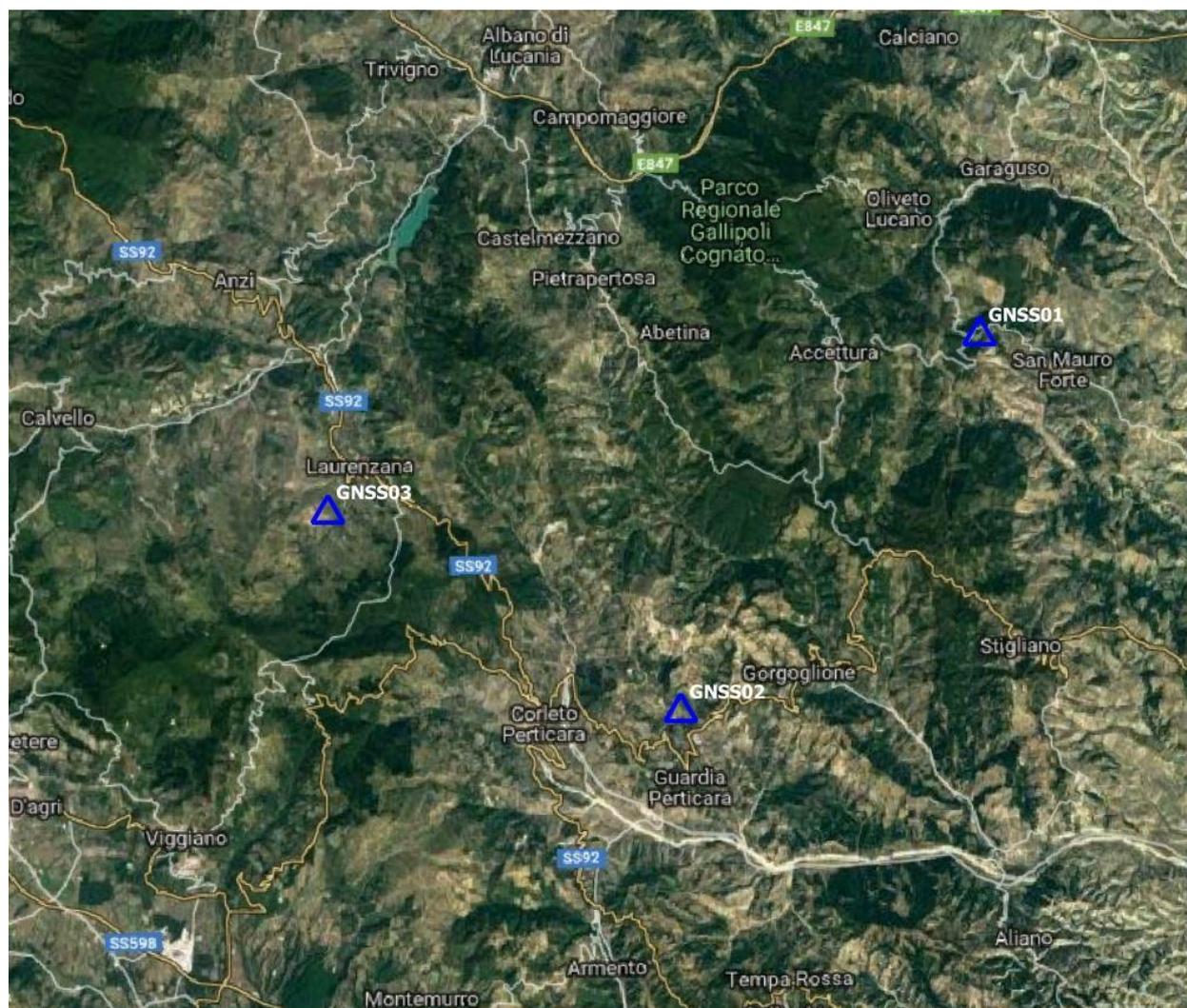


Figura 21: mappa di distribuzione delle stazioni permanenti GNSS (triangoli blu in figura).

Nel prossimo rapporto semestrale verranno valutati i primi dati disponibili sulle stazioni permanenti GPS.

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 dicembre 2018, 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 [RD5].

Dall'analisi preliminare della fase interferometrica sui Corner Reflector deriva che tutte le undici posizioni occupate dai Corner Reflector installati risultano al momento idonee per fornire misure di spostamento. In alcuni casi (CR04, CR06, CR08 e CR11), è necessario attendere l'elaborazione di ulteriori immagini acquisite a valle delle attività di installazione e calibrazione dell'orientamento per poter trarre delle conclusioni significative. Si sottolinea infatti che tale analisi è da intendere come preliminare, essendo limitato il numero di immagini acquisite a valle dell'installazione e orientamento dei Corner Reflector.

Il prossimo rapporto semestrale conterrà ulteriori analisi sulle misure di spostamento dei CR e verrà verificata la disponibilità delle prime misure di spostamento sulle stazioni GNSS installate. Le misure interferometriche di spostamento contenute in questo secondo rapporto e relative al periodo temporale complessivo Ottobre 2014 - Dicembre 2018 verranno integrate processando le nuove acquisizioni Sentinel-1 del periodo Dicembre 2018 – Giugno 2019.

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 Dicembre 2018, sia in configurazione ascendente che discendente.

Tabella 6 Elenco delle immagini Sentinel-1 Right/Ascending processate.

	2014	2015	2016	2017	2018
	(7 imm)	(28 imm)	(38 imm)	(61 imm)	(61 imm)
1	15/10/14	19/01/15	02/01/16	02/01/17	03/01/18
2	27/10/14	31/01/15	14/01/16	08/01/17	09/01/18
3	08/11/14	12/02/15	26/01/16	14/01/17	15/01/18
4	20/11/14	24/02/15	07/02/16	20/01/17	21/01/18
5	02/12/14	08/03/15	19/02/16	26/01/17	27/01/18
6	14/12/14	20/03/15	02/03/16	01/02/17	02/02/18
7	26/12/14	01/04/15	14/03/16	07/02/17	08/02/18
8		13/04/15	26/03/16	13/02/17	14/02/18
9		25/04/15	07/04/16	19/02/17	20/02/18
10		07/05/15	19/04/16	25/02/17	26/02/18
11		19/05/15	01/05/16	03/03/17	04/03/18
12		31/05/15	13/05/16	09/03/17	10/03/18
13		12/06/15	25/05/16	15/03/17	16/03/18
14		06/07/15	06/06/16	21/03/17	22/03/18
15		18/07/15	30/06/16	27/03/17	28/03/18
16		30/07/15	12/07/16	02/04/17	03/04/18
17		11/08/15	24/07/16	08/04/17	09/04/18
18		23/08/15	05/08/16	14/04/17	15/04/18
19		04/09/15	17/08/16	20/04/17	21/04/18
20		16/09/15	29/08/16	26/04/17	27/04/18
21		28/09/15	10/09/16	02/05/17	03/05/18
22		10/10/15	22/09/16	08/05/17	09/05/18
23		22/10/15	28/09/16	14/05/17	15/05/18
24		03/11/15	04/10/16	20/05/17	21/05/18
25		15/11/15	10/10/16	26/05/17	27/05/18
26		27/11/15	16/10/16	01/06/17	02/06/18
27		09/12/15	22/10/16	07/06/17	08/06/18
28		21/12/15	28/10/16	13/06/17	14/06/18
29			03/11/16	19/06/17	20/06/18
30			09/11/16	25/06/17	26/06/18
31			15/11/16	01/07/17	02/07/18
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 7 - Elenco delle immagini Sentinel-1 Right/Descending processate

	2014	2015	2016	2017	2018
	(4 imm)	(25 imm)	(37 imm)	(60 imm)	(62 imm)
1	14/10/14	18/01/15	01/01/16	01/01/17	02/01/18
2	26/10/14	30/01/15	13/01/16	07/01/17	08/01/18
3	01/12/14	11/02/15	25/01/16	13/01/17	14/01/18
4	25/12/14	23/02/15	06/02/16	19/01/17	20/01/18
5		07/03/15	18/02/16	25/01/17	26/01/18
6		19/03/15	01/03/16	31/01/17	01/02/18
7		31/03/15	13/03/16	06/02/17	07/02/18
8		12/04/15	25/03/16	12/02/17	13/02/18
9		24/04/15	06/04/16	18/02/17	19/02/18
10		06/05/15	18/04/16	24/02/17	25/02/18
11		18/05/15	30/04/16	02/03/17	03/03/18
12		30/05/15	12/05/16	08/03/17	09/03/18
13		11/06/15	24/05/16	14/03/17	15/03/18
14		23/06/15	05/06/16	20/03/17	21/03/18
15		17/07/15	29/06/16	26/03/17	27/03/18
16		29/07/15	11/07/16	01/04/17	02/04/18
17		22/08/15	23/07/16	07/04/17	08/04/18
18		03/09/15	04/08/16	13/04/17	14/04/18
19		15/09/15	16/08/16	19/04/17	20/04/18
20		21/10/15	09/09/16	25/04/17	26/04/18

21		02/11/15	21/09/16	01/05/17	02/05/18
22		14/11/15	27/09/16	07/05/17	08/05/18
23		26/11/15	03/10/16	13/05/17	14/05/18
24		08/12/15	09/10/16	19/05/17	20/05/18
25		20/12/15	15/10/16	25/05/17	26/05/18
26			21/10/16	31/05/17	01/06/18
27			27/10/16	06/06/17	07/06/18
28			02/11/16	12/06/17	13/06/18
29			08/11/16	18/06/17	19/06/18
30			14/11/16	24/06/17	25/06/18
31			20/11/16	30/06/17	01/07/18
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
62					03/01/19

