

Creazione di un *database* geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei *Permanent Scatterers* (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2.  
Studio Politecnico di Bari

---

Codice DN GS 00101

Fase del progetto -

Data 12/01/2015 Pag. 1

---



## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



## Convenzione tra SOGIN e Politecnico di Bari

(Responsabile scientifico: Prof. Angelo Amorosi)

Relazione conclusiva sulla *Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2<sup>1</sup>*,

inclusiva delle indagini relative a siti "non esclusi" dopo applicazione dei criteri di esclusione e approfondimento sul territorio nazionale.

<sup>1</sup> ISPRA, 2014, GUIDA TECNICA n. 29 – Criteri per la localizzazione di un impianto di smaltimento superficiale di rifiuti radioattivi a bassa e medie attività.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



## SOMMARIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. PREMESSA E ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2. PRINCIPI DEL METODO DEI PERMANENT SCATTERERS</b>  | <b>5</b>  |
| 2.1 Acquisizione di dati radar satellitari  | 5         |
| 2.2 I sensori radar   | 6         |
| 2.3 Tecniche SAR interferometriche  | 7         |
| 2.3.1 Interferometria Differenziale (InSAR E D-InSAR)   | 7         |
| 2.3.1 Tecnica PS-InSAR™   | 8         |
| 2.4 Campi di applicazione della Tecnica PSI   | 10        |
| <b>3. CLUSTER ERS ED ENVISAT UTILIZZATI</b>   | <b>11</b> |
| 3.1 La scomposizione del moto nelle componenti verticale ed orizzontale                       | 16        |
| <b>4. COMMENTO AI RISULTATI DELLA SCOMPOSIZIONE IN CORRISPONDENZA DELLE AREE DI INTERESSE</b> | <b>18</b> |
| 4.1 Macro-area NORD   | 18        |
| 4.2 Macro-area CENTRO   | 31        |
| 4.2 Macro-area SUD  | 43        |
| 4.2 Macro-area ISOLE  | 53        |
| <b>5. ELENCO DELLE FIGURE E TABELLE</b>   | <b>63</b> |
| <b>6. DATI ALLEGATI</b>   | <b>66</b> |

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
**DN GS 00101**  
REVISIONE  
01



### GRUPPO DI LAVORO

Prof. Ing. Angelo Amorosi – responsabile scientifico

Prof. dott. Francesco Mancini

Ing. Angelo Galeandro

Ing. Claudia Ceppi

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



### 1. Premessa e organizzazione del lavoro

La relazione illustra le procedure adottate ai fini della rappresentazione degli spostamenti superficiali ottenuti con la tecnica interferometrica satellitare dei *Permanent Scatterers* (PS TECNICA PS-INSAR™) in corrispondenza delle aree considerate "non escluse" dopo le indagini di V livello. I dati utilizzati in questa relazione sono stati forniti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), nell'ambito della convenzione tra SOGIN S.p.A e Politecnico di Bari, e rappresentano parte di quanto acquisito dal MATTM in base al *Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A) [™ TRE, TeleRilevamento Europa]*.

La relazione prevede una breve introduzione alla tecnica di analisi dei *Permanent Scatterers* e la descrizione delle operazioni effettuate ai fini della produzione delle mappe di spostamento in corrispondenza delle aree di interesse (siti) comunicate da SOGIN S.p.A. A tal fine, vista anche l'organizzazione generale del lavoro e la distribuzione delle aree di interesse sul territorio nazionale, i dati sono stati organizzati in quattro macro-aree: NORD, CENTRO, SUD e ISOLE. Le macro-aree includono le Regioni elencate in tabella, mentre per un inquadramento dei siti su base geografica si vedano le Tavole (da 1 a 5) allegate.

| Macro-area | Regioni incluse              | Numero di siti inclusi |
|------------|------------------------------|------------------------|
| NORD       | Piemonte                     | 14                     |
|            | Emilia Romagna               | 4                      |
| CENTRO     | Toscana                      | 5                      |
|            | Lazio                        | 36                     |
| SUD        | Puglia                       | 20                     |
|            | Basilicata                   | 14                     |
|            | Siti con doppia appartenenza | 5                      |
| ISOLE      | Sicilia                      | 16                     |
|            | Sardegna                     | 35                     |

Il lavoro ha previsto le seguenti fasi

| Fase  | Durata (mesi) | Attività svolta   |
|---|---------------|---|
| Screening dei dati  | 0,5           | Verifica, in ambiente GIS, dei dati (cluster) forniti dal MATTM e dei parametri disponibili: velocità media, serie temporali degli spostamenti ed errori associati, metadati, sistema di coordinate utilizzato, presenza dei parametri orbitali utili alla scomposizione delle velocità orientate lungo la LOS ( <i>Line Of Sight</i> ) nelle direzioni Est-Ovest e verticale |
| Importazione dei dati in ambiente GIS                           | 0,5           | Organizzazione dei dati nelle aree di interesse NORD, CENTRO, SUD e ISOLE, nella rappresentazione cartografica UTM (ETRF89), fusi 32 e 33   |
| Scomposizione vettoriale  | 1             | Riduzione degli attributi ai soli dati necessari alla scomposizione vettoriale delle velocità nelle componenti Est-Ovest e verticale  |
| Elaborazione dei prodotti cartografici e consegna dei risultati | 2             | Produzione di mappe relative agli spostamenti verticali e orizzontali per i siti appartenenti alle aree di interesse NORD, CENTRO, SUD e ISOLE  |

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



## 2. Principi del metodo dei Permanent Scatterers

Questa sezione presenta una breve descrizione dei principi di funzionamento del metodo PSI (*Permanent Scatterer Interferometry*). Il materiale è in buona parte tratto dal manuale introduttivo all'utilizzo dei dati radar interferometrici, ottenuti con tecnica PS, disponibili nelle pagine del Geoportale Nazionale<sup>2</sup>.

### 2.1 Acquisizione di dati radar satellitari

Il metodi del telerilevamento vengono in genere classificati in due tipologie:

- passivo: la sorgente di segnale è esterna al sensore satellitare;
- attivo: la sorgente di segnale costituisce parte del sistema satellitare.