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

CR01

A) Dataset Ascending

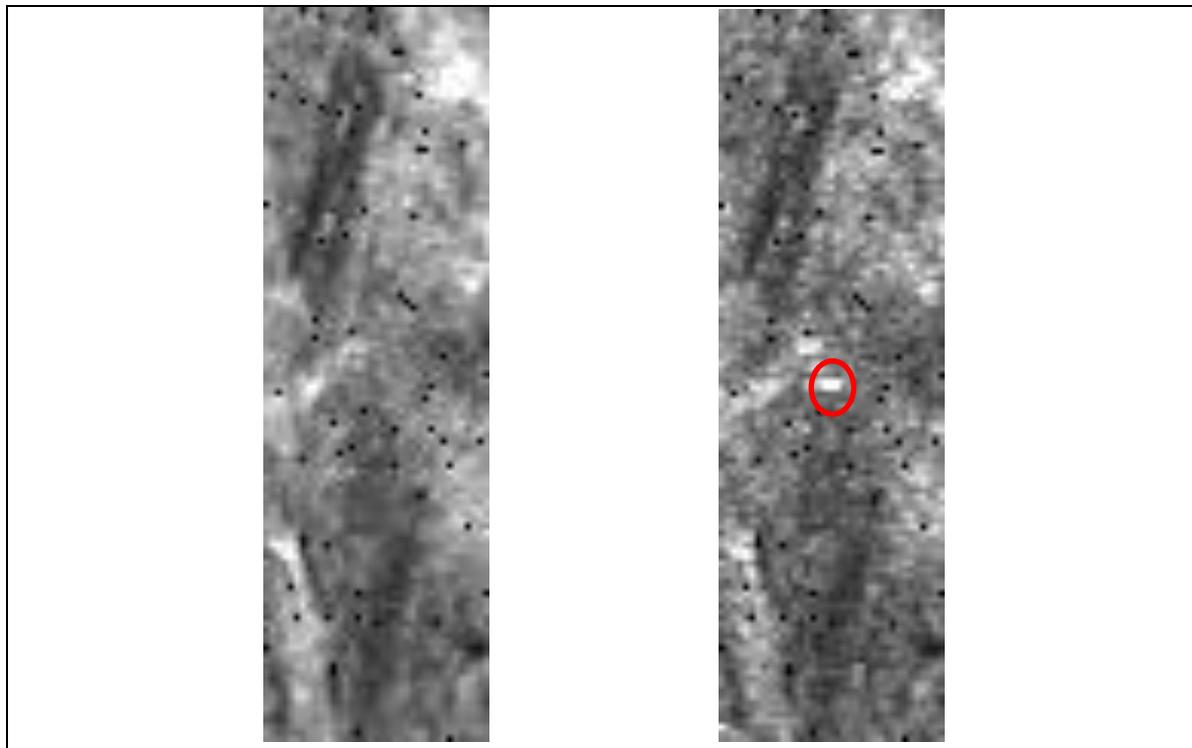


Figura 22: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

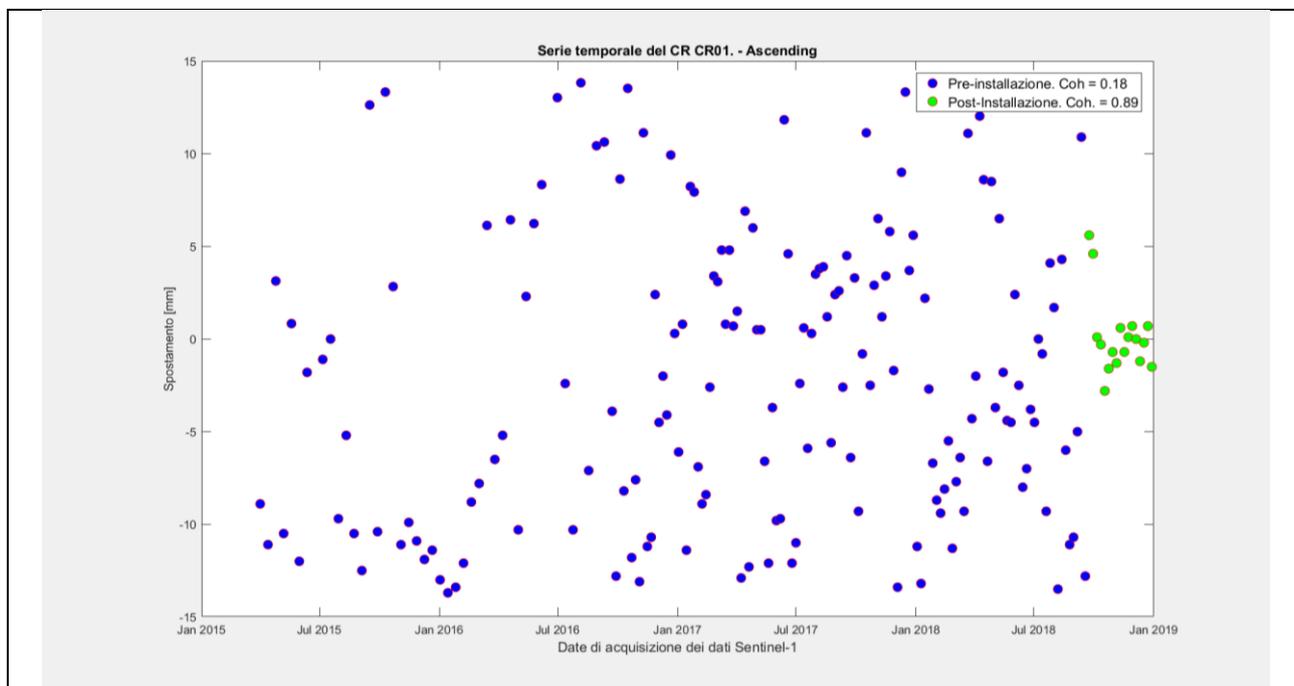


Figura 23: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

B) Dataset Descending

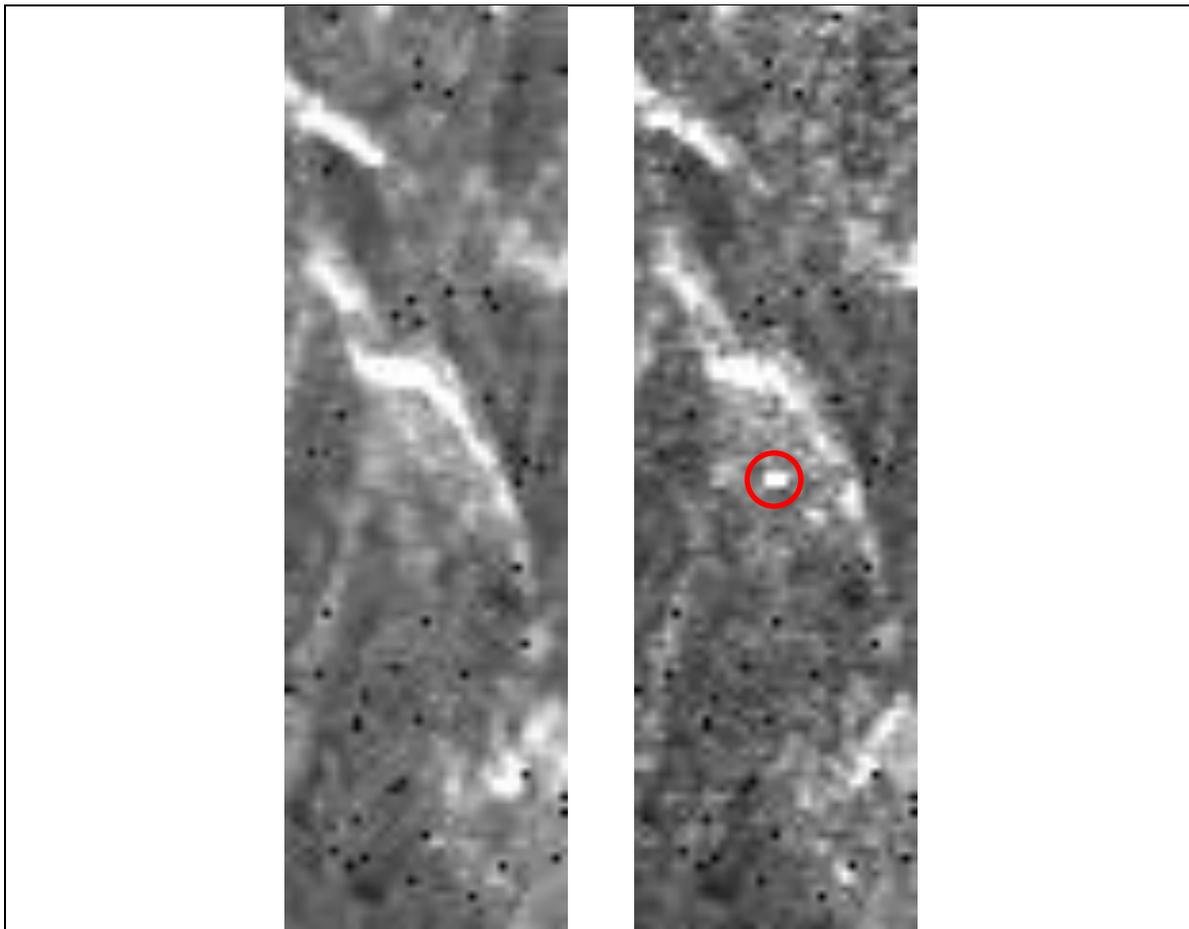


Figura 24: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

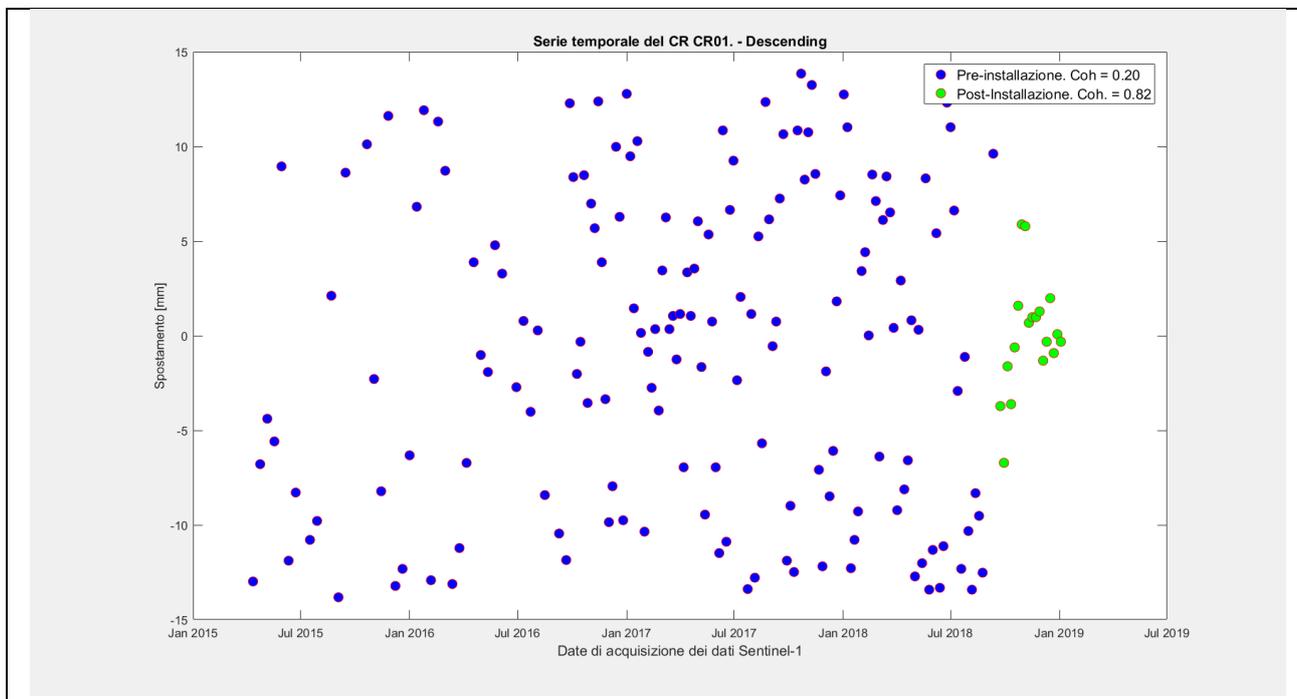


Figura 25: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

CR02

A) Dataset Ascending

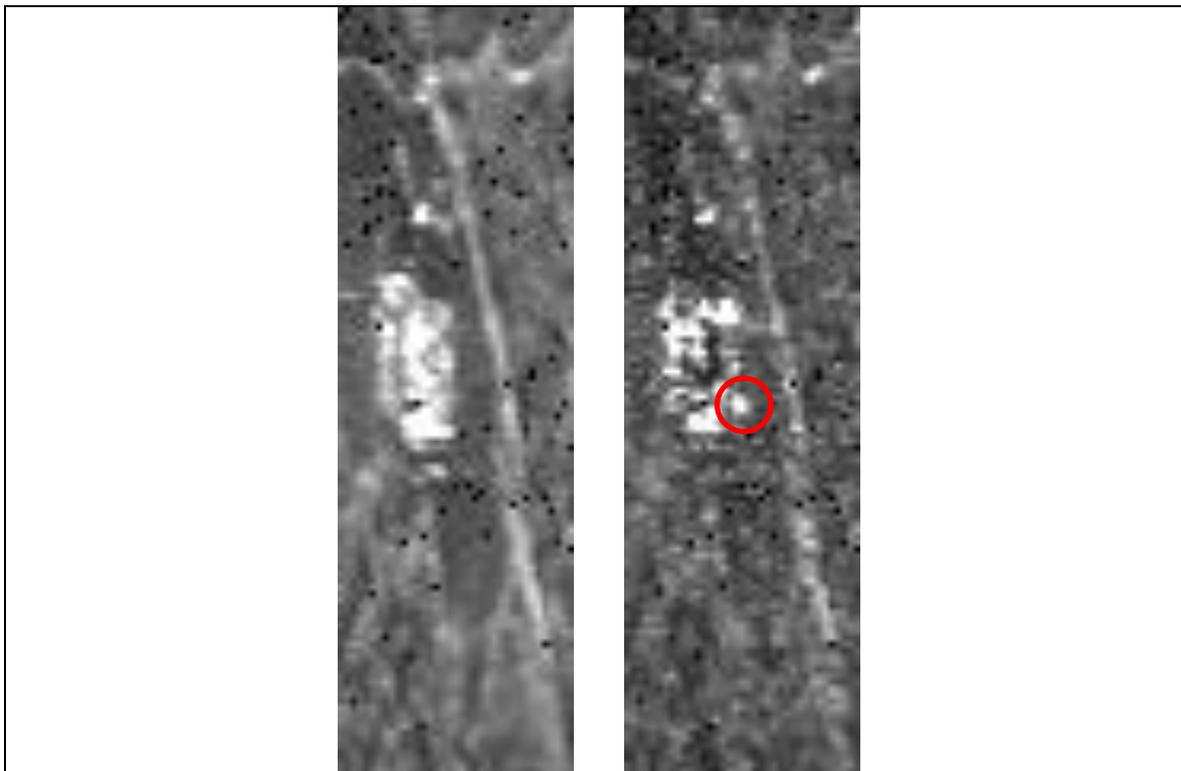


Figura 26: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

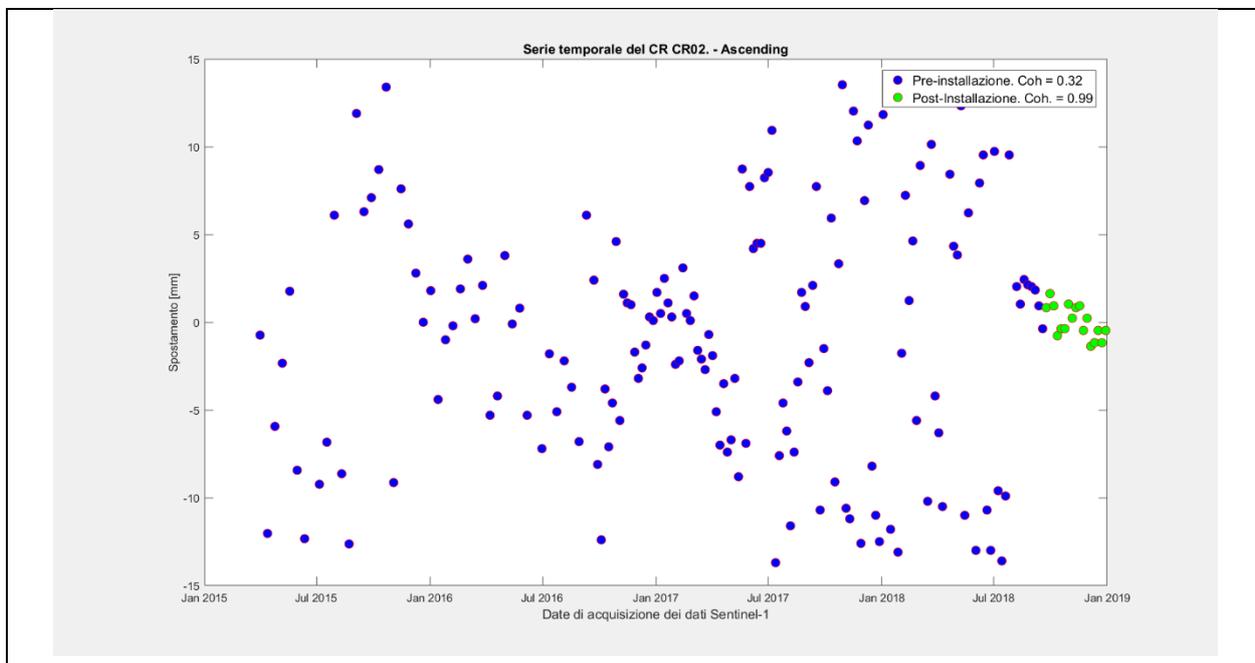


Figura 27: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

B) Dataset Descending

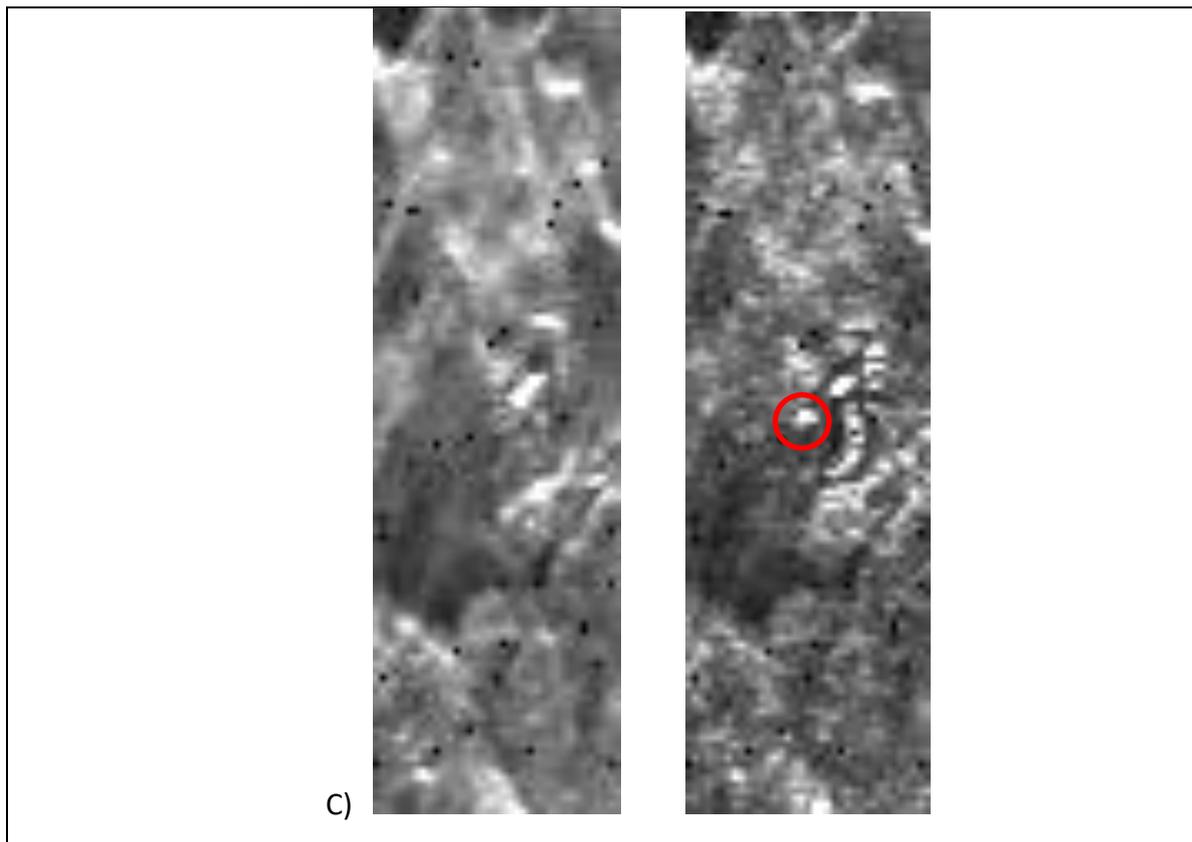


Figura 28: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

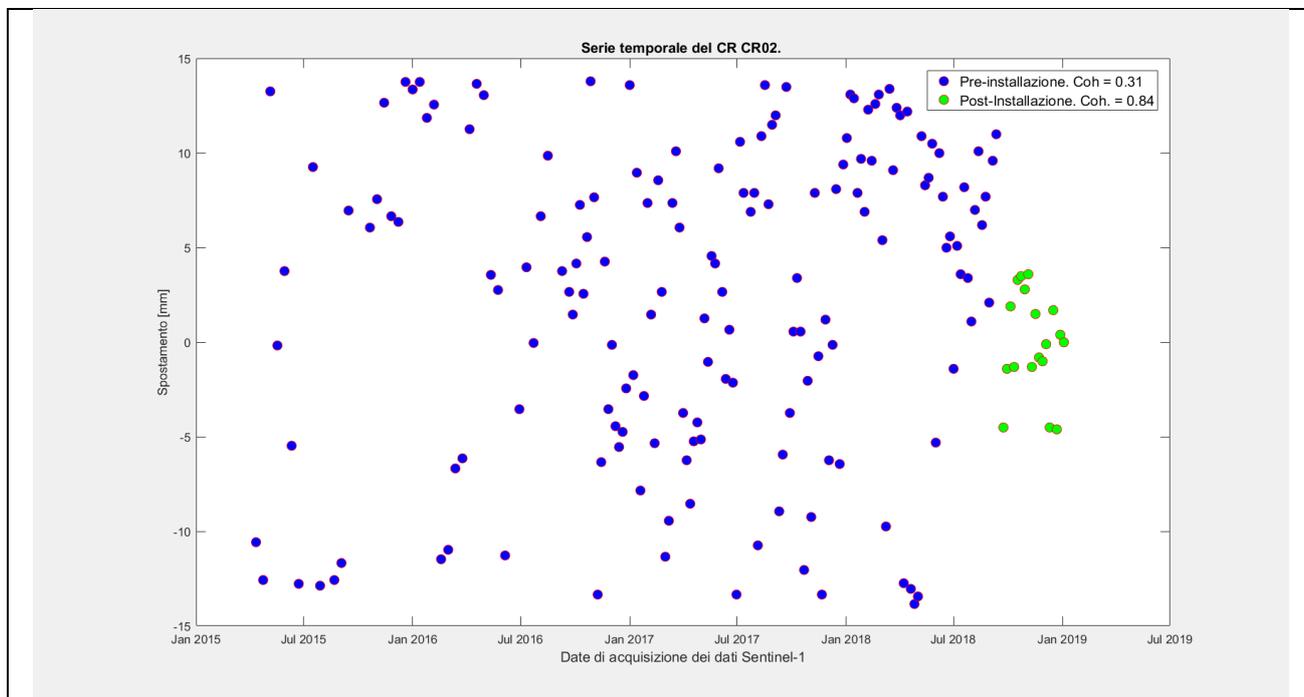


Figura 29: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

CR03

A) Dataset Ascending

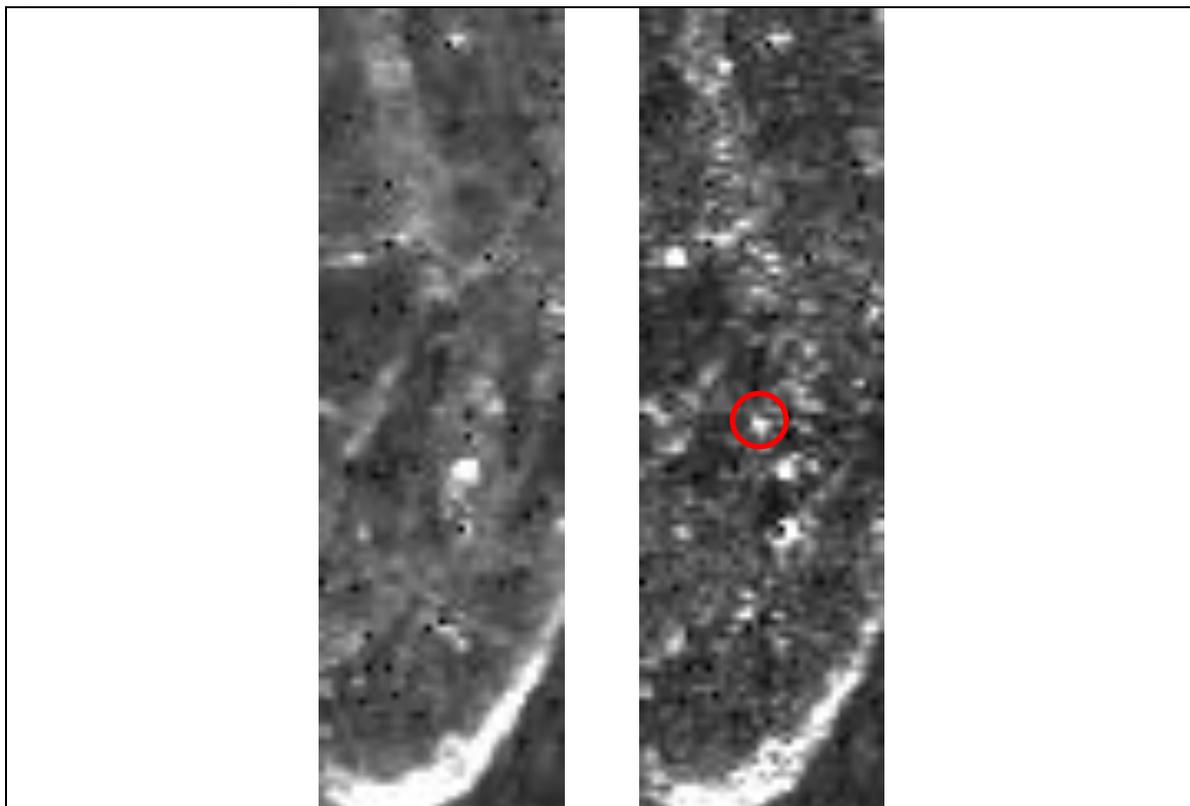


Figura 30: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

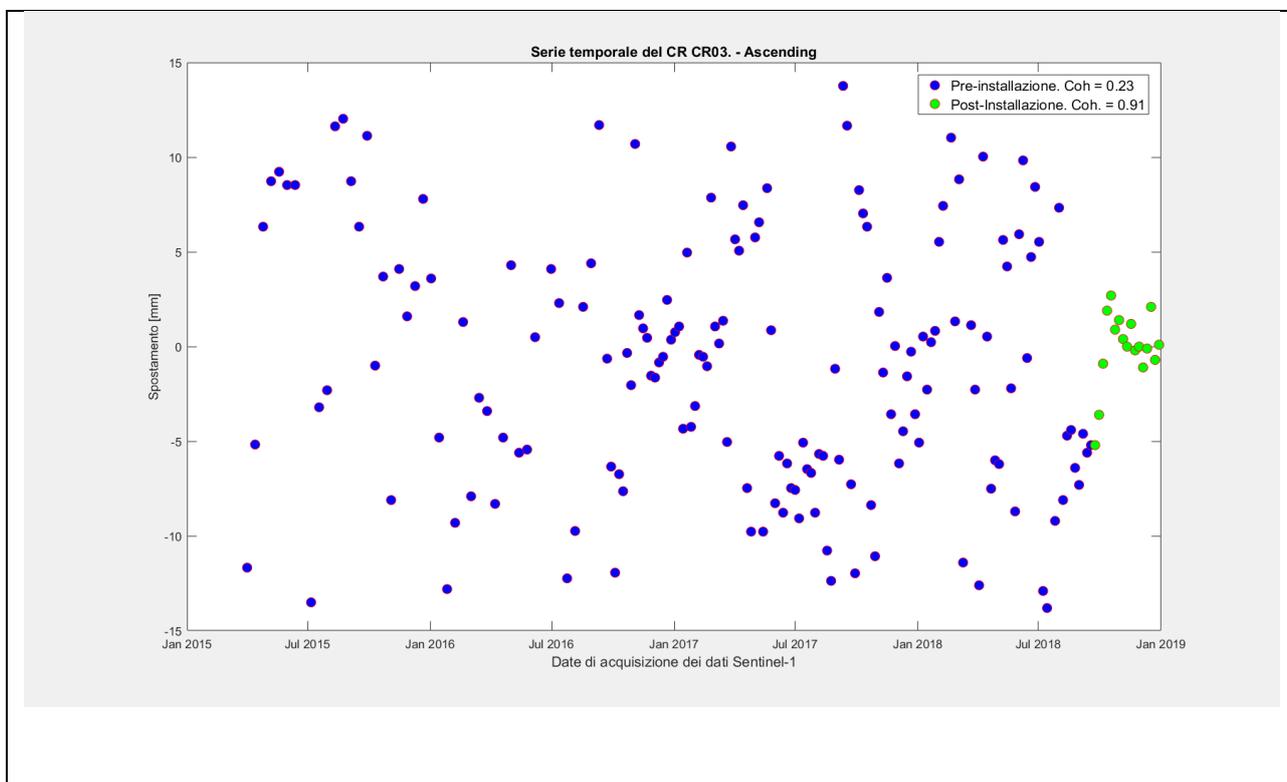


Figura 31: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

B) Dataset Descending

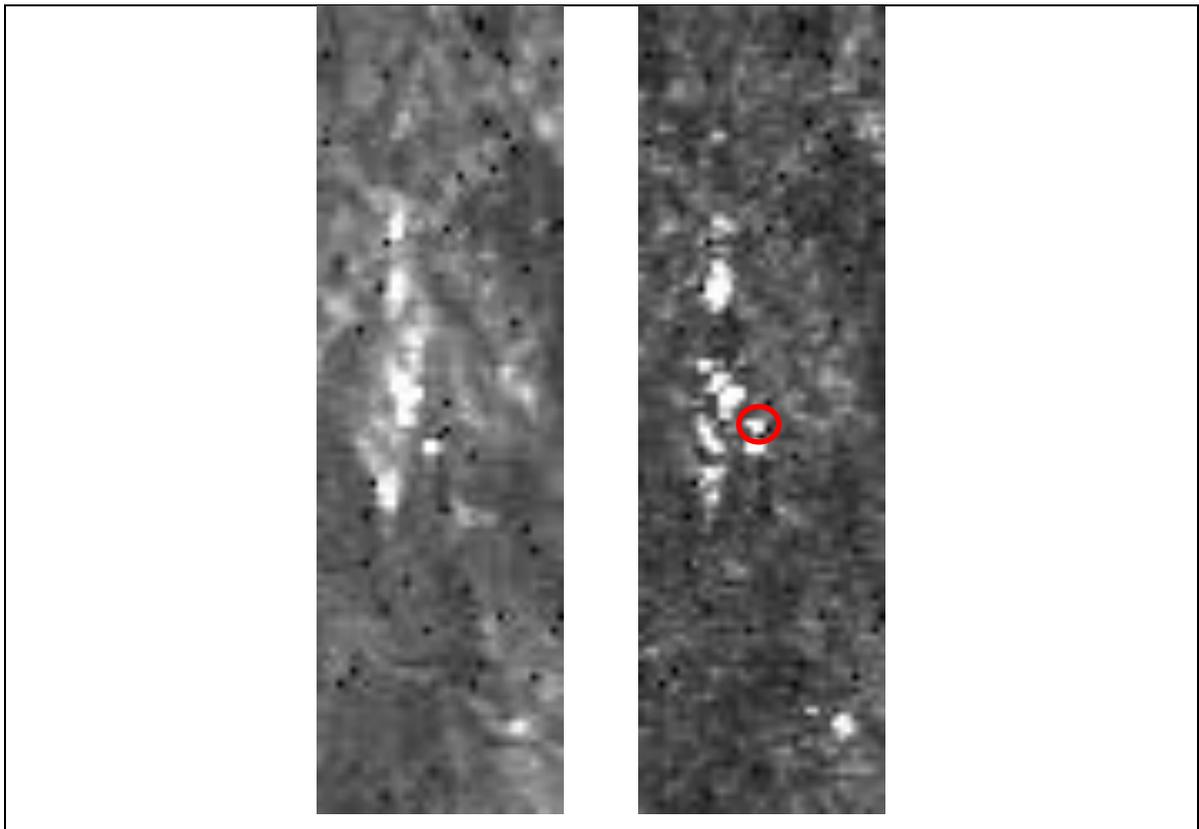


Figura 32: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

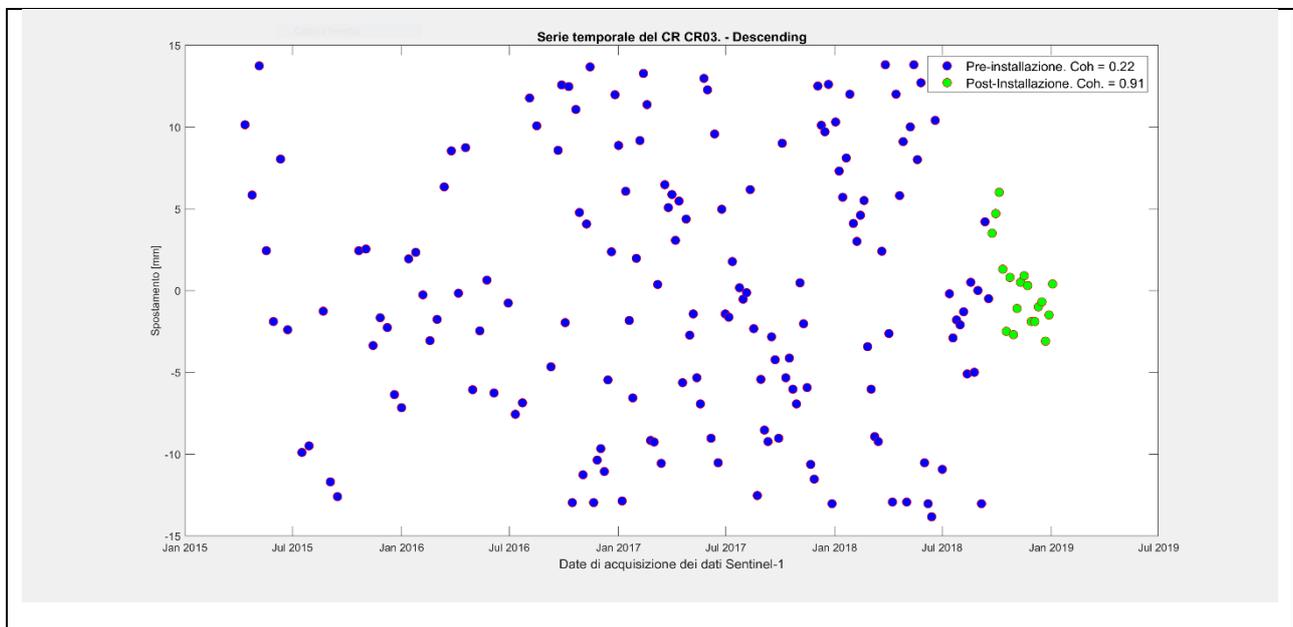


Figura 33: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

CR04

A) Dataset Ascending