In particolare, nel telerilevamento attivo il segnale viene emesso dal sensore, raggiunge la superficie terrestre e la frazione riflessa viene rilevata e misurata dal sensore stesso. In questa classe rientrano i sistemi radar che consentono l'analisi dei dati con la tecnica PSI.

Il segnale radar utilizzato dai sensori satellitari (frequenza delle microonde) è caratterizzato da lunghezze d'onda di tipo centimetrico.

I sistemi radar satellitari sono in grado di rilevare il segnale elettromagnetico che proviene dalla superficie terrestre in risposta alla radiazione inviata dallo stesso sensore. La tecnica consente un'acquisizione continua dei dati, non essendo il segnale influenzato da copertura nuvolosa o, ovviamente, condizioni di illuminazione solare. Questo per la proprietà del segnale di propagarsi nello spazio vuoto e nell'atmosfera senza subire effetti rifrattivi o di assorbimento che possono compromettere, come accade nel visibile ed infrarosso, l'acquisizione da parte del sensore delle quantità di energia necessaria.

Il principio di funzionamento è il seguente: il satellite emette un'onda elettromagnetica secondo un fascio laterale che, a seconda della specifica geometria di acquisizione, investirà una fascia di territorio con una certa ampiezza. Gli oggetti "illuminati" dall'onda riflettono il segnale producendo un fenomeno di riflessione definito *scattering* (Fig. 2.1).

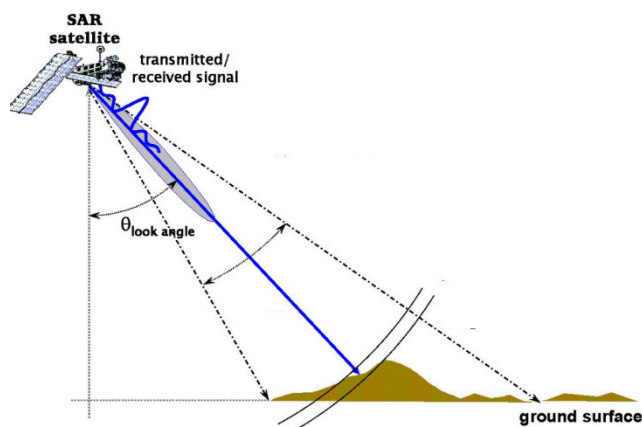


Figura 2.1. Geometria di acquisizione per sensori radar satellitari.

<sup>2</sup> Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A) - Lotto 2 "LINEE GUIDA PER L'ANALISI DI DATI INTERFEROMETRICI SATELLITARI IN AREE SOGGETTE A DISSESTI IDROGEOLOGICI"

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



Una quota di energia del segnale sarà direzionata verso lo stesso sensore, il quale archivia il dato ricevuto e soprattutto le informazioni relative alla fase ed intensità dell'onda elettromagnetica. La cosiddetta "area illuminata" è funzione della geometria di acquisizione del sensore, a sua volta legata a parametri orbitali. L'apertura del fascio di onde emesse e l'inclinazione media dello stesso regola l'estensione laterale dell'impronta.

La geometria di acquisizione è caratterizzata da due principali direzioni: *azimut*, lungo la direzione di movimento del sensore, e *range*, trasversale alla stessa. In uno schema di acquisizione come quello visto, la risoluzione del dato a terra (risoluzione geometrica) sarebbe molto scarsa (dell'ordine di qualche km) e quindi non accettabile per gli scopi attuali. Essendo tale risoluzione funzione della lunghezza dell'antenna, l'idea alla base della tecnica SAR (*Synthetic Aperture Radar*) è quella di simulare un'antenna lunga sfruttando il movimento del sensore lungo l'orbita. Per tale motivo l'apertura dell'antenna viene definita sintetica, passando da valori reali di una decina di metri a valori sintetici di alcuni km. A questa soluzione si associa lo studio dell'effetto Doppler associato ad ogni specifico target e la modulazione del segnale inviato con codifiche (chip) che, complessivamente, nelle due direzioni di riferimento, consentono di processare il dato radar con risoluzione geometrica variabile da pochi metri a qualche decina di metri, a seconda del sensore in questione.

## 2.2 I sensori radar

Le informazioni sugli spostamenti, ottenuti con la tecnica interferometrica PSI e forniti dal MATTM, sono calcolati a partire dai dati dei sensori ERS ed Envisat, il primo operativo nel periodo 1992-2000, il secondo nel periodo 2003-2010. In Fig. 2.2 le varie missioni che riguardano i sensori radar satellitari.

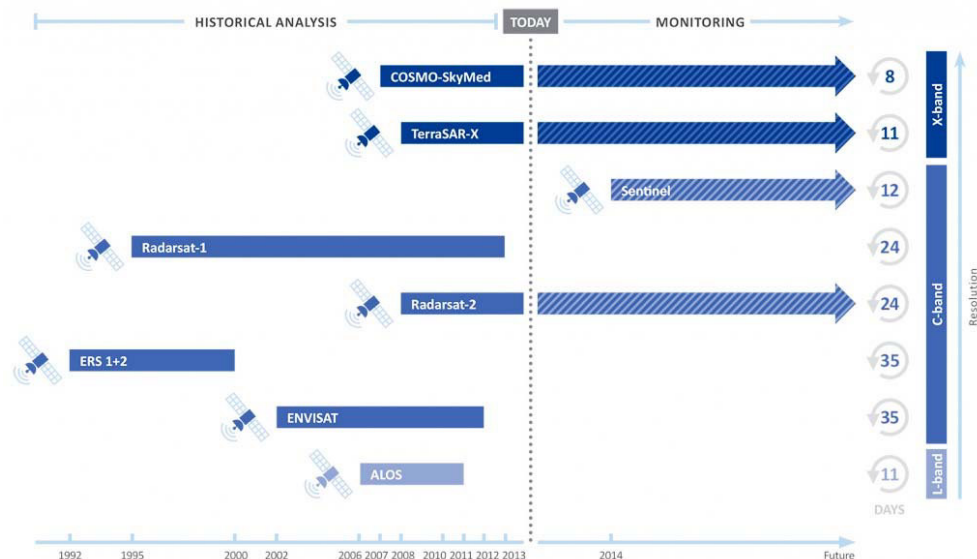


Figura 2.2. Sensori radar satellitari in grado di fornire dati utili per la tecnica PSI.