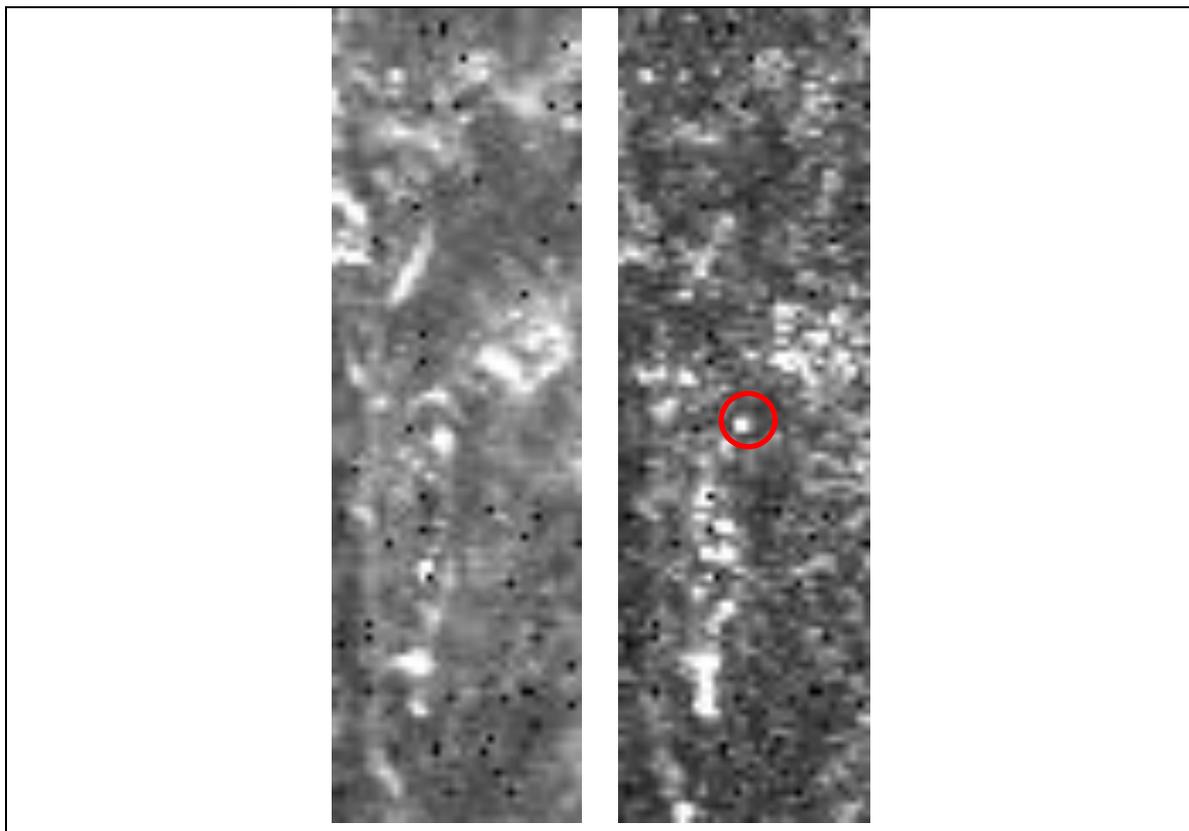


Figura 34: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

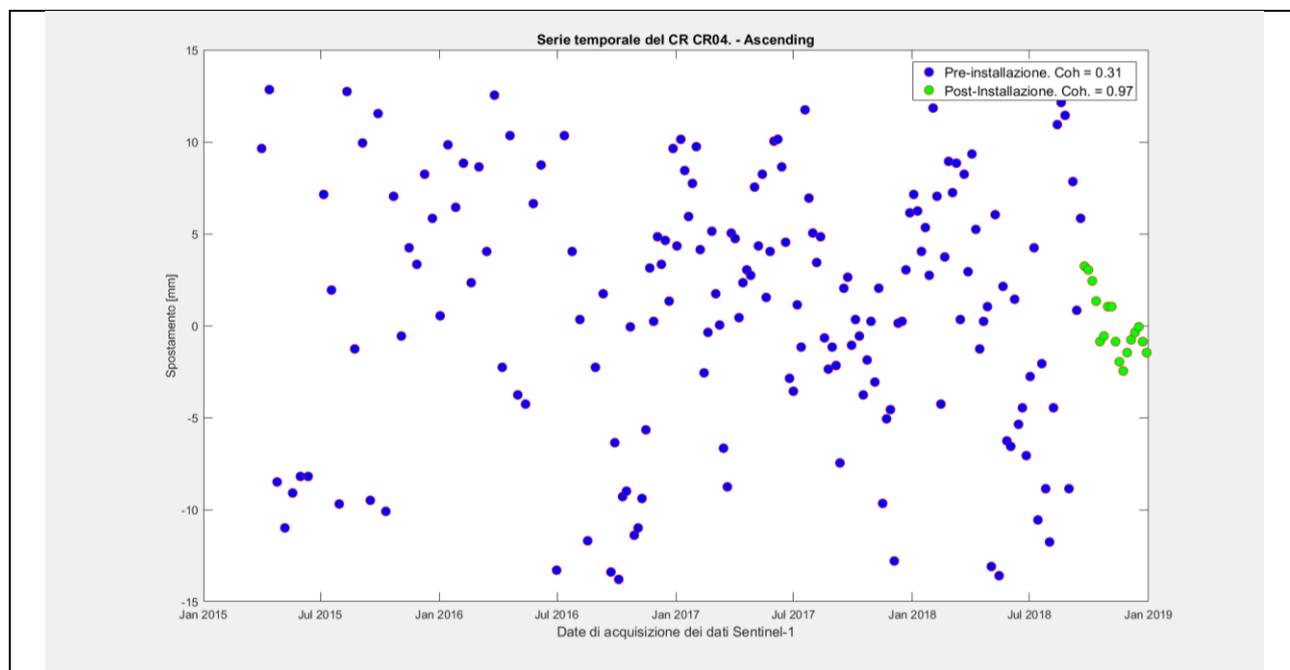


Figura 35: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

B) Dataset Descending

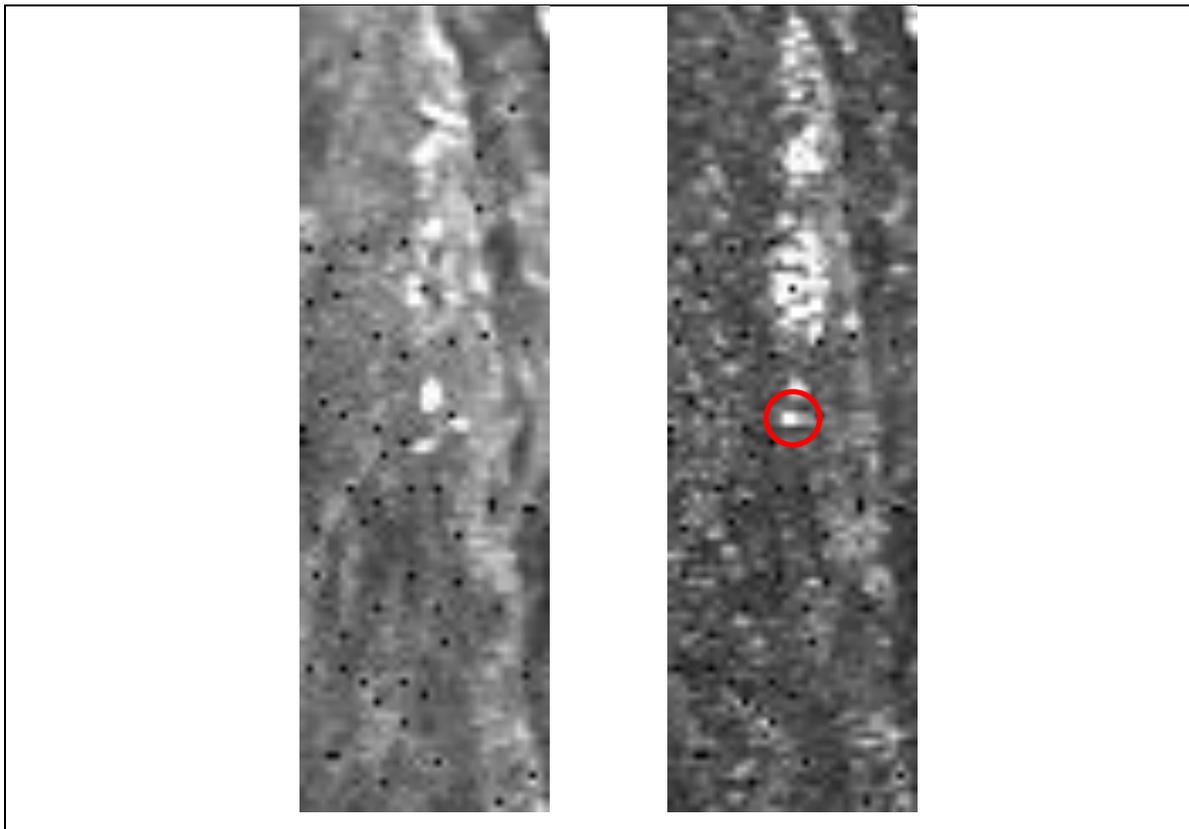


Figura 36: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

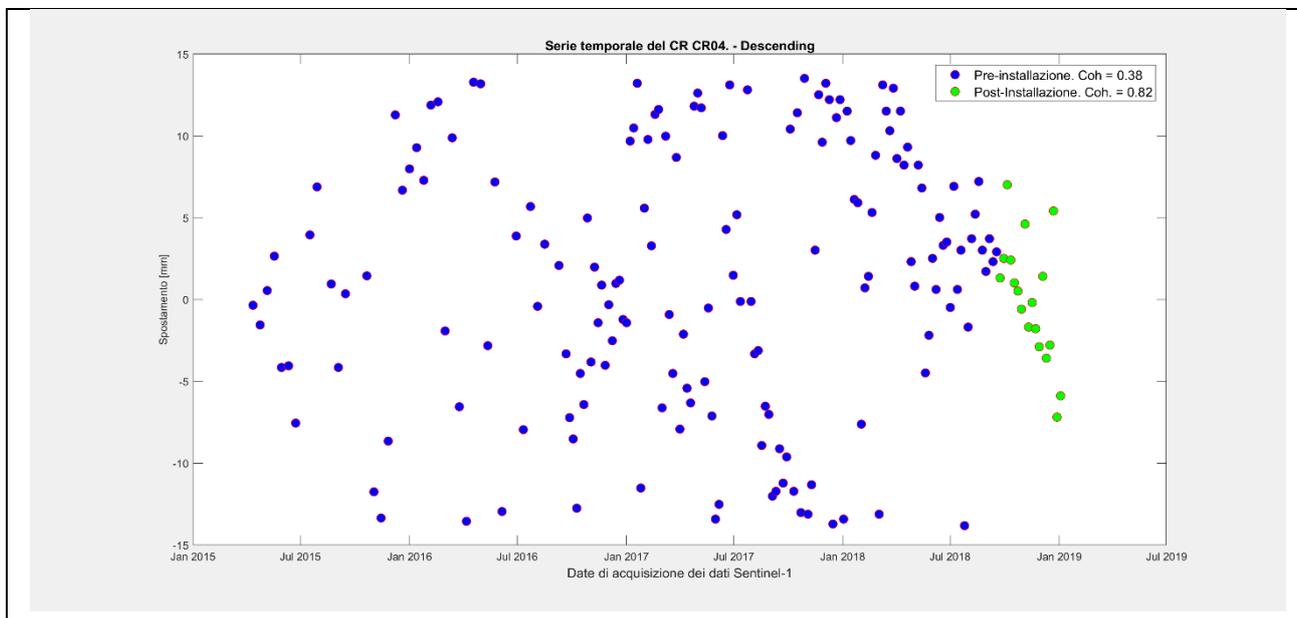


Figura 37: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

CR05

A) Dataset Ascending

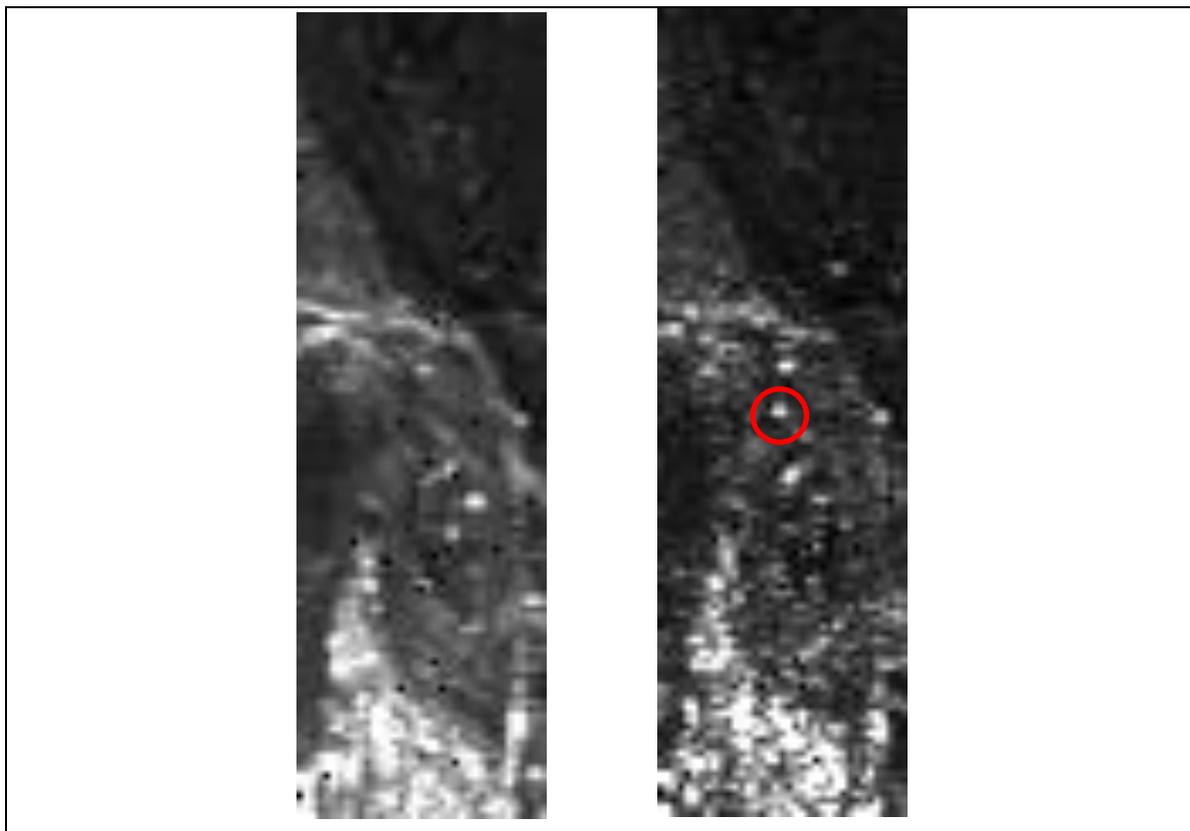


Figura 38: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

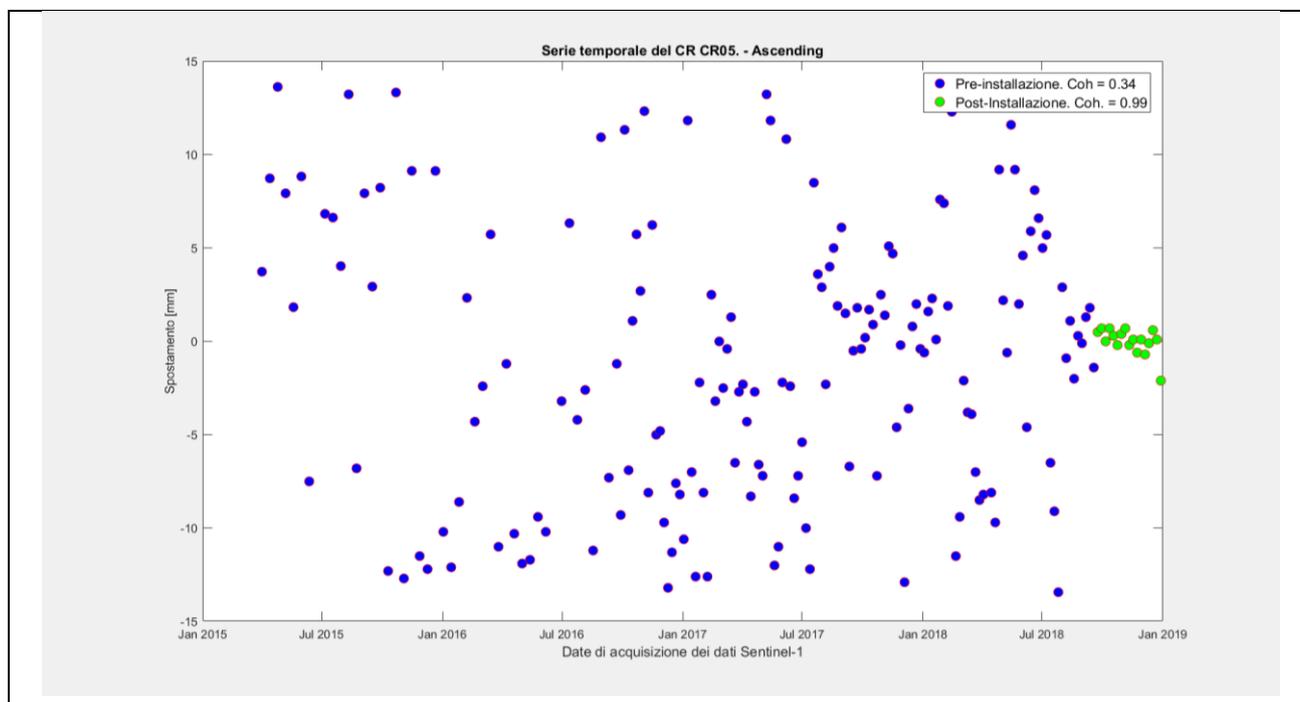


Figura 39: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

B) Dataset Descending

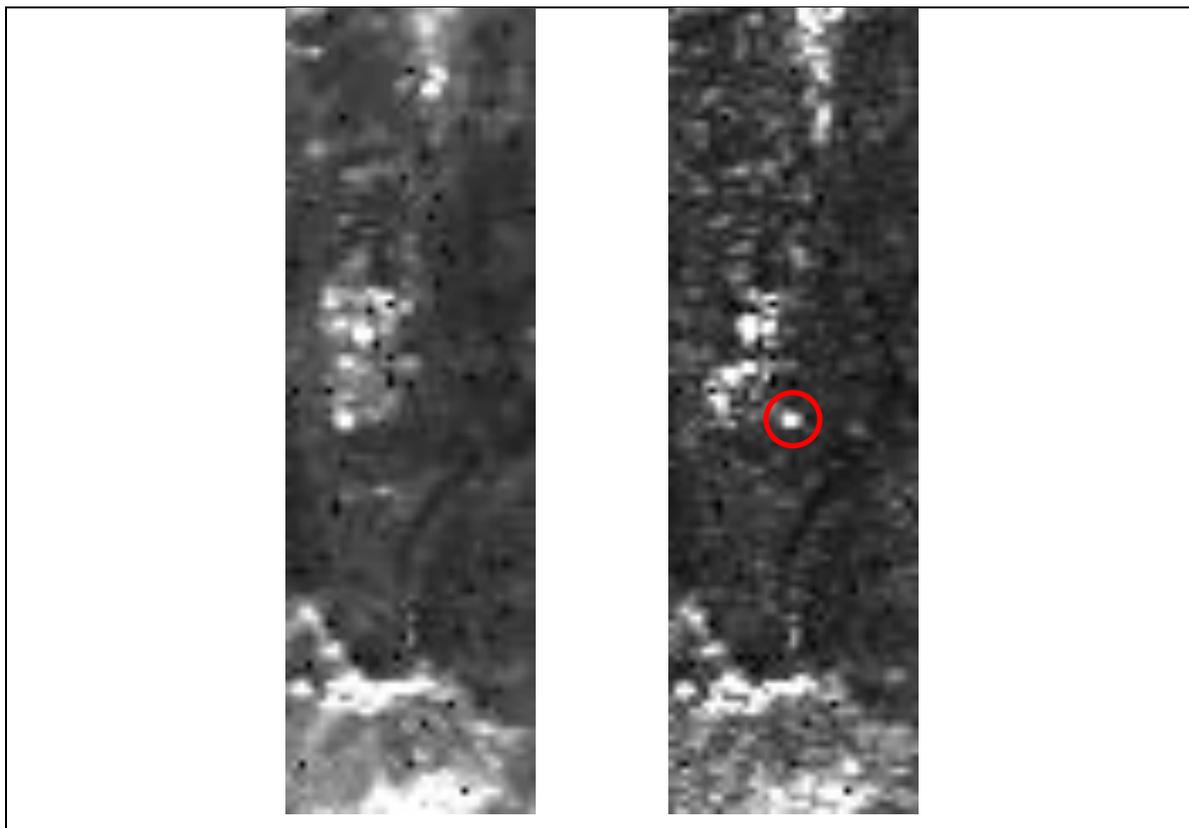


Figura 40: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

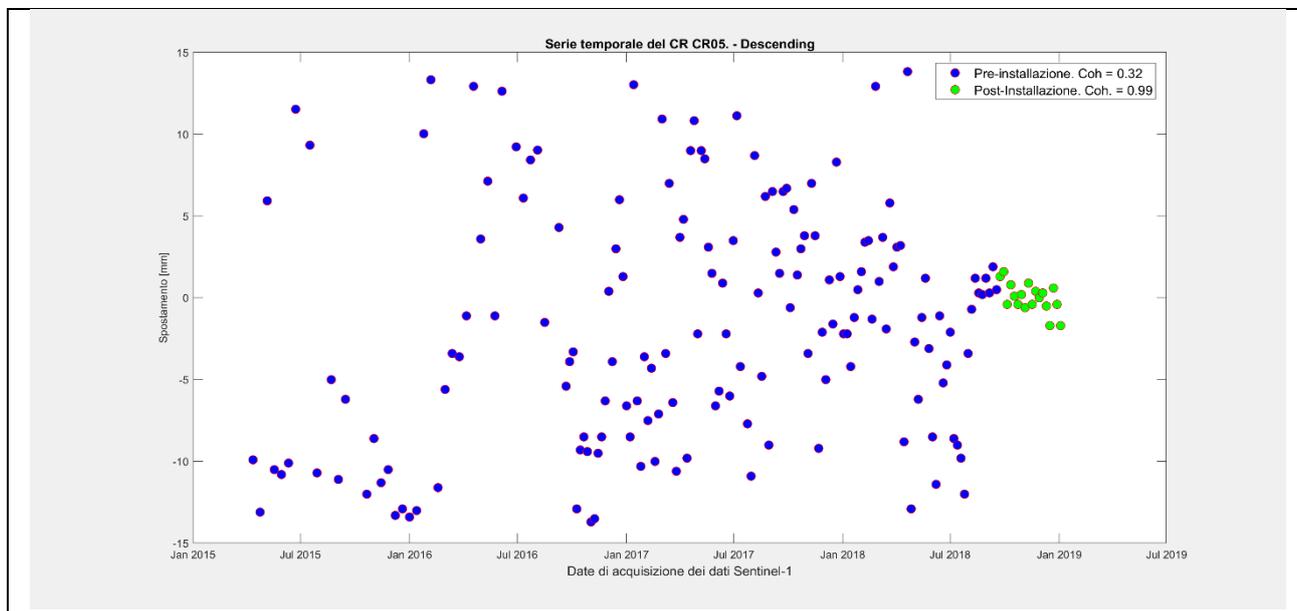


Figura 41: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

CR06

A) Dataset Ascending

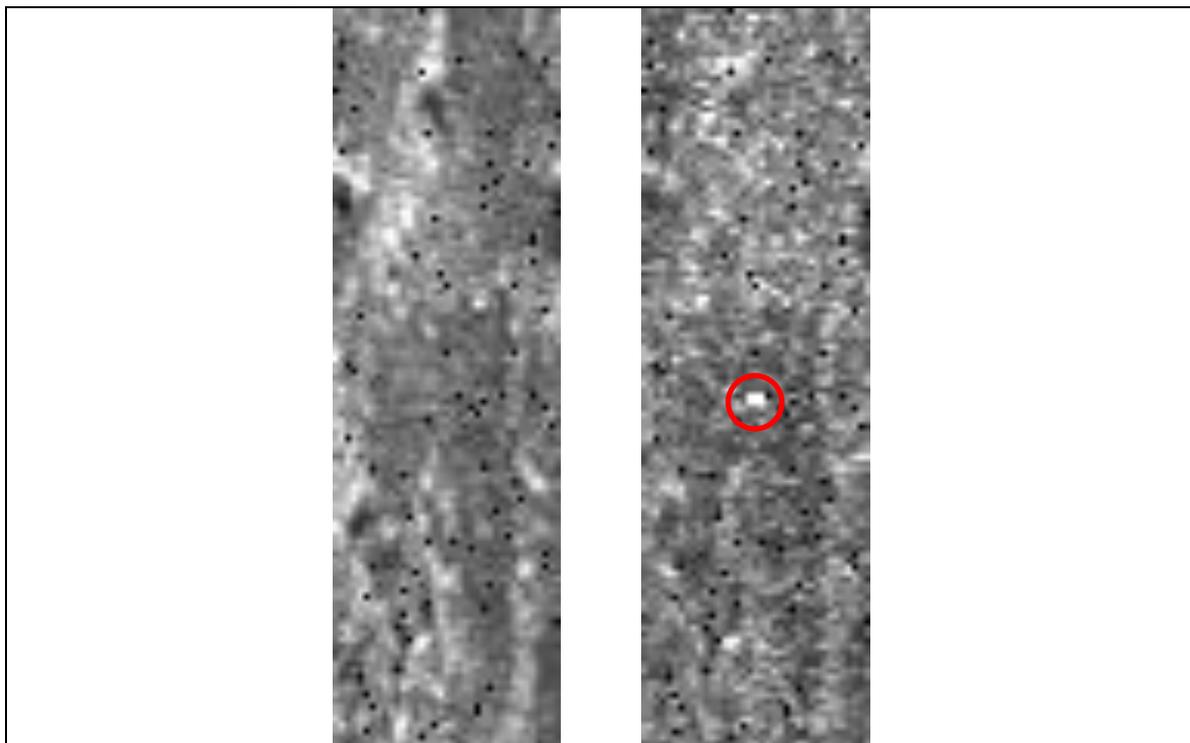


Figura 42: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

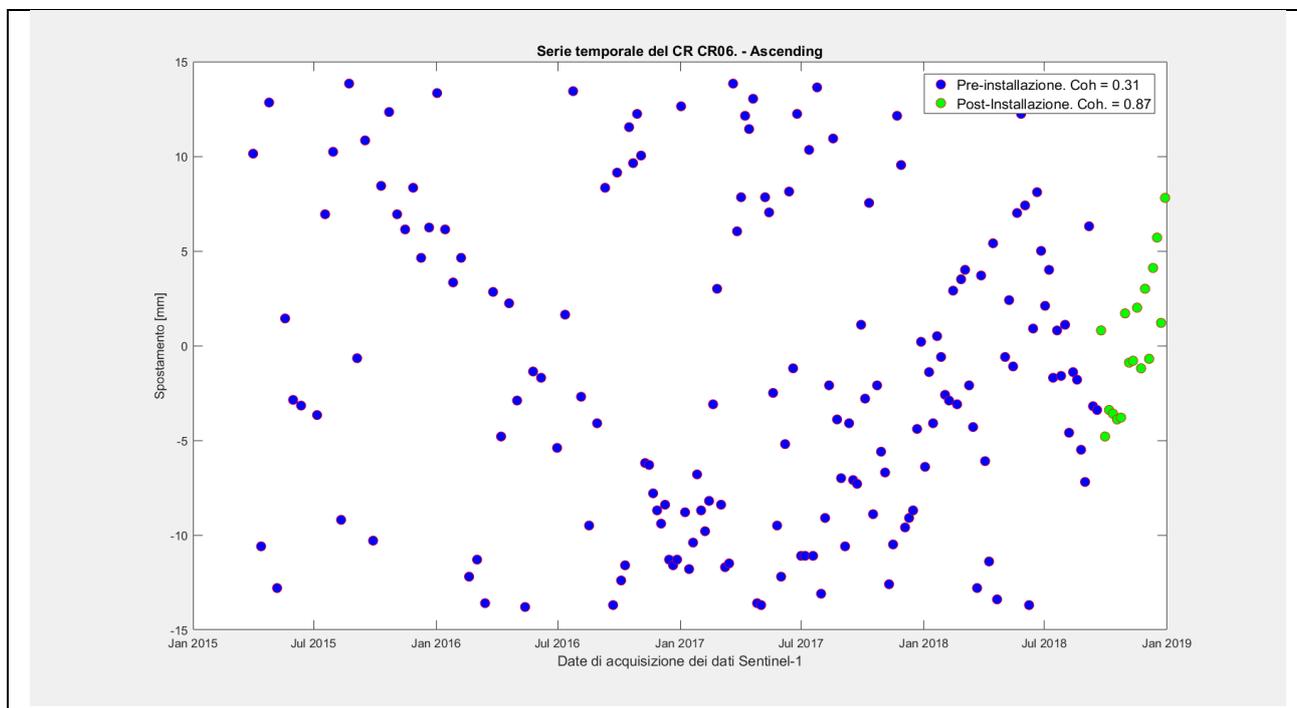


Figura 43: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

B) Dataset Descending

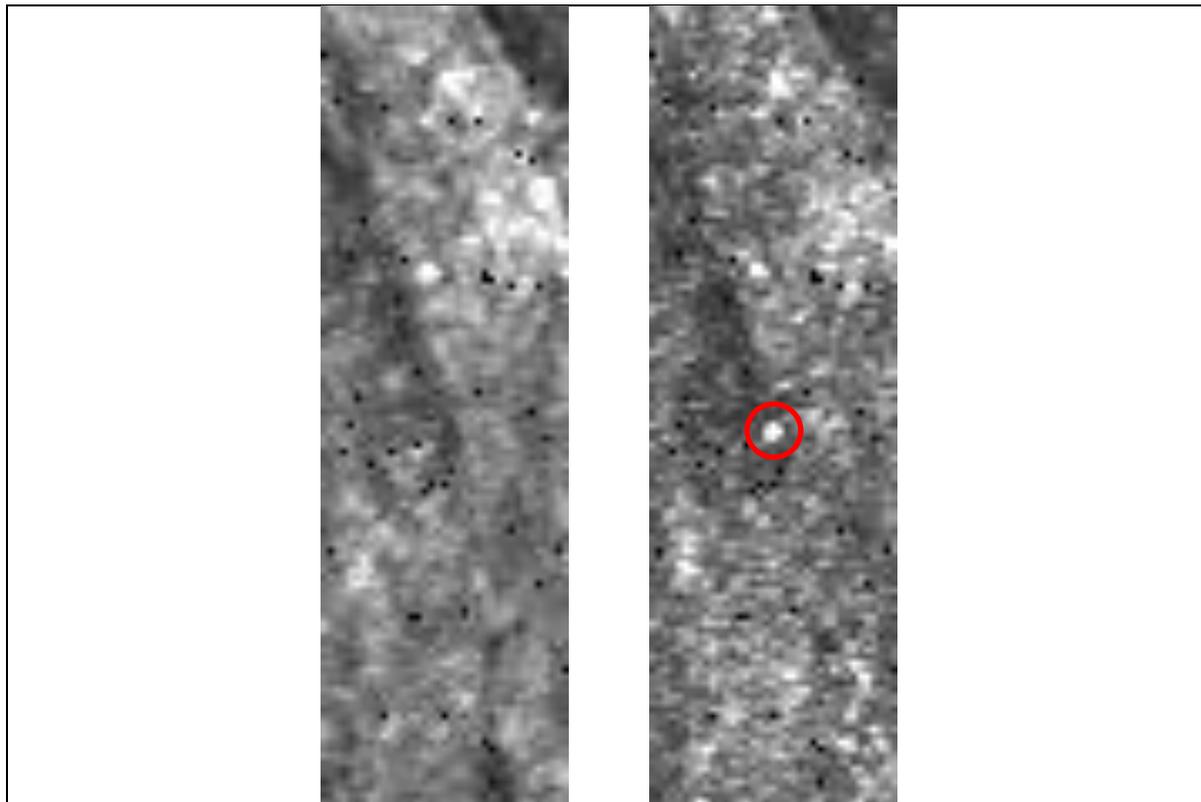


Figura 44: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

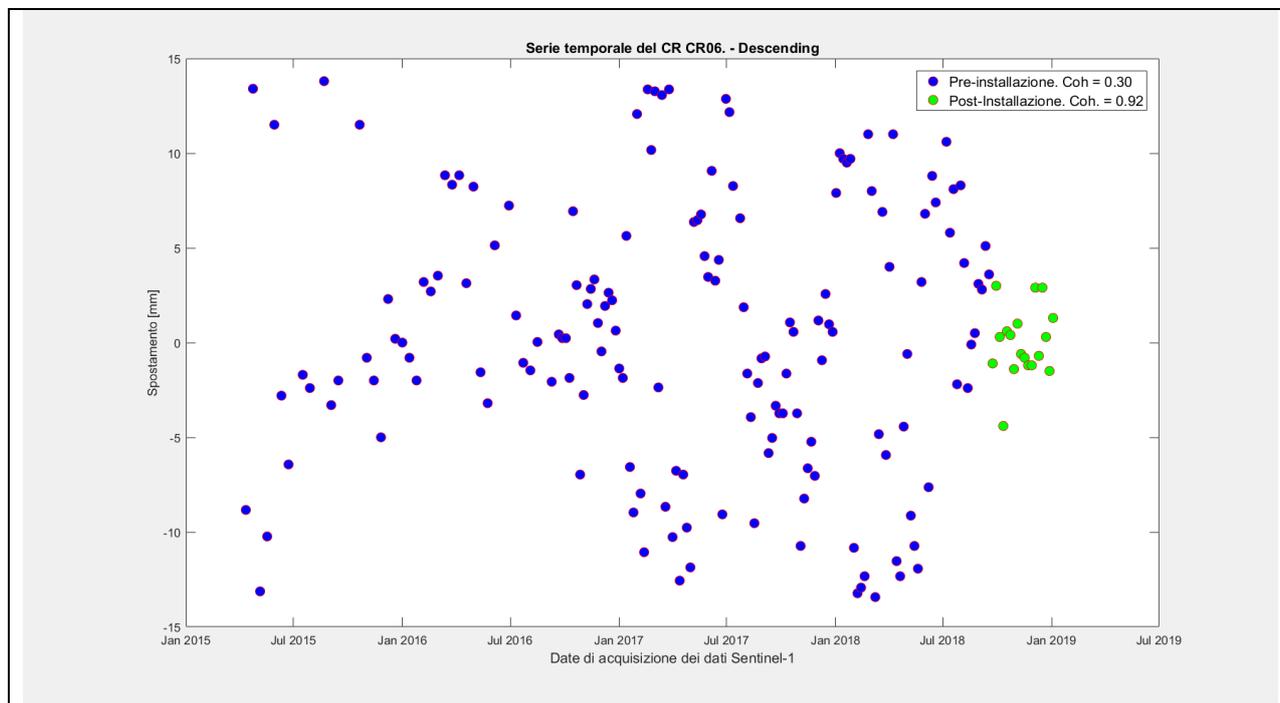


Figura 45: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

CR07

A) Dataset Ascending

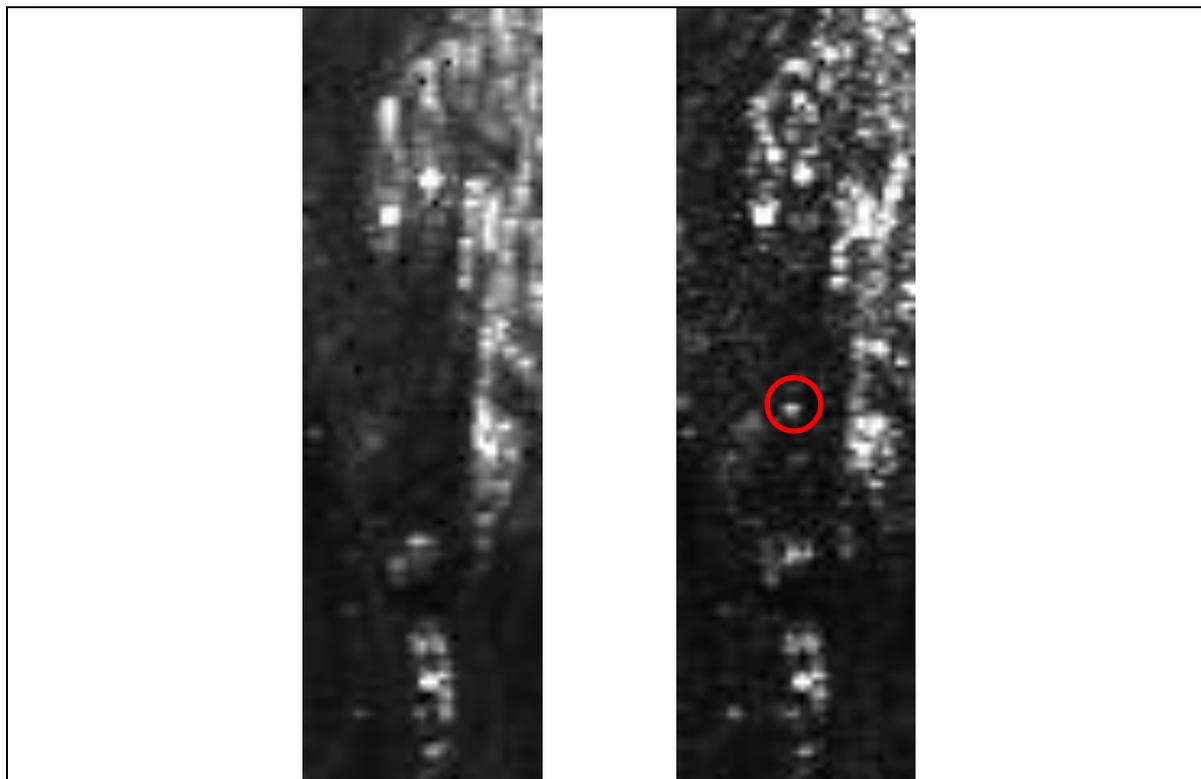


Figura 46: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