## Relazione Tecnica

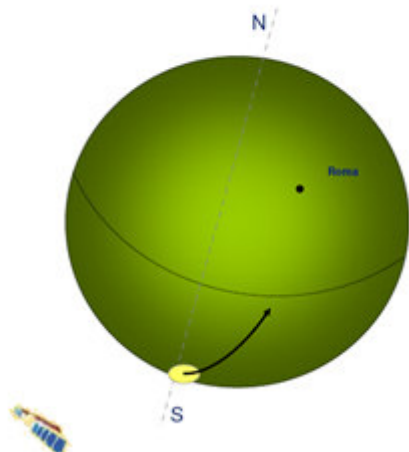
Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



I satelliti percorrono orbite quasi-polari disposte all'incirca lungo l'asse Nord-Sud, ma grazie ad una calibrata sincronia tra velocità dei satelliti e velocità di rotazione terrestre è possibile l'acquisizione di una stessa area secondo due geometrie eliosincrone definite ascendenti (direzione S-N) e discendenti (direzione N-S). Il tempo di rivisitazione per i sensori ERS ed Envisat è di 35 giorni e questa rappresenta la frequenza massima con la quale i sensori possono rilevare la medesima area.

### Orbita eliosincrona ascendente



### Orbita eliosincrona discendente

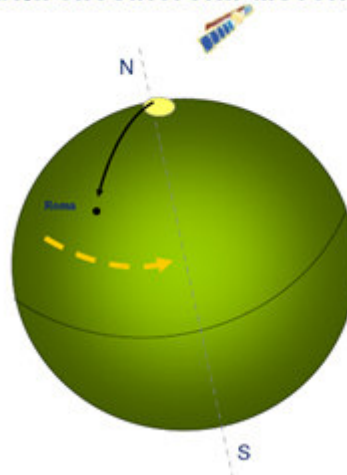


Figura 2.3. Le due geometrie di acquisizione satellitari.

## 2.3 Tecniche SAR interferometriche

I caratteri fondamentali del segnale radar sono l'intensità e la fase; la prima quantifica il livello di energia associato al segnale, la seconda è la vera e propria caratteristica che restituisce l'informazione sulla distanza satellite-target al suolo, alla base del metodo interferometrico.

Tuttavia l'effetto di riflessione non è costante su tutta l'area "illuminata" ma dipende dalle caratteristiche geometriche dei target, dai materiali coinvolti, dalle condizioni di umidità al suolo, ecc. Quindi il fenomeno di *scattering* (riflessione) è dipendente dalla natura stessa dello "scatteratore". Ad esempio, i materiali metallici risultano altamente propensi alla riflessione, al contrario delle superfici coperte da vegetazione o di quelle occupate da bacini d'acqua che forniscono una risposta nulla o caotica.

Ne deriva che le tecniche fondate sull'analisi di dati radar ben si prestano allo studio di aree antropizzate, come i centri urbanizzati o le aree industriali, mentre le zone boschive, vegetate o le aree extraurbane rurali, in assenza di manufatti o altri materiali riflettenti, forniscono una scarsa risposta al segnale radar incidente.

Segue una breve panoramica delle più recenti tecniche interferometriche utilizzate nell'elaborazione dei dati radar per lo studio dei movimenti.

### 2.3.1 Interferometria Differenziale (InSAR E D-InSAR)

La tecnica tradizionale di elaborazione dei dati radar è quella interferometrica InSAR (*Interferometric SAR*) e differenziale (*Differential InSAR*). La prima è basata sulla valutazione delle variazioni di fase tra due acquisizioni e relative al medesimo target. L'informazione che si ricava da questa operazione è legata ad



## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



aspetti geometrici, quali la posizione del punto rispetto al sensore e gli eventuali movimenti subiti dal punto stesso nel periodo intercorrente tra le due acquisizioni. A questa informazione si sommano altri contributi legati ad errori di varia natura che devono essere eliminati o stimati.

### 2.3.1 Tecnica PS-InSAR™

La tecnica PSInSAR™ è stata studiata e brevettata al Politecnico di Milano. Questa tecnica rientra nella famiglia di quelle multi-interferogramma e prende in considerazione la sola firma elettromagnetica di diffusori che possiedono caratteristiche di riflettività molto stabili nel tempo.

Il principio base di una di queste tecniche è quello di processare una serie numerosa di acquisizioni, relative alla stessa area, per analizzarne gli spostamenti di specifici bersagli che prendono il nome di scatteratori o diffusori permanenti (*Permanent Scatterers* o PS). Si passa ad una tecnica di tipo statistica che abbatte gli errori del metodo fino ad ottenere precisioni millimetriche nel calcolo delle velocità sull'intervallo temporale di riferimento.

La disponibilità di lunghe serie storiche può mettere in risalto un altro pregio di questa tecnica, ovvero quello di descrivere l'evoluzione temporale e spaziale delle deformazioni, evidenziando quindi veri e propri trend deformativi (Fig. 2.4).