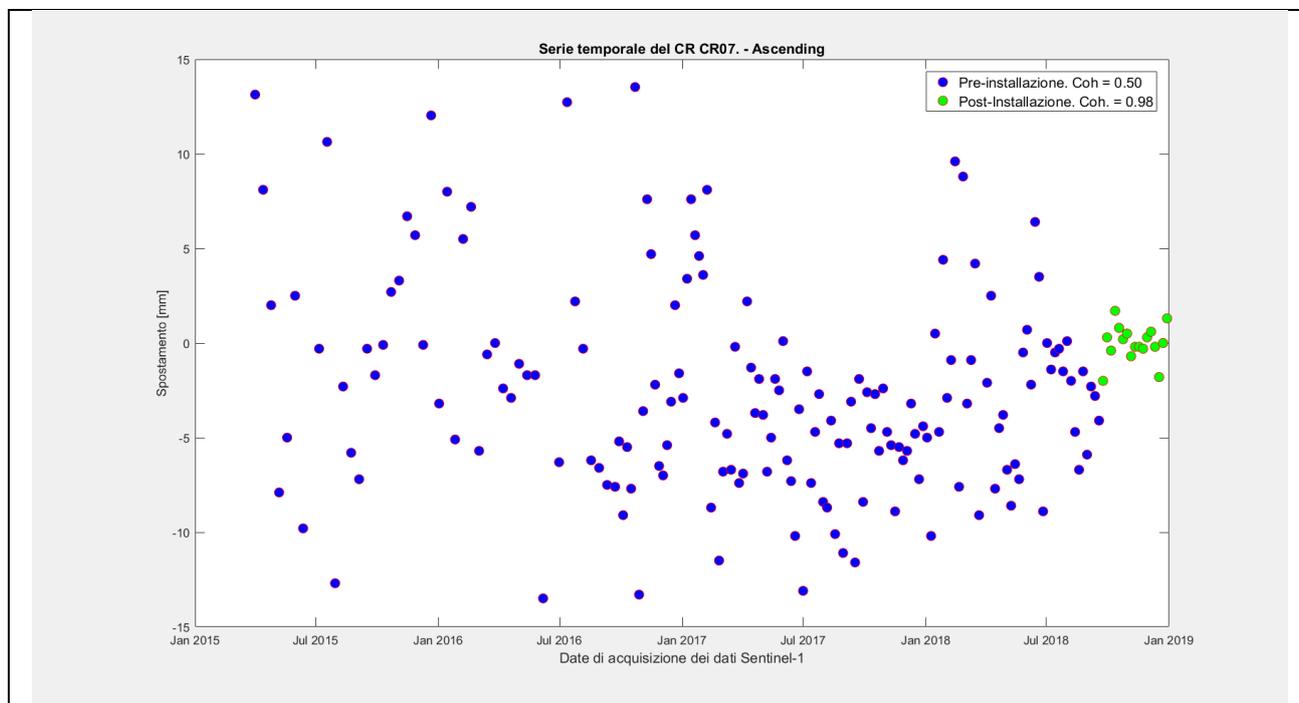


Figura 47: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

B) Dataset Descending

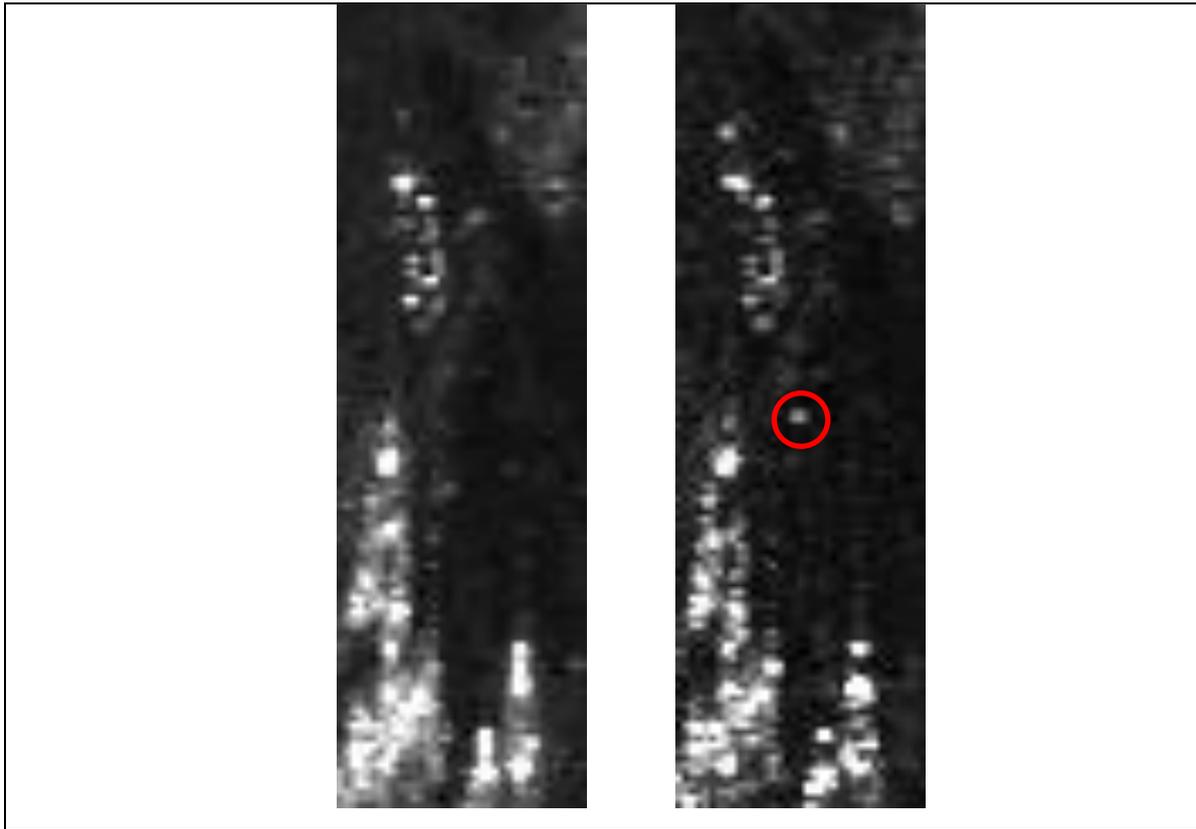


Figura 48: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

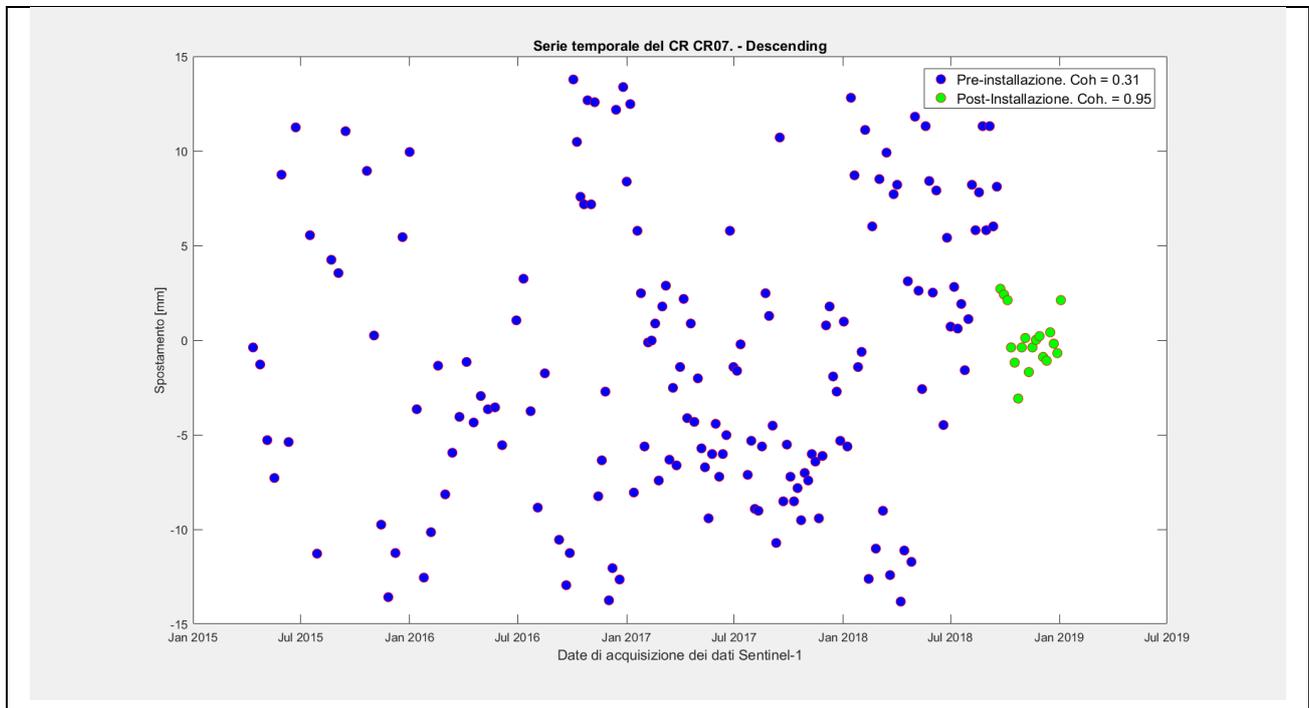


Figura 49: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

CR08

A) Dataset Ascending

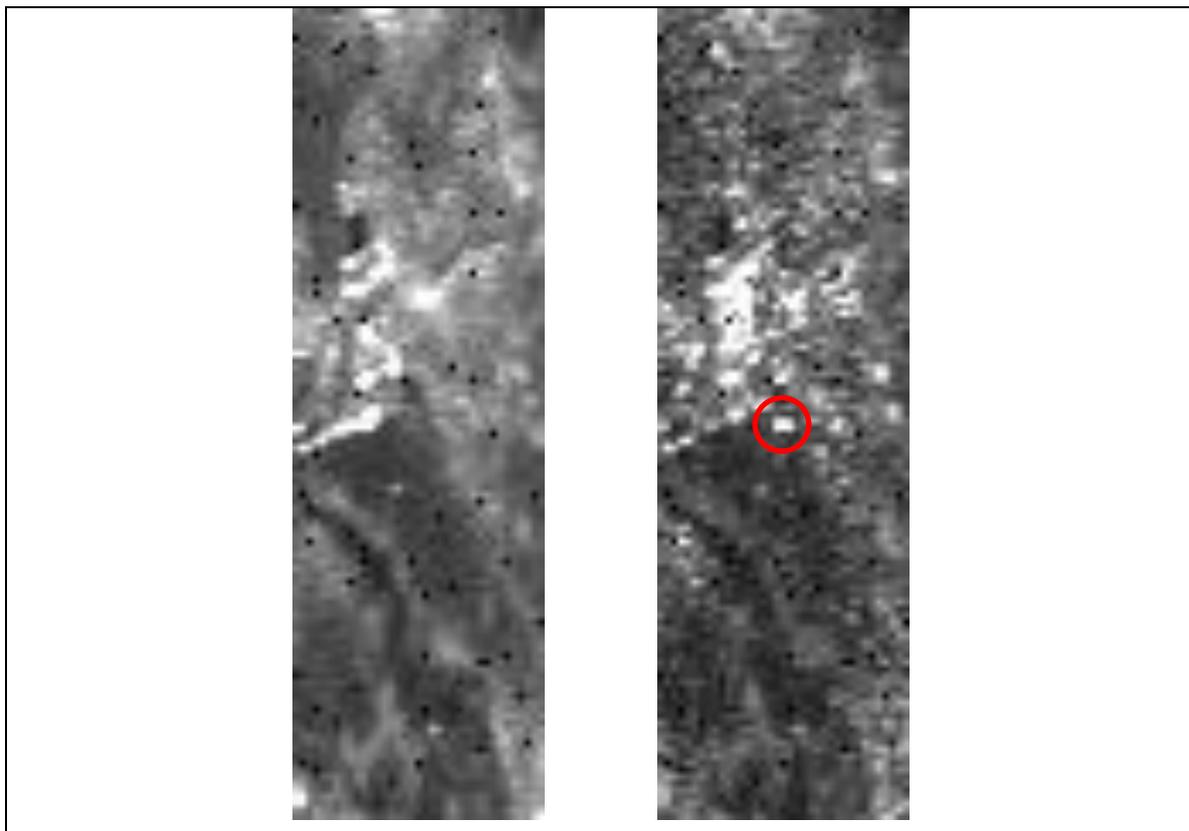


Figura 50: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

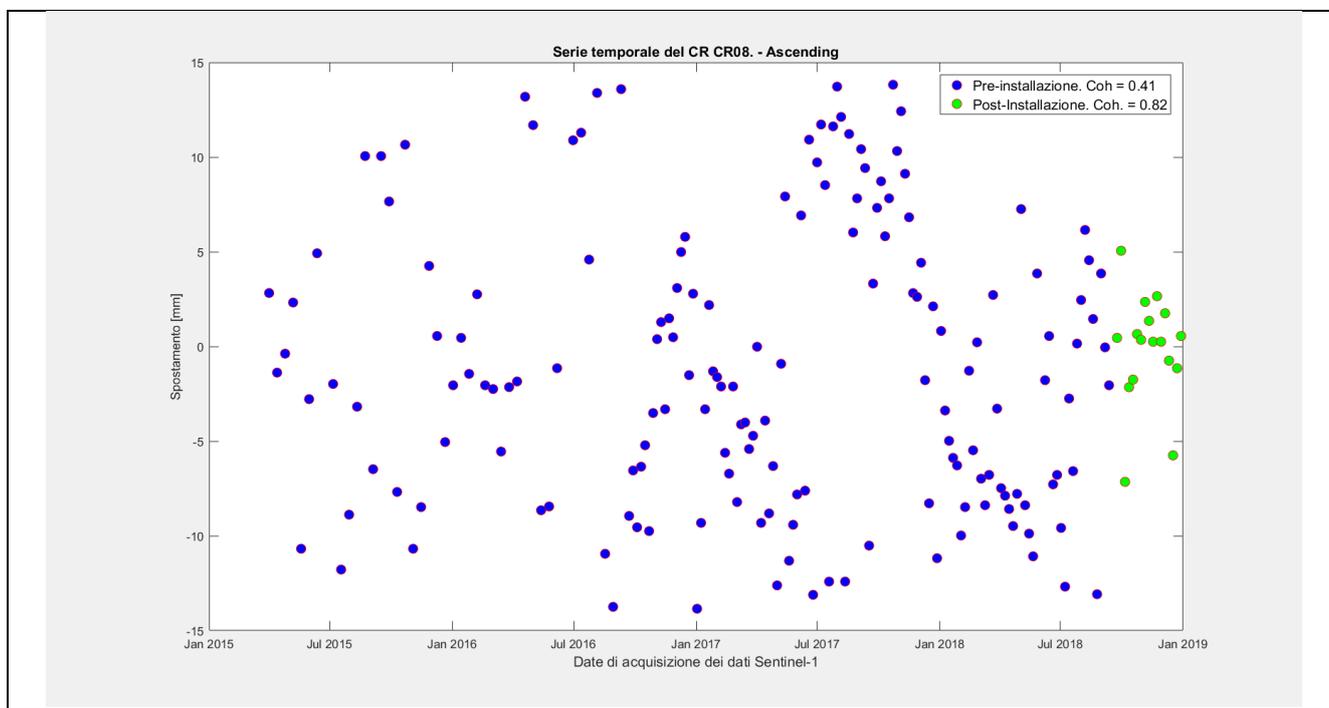


Figura 51: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

B) Dataset Descending

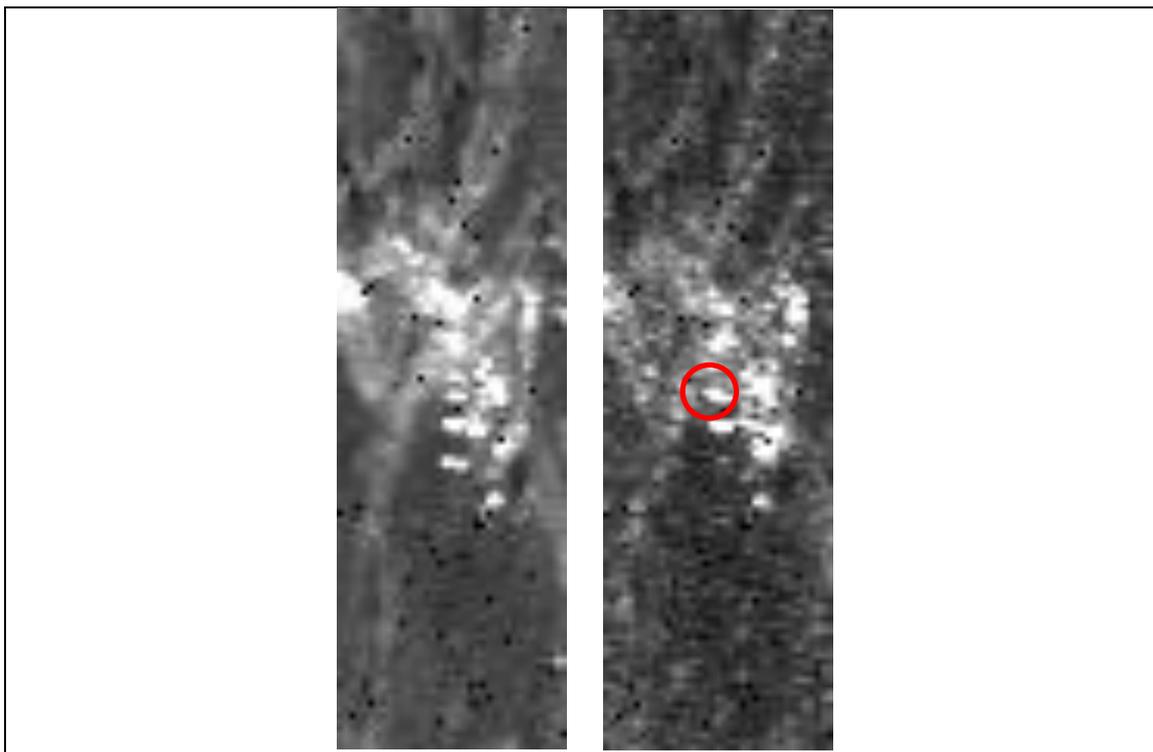


Figura 52: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione. Il corner reflector non sembra visibile in geometria descending.

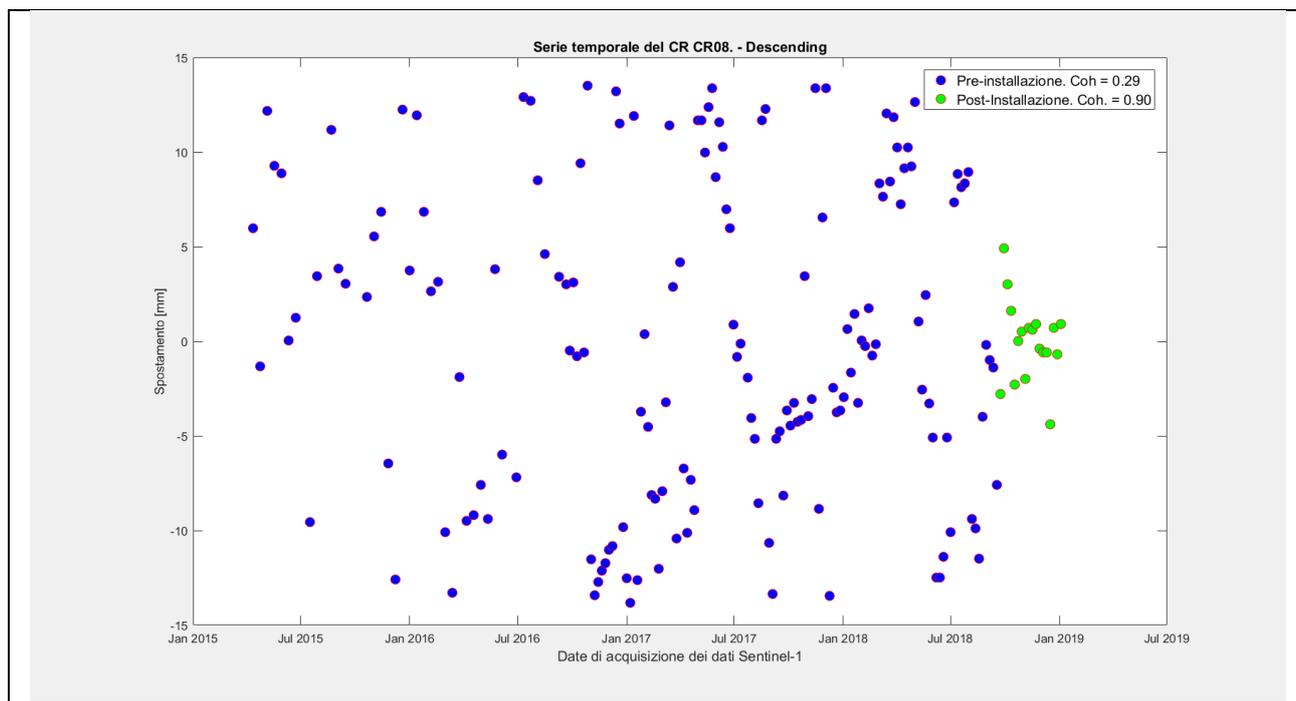


Figura 53: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

CR09

A) Dataset Ascending

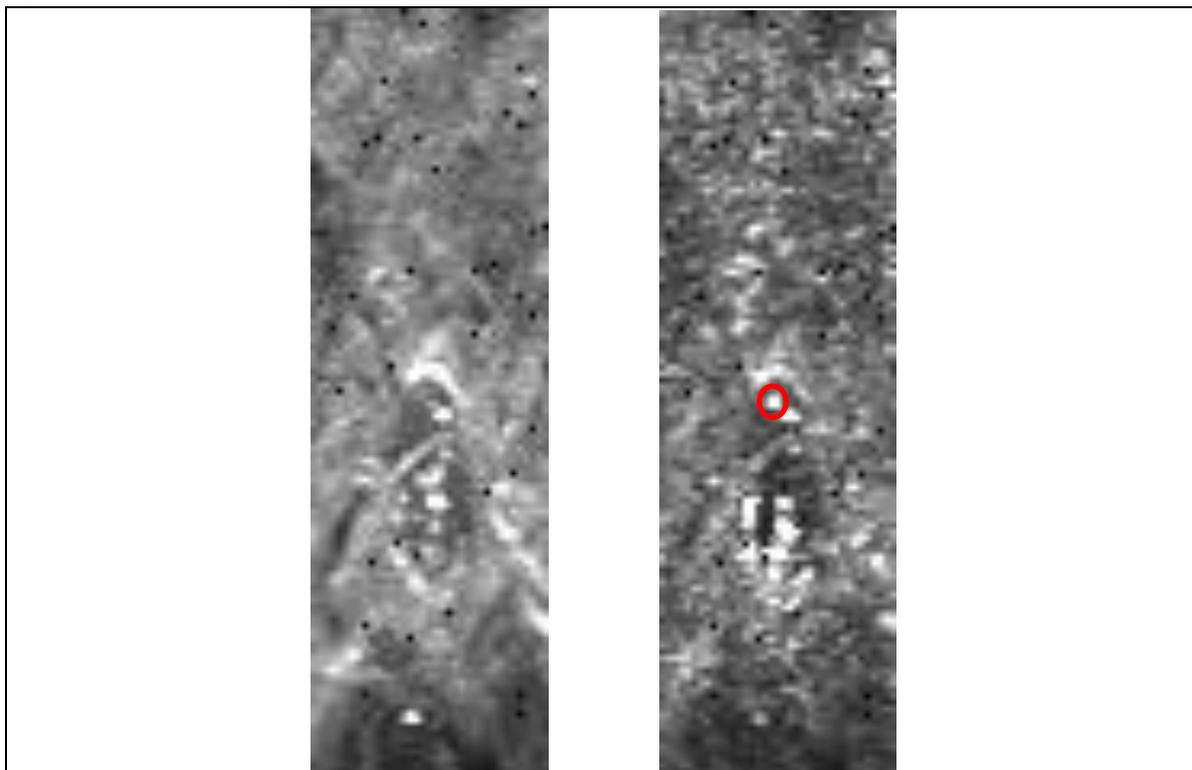


Figura 54: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

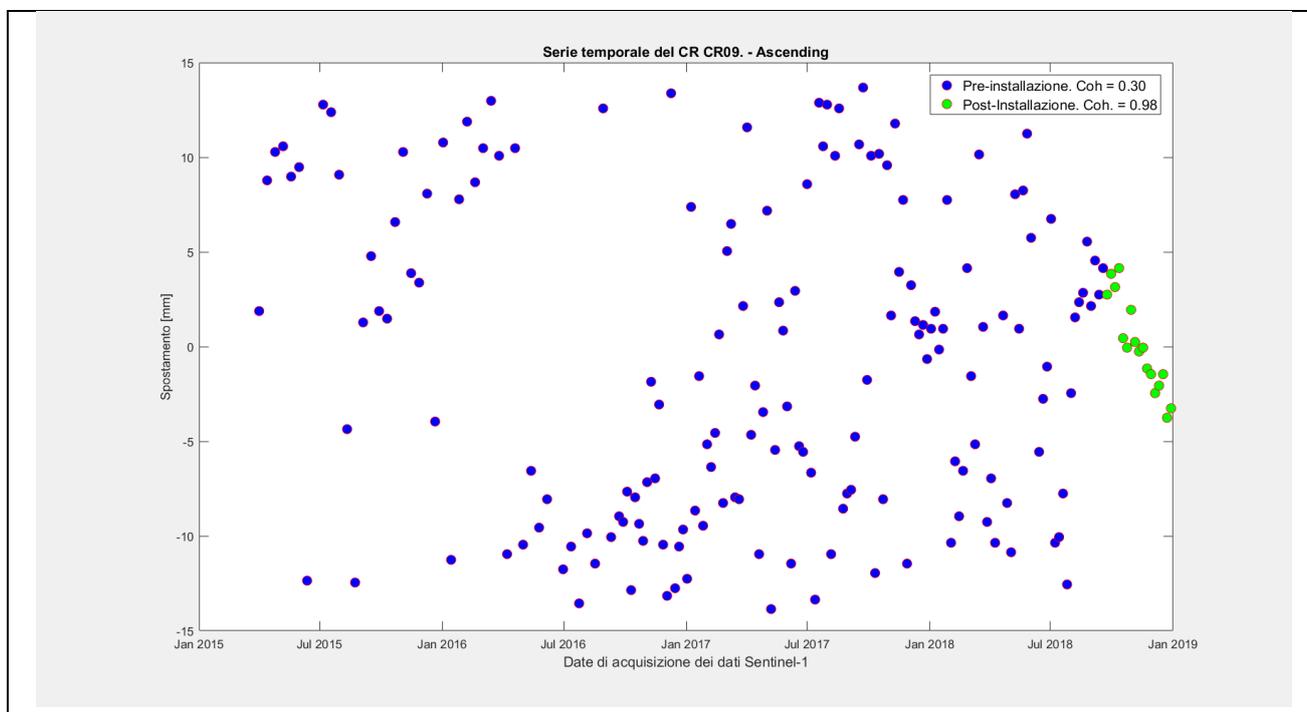


Figura 55: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione. Bisogna attendere l'acquisizione di nuove immagini per verificare l'attendibilità dello spostamento misurato e il risultato della verifica sarà contenuto nel prossimo rapporto.

B) Dataset Descending

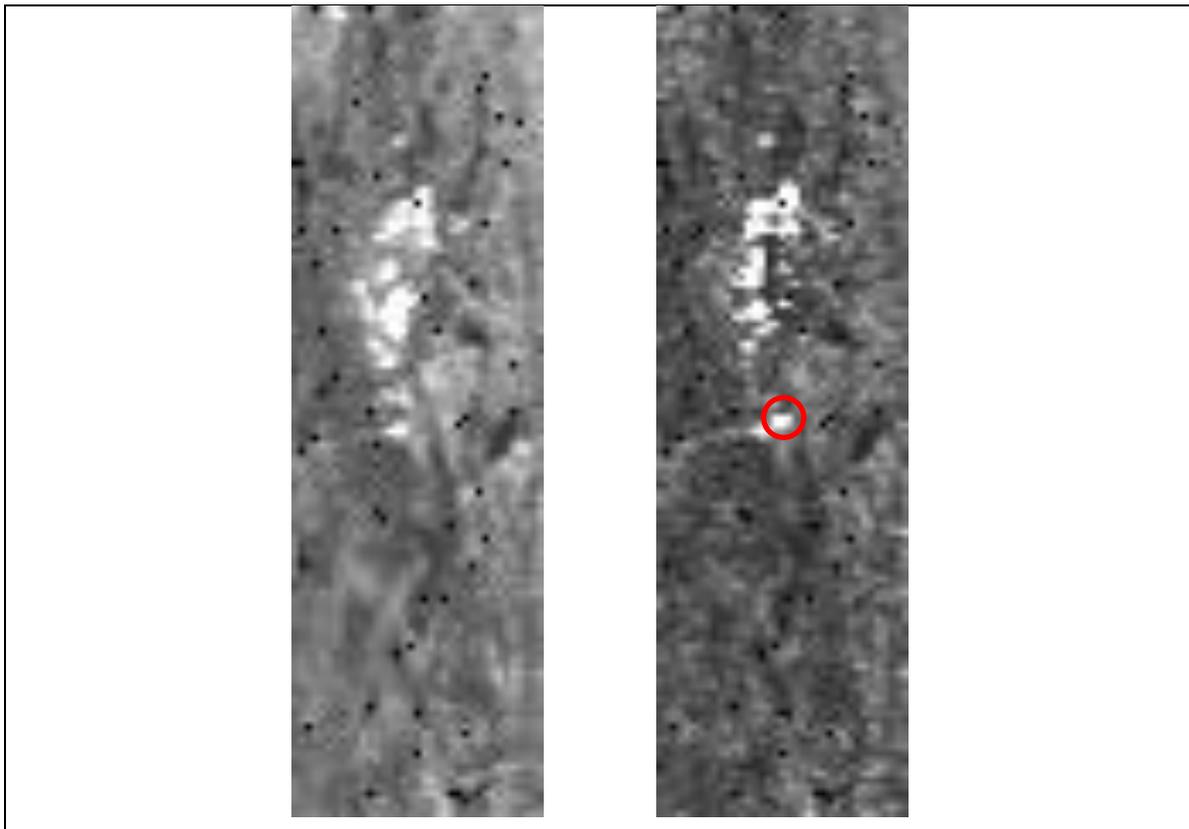


Figura 56: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

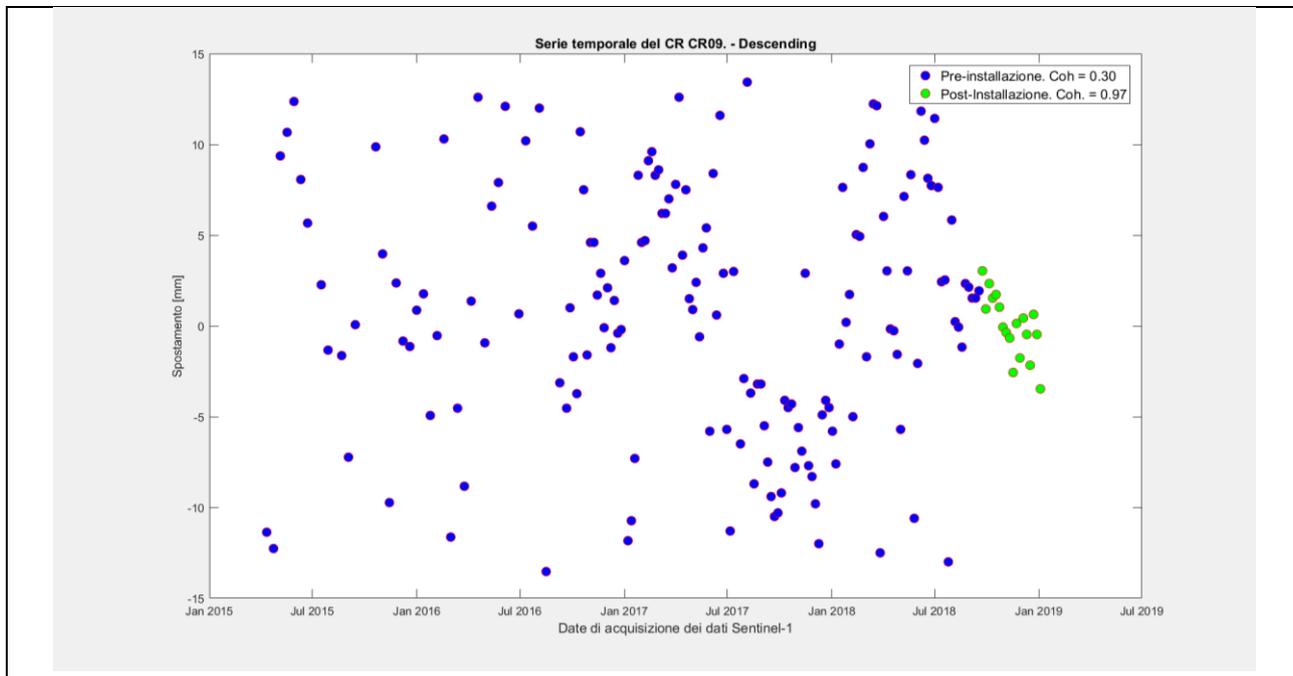


Figura 57: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione. Bisogna attendere l'acquisizione di nuove immagini per verificare l'attendibilità dello spostamento misurato e il risultato della verifica sarà contenuto nel prossimo rapporto.

CR10

A) Dataset Ascending

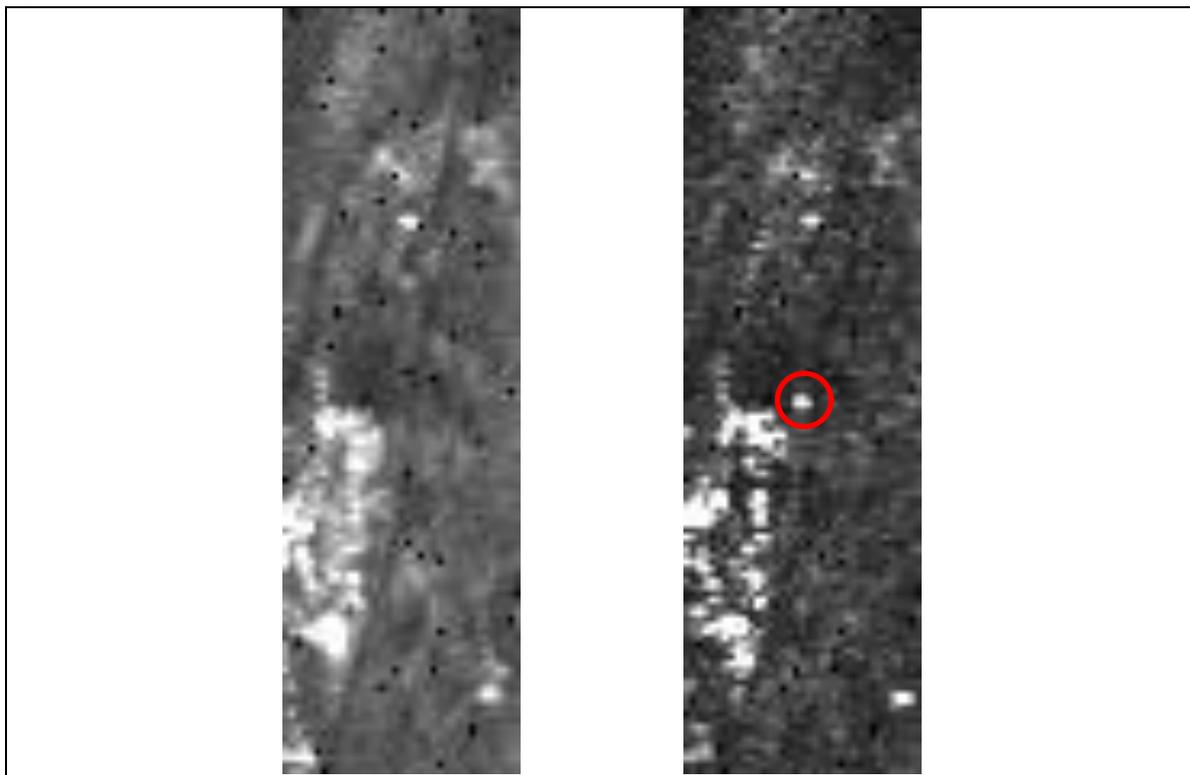


Figura 58: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

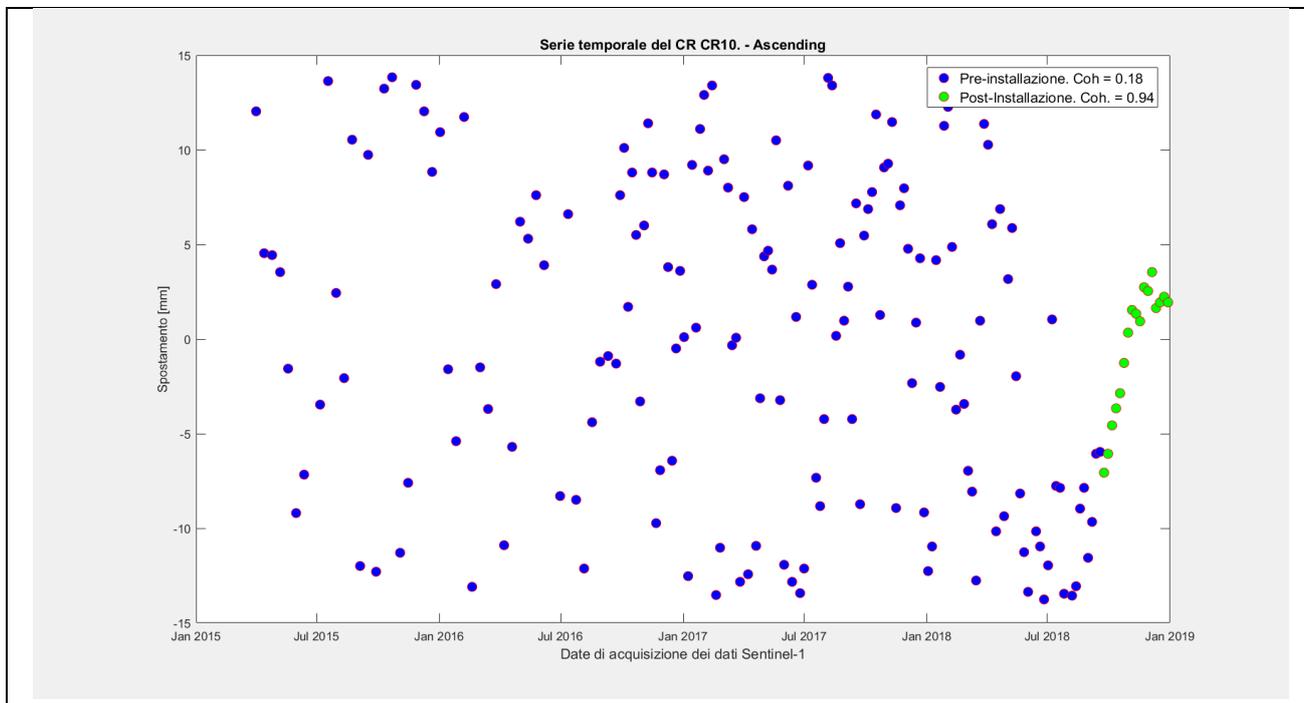


Figura 59: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione. Bisogna attendere l'acquisizione di nuove immagini per verificare l'attendibilità dello spostamento misurato e il risultato della verifica sarà contenuto nel prossimo rapporto.