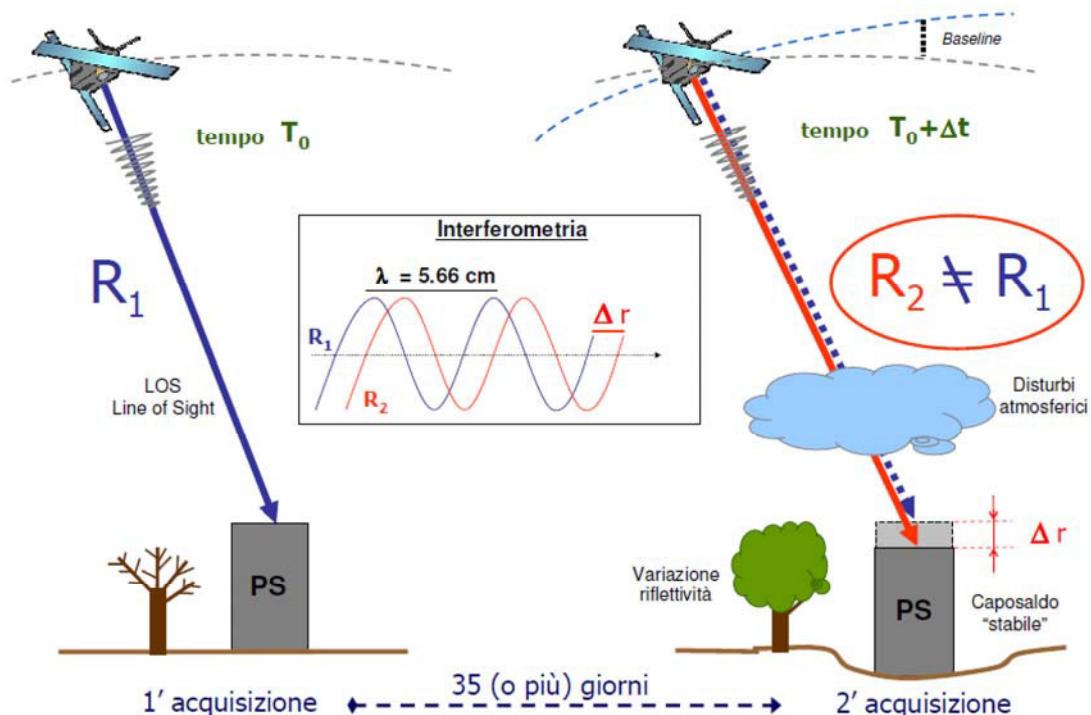


Figura 2.4. Rappresentazione schematica della base teorica della tecnica PS-InSAR™ [web page: TRE, Telerilevamento Europa].

La figura mostra i fondamenti teorici della tecnica. In una prima epoca ( $T_0$ ) il sensore acquisisce le risposte che i diffusori permanenti (PS) forniscono all'impulso radar inviato dal sensore stesso. Al momento dell'acquisizione l'ipotetico PS in figura si troverà ad una distanza  $R_1$  dal sensore e fornirà una risposta, ovvero un'onda elettromagnetica retro-diffusa, alla quale è associato un valore di fase ed ampiezza. In un'epoca successiva ( $T_0+\Delta T$ ) l'acquisizione avviene nuovamente da una posizione del sensore vicina alla

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

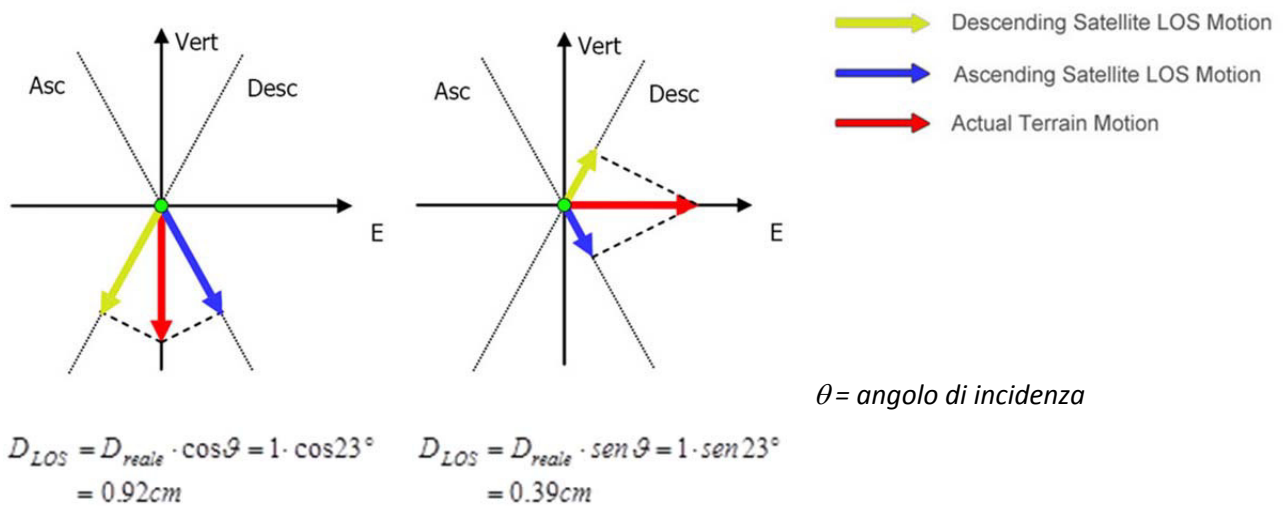
ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



precedente. Immaginando noto questo scostamento tra le orbite del sensore (baseline) si può ipotizzare che uno spostamento ( $\Delta r$ ) del PS, avvenuto nel frattempo, provochi una variazione della distanza sensore-PS e quindi uno sfasamento del segnale riferito allo specifico PS tra le due acquisizioni. Questo sfasamento è quindi dipendente dall'entità dello spostamento ed è riferito alla direzione obliqua di osservazione, definita LOS (*Line Of Sight*).

Inoltre, le misure di spostamento e velocità dei PS sono sempre relative, ovvero riferite ad un punto a terra di riferimento al quale vengono attribuiti valori di elevazione e velocità rispetto ad un'epoca di riferimento. In questa relazione si definirà il CLUSTER come quel gruppo di PS compresi in un'area di estensione variabile e le cui velocità assumeranno un carattere relativo rispetto al comportamento del PS di riferimento.

Pertanto gli spostamenti di target al suolo possono essere rilevati solo nella componente orientata lungo la LOS, variabile nella doppia geometria ascendente e discendente. Movimenti al suolo puramente orizzontali o verticali saranno rilevati nelle due orbite secondo la geometria di Fig. 2.5.



**Figura 2.5.** Rappresentazione delle componenti di uno spostamento reale, verticale o orizzontale (vettore rosso), rilevate lungo le direzioni LOS ascendenti (vettore blu) e discendenti (vettore giallo).

Il metodo è quindi maggiormente sensibile ai movimenti verticali (subsidenza) rispetto a quelli orizzontali o sub-orizzontali (movimenti lungo un pendio). In ogni caso il metodo non può rilevare movimenti che non presentano una componente vettoriale lungo la LOS o che siano orientati in direzione nord-sud. In presenza degli spostamenti contemporanei rilevati lungo la LOS grazie alle orbite ascendenti e discendenti è possibile procedere ad una fase di scomposizione vettoriale che, grazie alla combinazione delle due informazioni, permette il calcolo degli spostamenti nelle direzioni verticale e orizzontale (nella direzione ovest-est). La scomposizione richiede la conoscenza dei parametri relativi alla geometria di acquisizione e degli spostamenti medi lungo la LOS nelle due orbite, ascendenti e discendenti, riferiti ad un'unica unità territoriale. Si veda la figura 2.6 per lo schema relativo alla scomposizione di un movimento sub-orizzontale e per le equazioni utilizzate.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

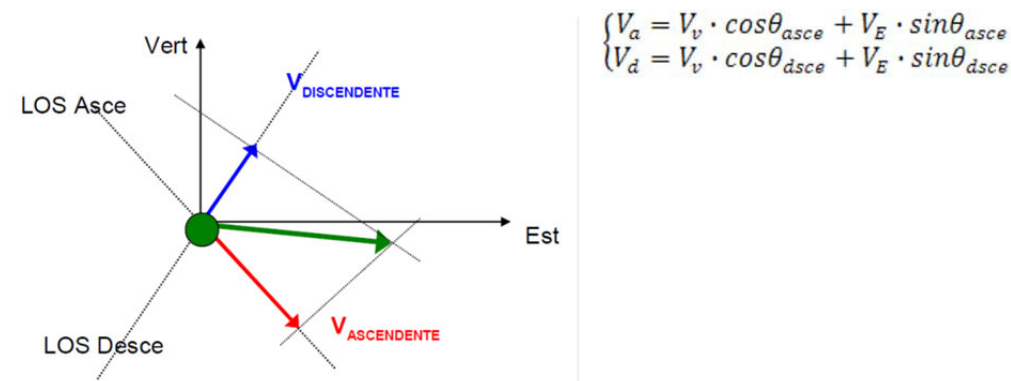


Figura 2.6. Scomposizione vettoriale per un movimento sub-orizzontale (vettore verde) ed equazioni utili.

### 2.4 Campi di applicazione della Tecnica PSI

Tutti i fenomeni che producono spostamenti o deformazioni superficiali relativamente lenti sono potenziali campi di applicazione della tecnica radar interferometrica e quindi PS. Si possono citare:

- o fenomeni franosi;
- o subsidenza;
- o movimenti di strutture (in particolari casi favorevoli);
- o sollevamento, movimenti tettonici e faglie;
- o attività vulcaniche;
- o dinamica dei ghiacciai.

Lo studio di questi fenomeni attraverso la tecnica radar interferometrica dipende comunque dalla copertura presente al suolo in quanto la mancanza di PS naturali e/o antropici rende quella porzione di territorio priva di misure utili. Inoltre, le dinamiche di fenomeni molto veloci non sono rilevabili a causa del cosiddetto fenomeno dell'ambiguità di fase, per il quale la frazione di fase misurata non include eventuali frazioni intere prodotte da un rapido movimento.

Quindi la tecnica PS risulta adatta allo studio di processi deformativi quali frane lente, subsidenza, movimento di faglie attive e deformazioni di edifici vulcanici. In generale i movimenti molto lenti ed estesi sono quelli più idonei all'indagine radar satellitare.

## Relazione Tecnica

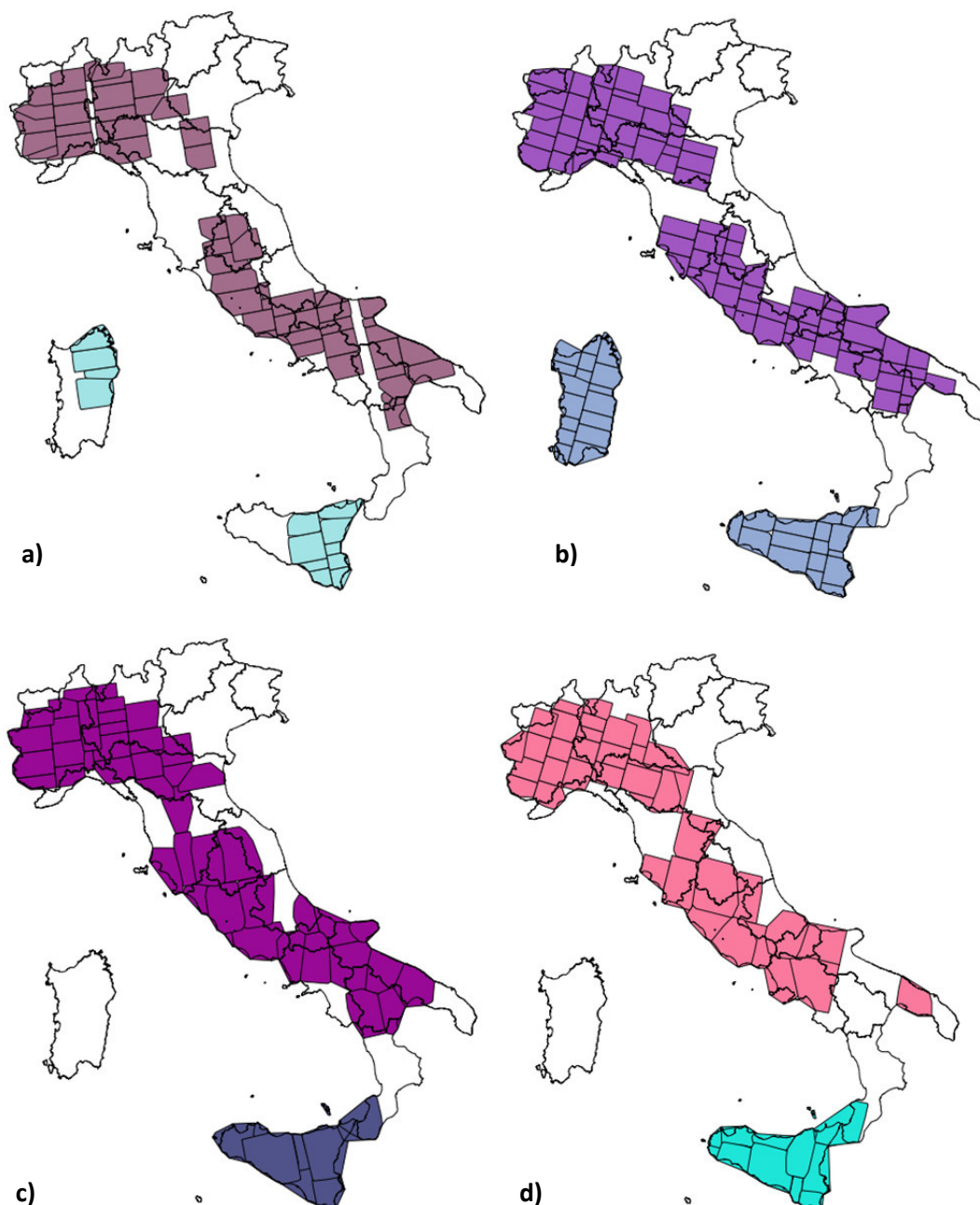
Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