B) Dataset Descending

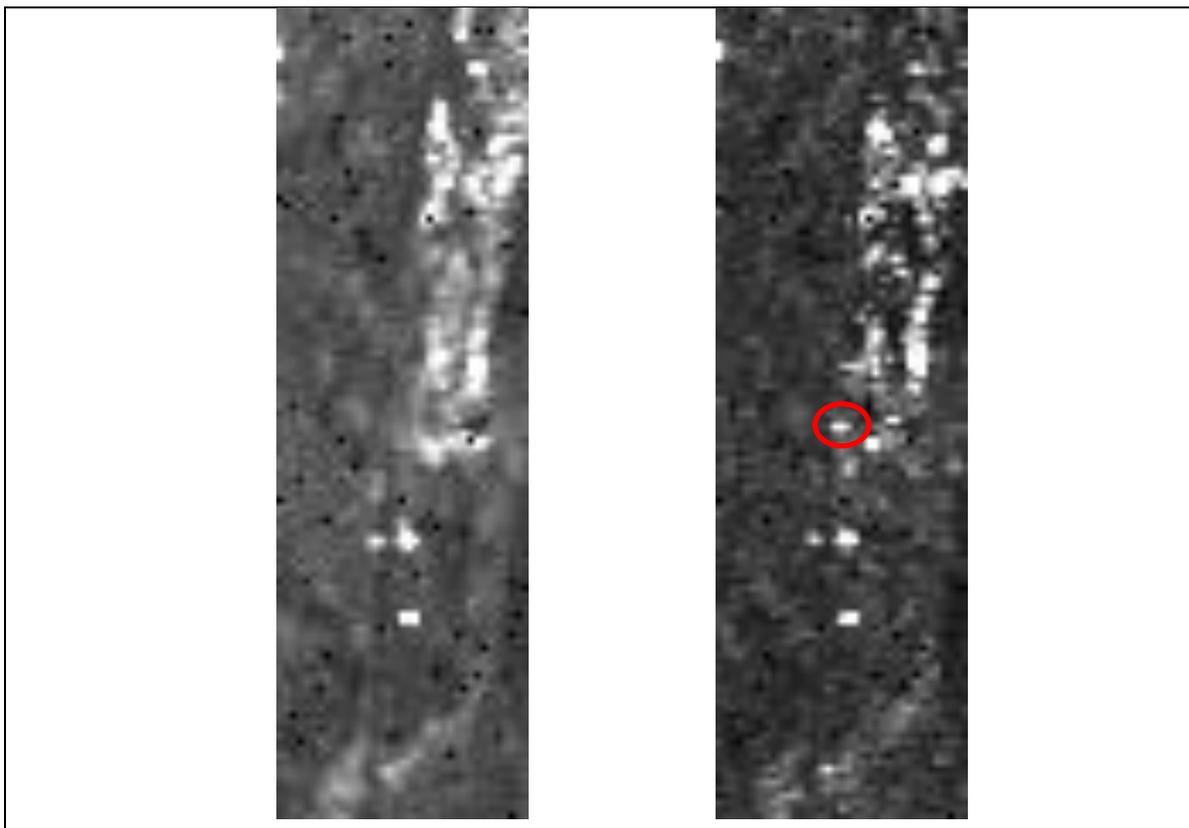


Figura 60: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

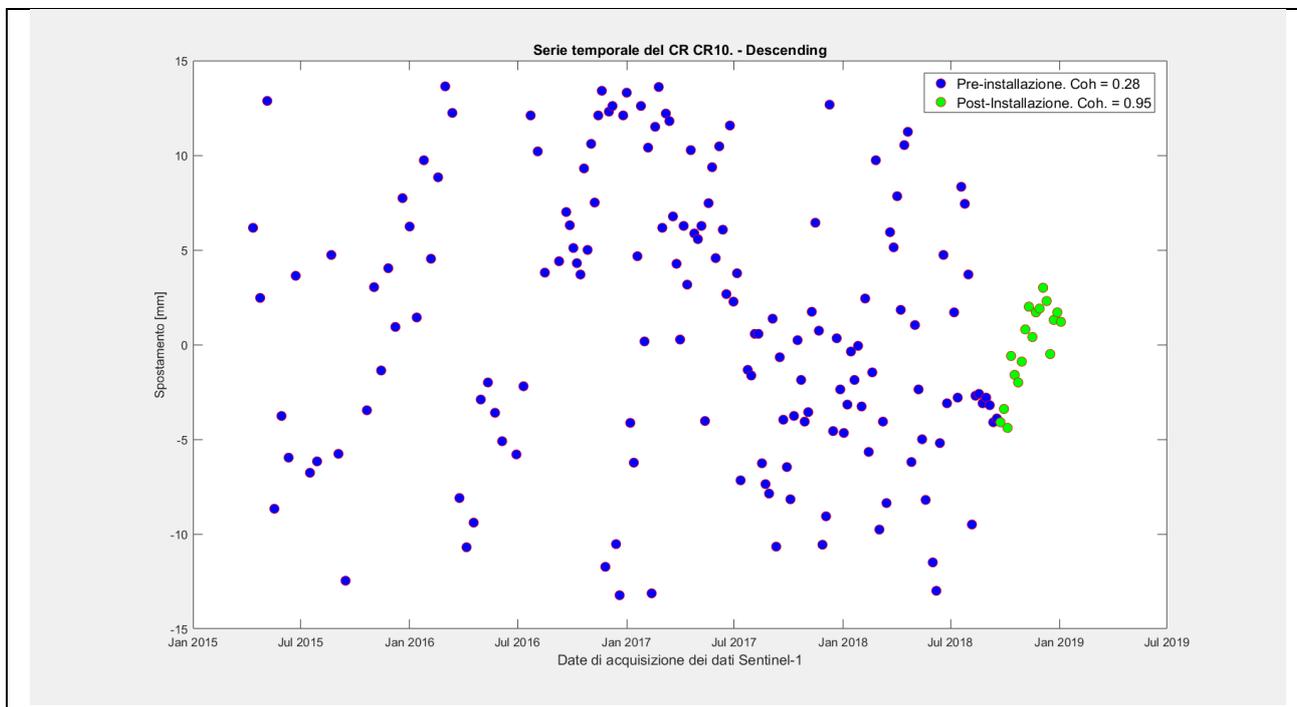


Figura 61: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione. Bisogna attendere l'acquisizione di nuove immagini per verificare l'attendibilità dello spostamento misurato e il risultato della verifica sarà contenuto nel prossimo rapporto.

CR11

A) Dataset Ascending

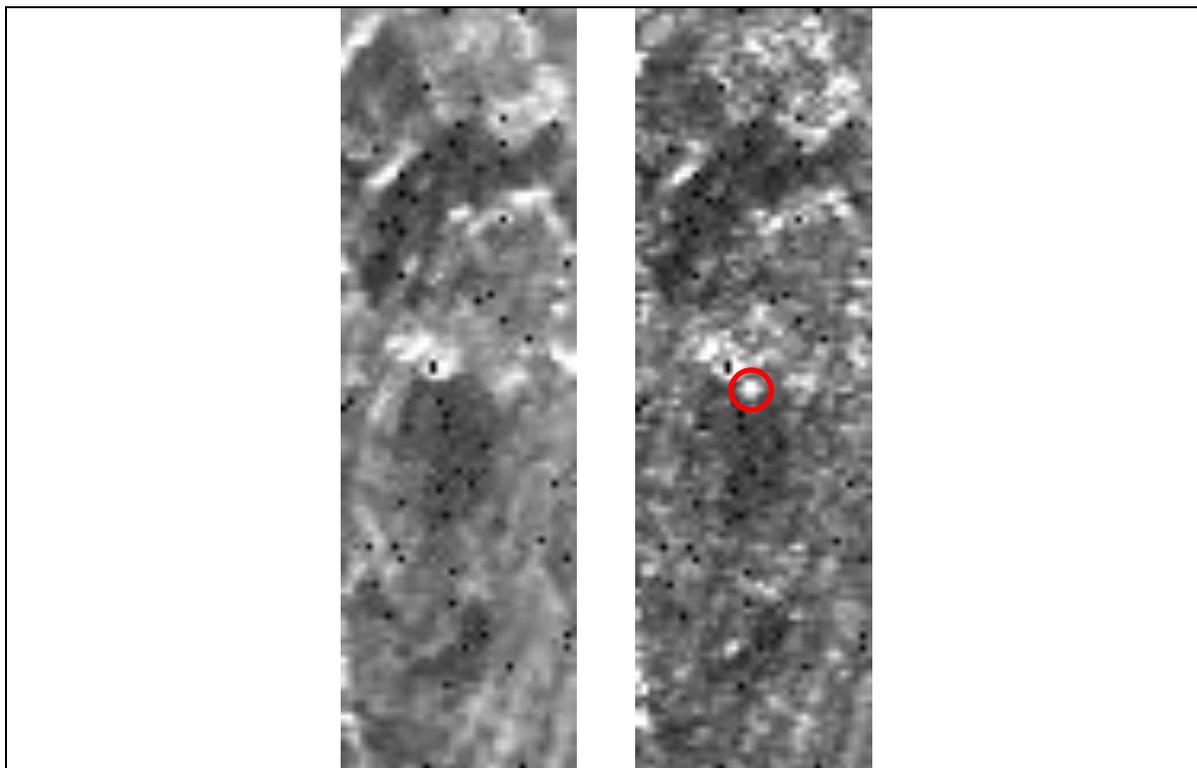


Figura 62: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

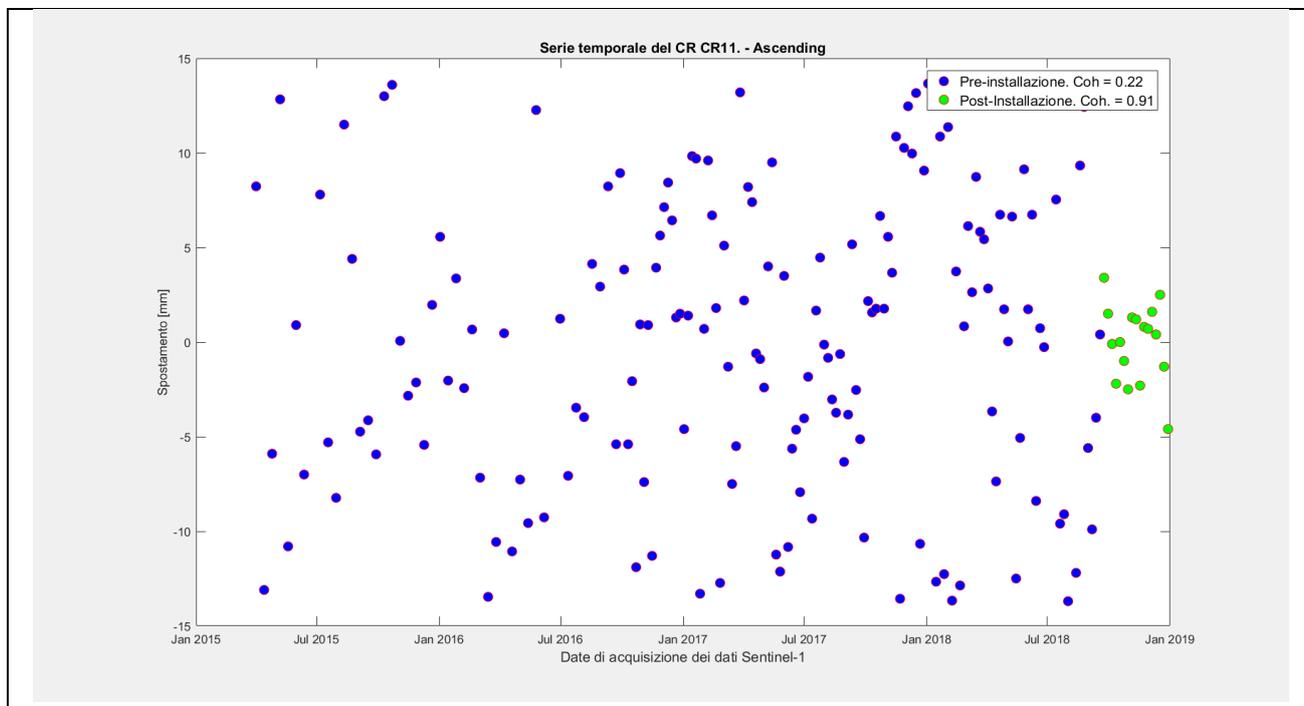


Figura 63: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.

B) Dataset Descending

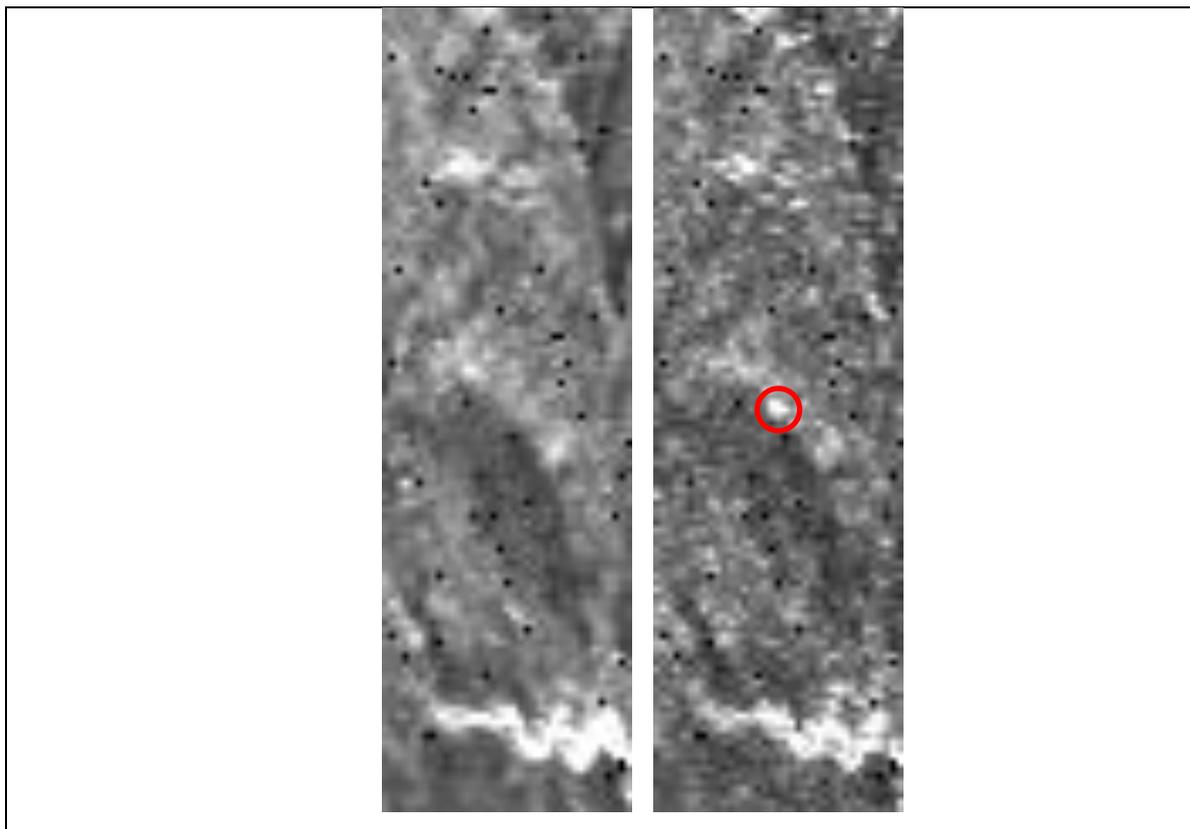


Figura 64: Immagini di intensità centrate sul corner reflector. A sinistra: immagine pre-installazione. A destra: immagine post-installazione.

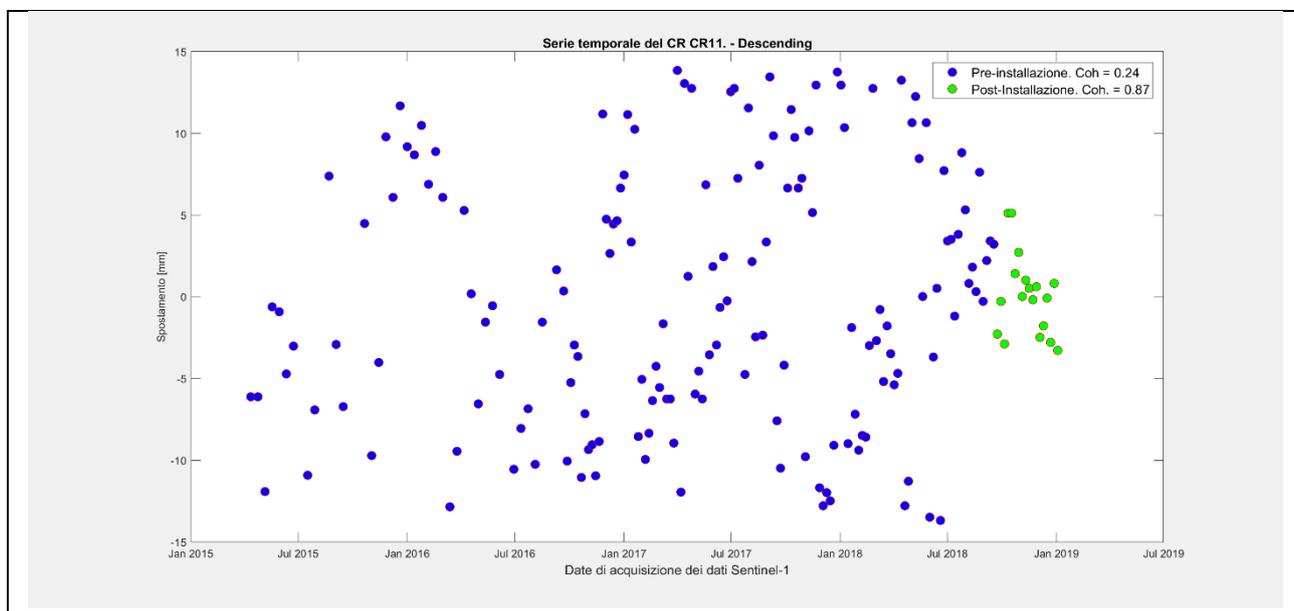


Figura 65: Analisi della serie temporale in corrispondenza del corner reflector. In blu sono indicate le misure pre-installazione. In verde sono indicate le misure post-installazione.