### 3. Cluster ERS ed ENVISAT utilizzati

I cluster di dati ERS ed ENVISAT utilizzati e descritti in questa relazione sono stati forniti dal MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare). La Fig. 3.1 riporta l'estensione geografica dei singoli cluster suddivisi per sensore (ERS ed ENVISAT) ed orbita (ascendente e discendente). In Tab. 3.1 l'elenco completo dei cluster disponibili.



**Figura 3.1.** Cluster di dati di spostamento disponibili: a) ERS ascendenti; b) ERS discendenti; c) ENVISAT ascendenti; d) ENVISAT discendenti.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



**Tabella 3.1.** Elenco dei cluster disponibili suddivisi per sensore ed orbita.

| Cluster ERS Ascendenti                   | Cluster ERS Discendenti                  |
|--|--|
| Prima consegna: Ottobre 2012             | Prima consegna: Ottobre 2012             |
| PST_ERS_T29_F877_CL002_ROSSIGLIONE       | PST_ERS_T165_F2709_CL003_SERRAMAZZONI    |
| PST_ERS_T315_F801_CL002_GRASSANO         | PST_ERS_T208_F2691_CL003_PIACENZA        |
| PST_ERS_T315_F819_CL001_GRAVINA          | PST_ERS_T394_F2745_CL001_GAVORRANO       |
| PST_ERS_T29_F895_CL003_SANTHIA           | PST_ERS_T122_F2745_CL001_CORTONA         |
| PST_ERS_T43_F813_CL002_BARI              | PST_ERS_T351_F2745_CL003_TODI            |
| PST_ERS_T172_F855_CL001_MAGIONE          | PST_ERS_T22_F2691_CL003_USSEGLIO         |
| PST_ERS_T315_F837_CL001_VIESTE           | PST_ERS_T451_F2783_CL003_LATERZA         |
| PST_ERS_T315_F801_CL004_STIGLIANO        | PST_ERS_T179_F2788_CL002_TARANTO         |
| PST_ERS_T487_F891_CL001_VARESE_LIGURE    | PST_ERS_T351_F2763_CL001_BRACCIANO       |
| PST_ERS_T487_F891_CL002_AGAZZANO         | PST_ERS_T122_F2745_CL002_MONTEPULCIANO   |
| PST_ERS_T172_F837_CL002_ORTE             | PST_ERS_T222_F2781_CL003_CALCIANO        |
| PST_ERS_T301_F891_CL002_CAVOUR           | PST_ERS_T451_F2783_CL001_MODUGNO         |
| PST_ERS_T301_F873_CL002_ENTRACQUE        | PST_ERS_T122_F2763_CL001_TARQUINIA       |
| PST_ERS_T358_F819_CL002_BENEVENTO        | PST_ERS_T165_F2709_CL001_REGGIO_EMILIA   |
| PST_ERS_T301_F909_CL001_CHIOMONTE        | PST_ERS_T222_F2781_CL001_ANDRIA          |
| PST_ERS_T401_F858_CL004_SPOLETO          | PST_ERS_T451_F2783_CL002_PISTICCI        |
| PST_ERS_T301_F891_CL001_BUSCA            | PST_ERS_T494_F2763_CL001_GARGANO         |
| PST_ERS_T358_F837_CL003_MAFALDA          | PST_ERS_T251_F2691_CL002_TRINO           |
| PST_ERS_T358_F837_CL002_COLLETORTO       | PST_ERS_T437_F2691_CL003_BRESCIA         |
| PST_ERS_T29_F895_CL002_CASALE_MONFERRATO | PST_ERS_T480_F2709_CL001_GAVI            |
| PST_ERS_T358_F819_CL001_BASELICE         | PST_ERS_T451_F2801_CL003_NOVA_SIRI       |
| PST_ERS_T487_F909_CL001_BELGIOIOSO       | PST_ERS_T251_F2691_CL001_ASTI            |
| PST_ERS_T43_F813_CL001_TARANTO           | PST_ERS_T165_F2691_CL002_ROVERBELLA      |
| PST_ERS_T172_F837_CL001_FIANO_ROMANO     | PST_ERS_T494_F2781_CL001_FOGGIA          |
| PST_ERS_T172_F891_CL001_DOZZA            | PST_ERS_T22_F2709_CL001_SALUZZO          |
| PST_ERS_T315_F819_CL002_CERIGNOLA        | PST_ERS_T437_F2709_CL001_BERCETO         |
| PST_ERS_T315_F819_CL003_MANFREDONIA      | PST_ERS_T494_F2781_CL001_CERIGNOLA       |
| PST_ERS_T29_F895_CL001_CORTIGLIONE       | PST_ERS_T351_F2745_CL001_MARSCIANO       |
| PST_ERS_T29_F913_CL001_BARD              | PST_ERS_T437_F2691_CL001_BUSSETO         |
| PST_ERS_T172_F855_CL002_ORVIETO          | PST_ERS_T394_F2745_CL003_ORBETELLO       |
| PST_ERS_T215_F909_CL001_GHEDI            | PST_ERS_T480_F2691_CL003_ALESSANDRIA     |
|  | PST_ERS_T251_F2709_CL002_ALBA            |
|  | PST_ERS_T251_F2673_CL002_ORTA_SAN_GIULIO |
|  | PST_ERS_T22_F2709_CL002_PIETRAPORZIO     |
|  | PST_ERS_T265_F2763_CL001_CAMPOBASSO      |
|  | PST_ERS_T22_F2691_CL002_TORINO           |
|  | PST_ERS_T222_F2799_CL002_ARMENTO         |
|  | PST_ERS_T22_F2691_CL001_COGNE            |
|  | PST_ERS_T265_F2763_CL001_TERMOLI         |
|  | PST_ERS_T222_F2781_CL002_IRSINA          |
|  | PST_ERS_T394_F2709_CL001_BOLOGNA         |
|  | PST_ERS_T251_F2709_CL001_MONDOVI         |
|  | PST_ERS_T265_F2781_CL001_RICCIA          |
|  | PST_ERS_T351_F2745_CL004_ORTE            |
|  | PST_ERS_T494_F2781_CL001_POTENZA         |

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



Seconda consegna: Ottobre 2013

PST\_ERS\_T129\_F729\_CL001\_PACHINO  
PST\_ERS\_T129\_F729\_CL002\_AUGUSTA  
PST\_ERS\_T129\_F747\_CL001\_LENTINI  
PST\_ERS\_T129\_F747\_CL002\_ZAFFERANA  
PST\_ERS\_T129\_F765\_CL001\_CAPO\_ORLANDO  
PST\_ERS\_T29\_F801\_CL001\_LULA  
PST\_ERS\_T29\_F801\_CL002\_BAUNEI  
PST\_ERS\_T29\_F819\_CL001\_PADRU  
PST\_ERS\_T29\_F819\_CL002\_PALAU  
PST\_ERS\_T358\_F747\_CL002\_MESSINA  
PST\_ERS\_T401\_F729\_CL001\_MODICA  
PST\_ERS\_T401\_F747\_CL001\_MINEO  
PST\_ERS\_T401\_F747\_CL002\_PIAZZA\_ARMERINA  
PST\_ERS\_T401\_F765\_CL001\_GANGI

Seconda consegna: Ottobre 2013

PST\_ERS\_T222\_F2835\_CL001\_MESSINA  
PST\_ERS\_T222\_F2835\_CL003\_TAORMINA  
PST\_ERS\_T222\_F2853\_CL002\_SIRACUSA  
PST\_ERS\_T222\_F2853\_CL001\_CATANIA  
PST\_ERS\_T222\_F2871\_CL001\_PACHINO  
PST\_ERS\_T265\_F2835\_CL001\_CEFALU  
PST\_ERS\_T265\_F2853\_CL001\_AGRIGENTO  
PST\_ERS\_T265\_F2853\_CL002\_VILLALBA  
PST\_ERS\_T308\_F2853\_CL001\_MARSALA  
PST\_ERS\_T36\_F2835\_CL001\_PALERMO  
PST\_ERS\_T36\_F2853\_CL001\_SCIACCA  
PST\_ERS\_T494\_F2828\_CL001\_LIPARI  
PST\_ERS\_T494\_F2828\_CL002\_SALINA  
PST\_ERS\_T494\_F2828\_CL003\_PATTI  
PST\_ERS\_T494\_F2846\_CL001\_CALTAGIRONE  
PST\_ERS\_T494\_F2846\_CL002\_AGIRA  
PST\_ERS\_T494\_F2846\_CL003\_TROINA  
PST\_ERS\_T494\_F2864\_CL001\_VITTORIA  
PST\_ERS\_T437\_F2781\_CL001\_AGENTU  
PST\_ERS\_T437\_F2781\_CL002\_PERFUGAS  
PST\_ERS\_T437\_F2781\_CL003\_ITTIREDDU  
PST\_ERS\_T437\_F2799\_CL001\_GUSPINI  
PST\_ERS\_T437\_F2799\_CL002\_ORISTANO  
PST\_ERS\_T437\_F2799\_CL003\_MACOMER  
PST\_ERS\_T437\_F2817\_CL001\_IGLESIAS  
PST\_ERS\_T437\_F2817\_CL002\_TRATALIAS  
PST\_ERS\_T437\_F2817\_CL003\_SAN\_PIETRO  
PST\_ERS\_T165\_F2781\_CL001\_ONANI  
PST\_ERS\_T165\_F2781\_CL002\_OLBIA  
PST\_ERS\_T165\_F2799\_CL001\_FONNI  
PST\_ERS\_T165\_F2799\_CL002\_ONIFERI  
PST\_ERS\_T165\_F2799\_CL003\_PERDASDEFOGU  
PST\_ERS\_T165\_F2817\_CL001\_CAPOTERRA  
PST\_ERS\_T165\_F2817\_CL002\_MONASTIR  
PST\_ERS\_T208\_F2785\_CL001\_URU  
PST\_ERS\_T208\_F2785\_CL002\_STINTINO  
PST\_ERS\_T308\_F2835\_CL001\_FAVIGNANA

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



### Cluster ENVISAT Ascendenti

Prima consegna: Ottobre 2012

PST2009\_ENVISAT\_T86\_F834\_CL001\_SAN\_SEVERO  
PST2009\_ENVISAT\_T487\_F891\_CL001\_STRADELLA  
PST2009\_ENVISAT\_T301\_F873\_CL001\_BOVES  
PST2009\_ENVISAT\_T301\_F891\_CL002\_SALUZZO  
PST2009\_ENVISAT\_T172\_F837\_CL001\_ROMA  
PST2009\_ENVISAT\_T86\_F798\_CL001\_POTENZA  
PST2009\_ENVISAT\_T215\_F903\_CL002\_CREMONA  
PST2009\_ENVISAT\_T444\_F837\_CL001\_TARQUINIA  
PST\_ENVISAT\_T358\_F837\_CL001\_VASTO  
PST\_ENVISAT\_T172\_F837\_CL001\_ROMA  
PST2009\_ENVISAT\_T301\_F891\_CL001\_GIAVENO  
PST2009\_ENVISAT\_T215\_F849\_CL001\_GROSSETO  
PST2009\_ENVISAT\_T258\_F902\_CL002\_MORTARA  
PST2009\_ENVISAT\_T315\_F834\_CL001\_VIESTE  
PST2009\_ENVISAT\_T29\_F895\_CL002\_ALBA  
PST2009\_ENVISAT\_T258\_F884\_CL001\_GAVI  
PST2009\_ENVISAT\_T29\_F877\_CL001\_MONTEZEMOLO  
PST2009\_ENVISAT\_T29\_F913\_CL002\_BARD  
PST2009\_ENVISAT\_T315\_F798\_CL001\_PISTICCI  
PST2009\_ENVISAT\_T29\_F895\_CL001\_VERCELLI  
PST2009\_ENVISAT\_T401\_F858\_CL001\_ASSISI  
PST2009\_ENVISAT\_T315\_F816\_CL001\_ANDRIA  
PST2009\_ENVISAT\_T86\_F816\_CL001\_FOGGIA  
PST2009\_ENVISAT\_T215\_F885\_CL001\_COLLECCHIO  
PST\_ENVISAT\_T358\_F819\_CL001\_BENEVENTO  
PST2009\_ENVISAT\_T215\_F903\_CL001\_BERGAMO  
PST2009\_ENVISAT\_T444\_F855\_CL001\_SIENA  
PST\_ENVISAT\_T401\_F840\_CL001\_RIETI  
PST2009\_ENVISAT\_T444\_F909\_CL002\_VERONA  
PST2009\_ENVISAT\_T487\_F891\_CL002\_BARDI  
PST2009\_ENVISAT\_T43\_F809\_CL001\_TARANTO  
PST2009\_ENVISAT\_T172\_F855\_CL001\_MONTEPULCIANO  
PST\_ENVISAT\_T401\_F858\_CL001\_ASSISI  
PST2009\_ENVISAT\_T215\_F885\_CL002\_LIGONCHIO  
PST\_ENVISAT\_T172\_F855\_CL001\_MONTEPULCIANO  
PST2009\_ENVISAT\_T444\_F891\_CL002\_BOLOGNA

### Cluster ENVISAT Discendenti

Prima consegna: Ottobre 2012

PST2009\_ENVISAT\_T165\_F2709\_CL001\_MODENA  
PST2009\_ENVISAT\_T351\_F2763\_CL001\_ROMA  
PST2009\_ENVISAT\_T165\_F2691\_CL002\_NOGARA  
PST2009\_ENVISAT\_T22\_F2709\_CL001\_BARGE  
PST2009\_ENVISAT\_T351\_F2745\_CL001\_TERNI  
PST2009\_ENVISAT\_T251\_F2709\_CL001\_ALBA  
PST2009\_ENVISAT\_T265\_F2781\_CL001\_AVELLINO  
PST2009\_ENVISAT\_T36\_F2763\_CL001\_ISERNIA  
PST\_ENVISAT\_T480\_F2691\_CL001\_MILANO  
PST2009\_ENVISAT\_T165\_F2691\_CL001\_VERONA  
PST2009\_ENVISAT\_T394\_F2709\_CL001\_BOLOGNA  
PST\_ENVISAT\_T294\_F2691\_CL002\_BARDONECCHIA  
PST2009\_ENVISAT\_T22\_F2691\_CL002\_AVIGLIANA  
PST2009\_ENVISAT\_T179\_F2788\_CL001\_TARANTO  
PST2009\_ENVISAT\_T480\_F2691\_CL003\_VOGHERA  
PST2009\_ENVISAT\_T251\_F2691\_CL002\_GABIANO  
PST2009\_ENVISAT\_T22\_F2691\_CL001\_CHAMPORCHER  
PST2009\_ENVISAT\_T265\_F2763\_CL001\_TERMOLI  
PST\_ENVISAT\_T122\_F2727\_CL001\_AREZZO  
PST2009\_ENVISAT\_T251\_F2691\_CL001\_VERCELLI  
PST\_ENVISAT\_T208\_F2691\_CL001\_CREMONA  
PST\_ENVISAT\_T122\_F2745\_CL001\_ORVIETO  
PST\_ENVISAT\_T265\_F2781\_CL001\_NAPOLI  
PST2009\_ENVISAT\_T480\_F2709\_CL001\_NOVI\_LIGURE  
PST2009\_ENVISAT\_T437\_F2691\_CL001\_BRESCIA  
PST\_ENVISAT\_T480\_F2709\_CL001\_GENOVA  
PST2009\_ENVISAT\_T22\_F2709\_CL002\_CASTELMAGNO  
PST2009\_ENVISAT\_T122\_F2727\_CL001\_AREZZO  
PST2009\_ENVISAT\_T122\_F2763\_CL001\_TARQUINIA  
PST2009\_ENVISAT\_T394\_F2745\_CL001\_GROSSETO  
PST2009\_ENVISAT\_T122\_F2745\_CL001\_ORVIETO  
PST2009\_ENVISAT\_T437\_F2709\_CL001\_PARMA  
PST2009\_ENVISAT\_T208\_F2709\_CL001\_BETTOLA  
PST2009\_ENVISAT\_T251\_F2709\_CL002\_GARESSIO  
PST\_ENVISAT\_T36\_F2763\_CL001\_ISERNIA  
PST\_ENVISAT\_T22\_F2691\_CL001\_TORINO  
PST2009\_ENVISAT\_T208\_F2691\_CL002\_PACENZA

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



Seconda consegna: Ottobre 2013

PST2009\_ENVISAT\_T401\_F732\_CL001\_RAGUSA  
PST2009\_ENVISAT\_T444\_F751\_CL001\_MARSALA  
PST2009\_ENVISAT\_T172\_F762\_CL001\_USTICA  
PST2009\_ENVISAT\_T172\_F762\_CL002\_PALERMO  
PST2009\_ENVISAT\_T401\_F750\_CL001\_ENNA  
PST2009\_ENVISAT\_T129\_F729\_CL001\_SIRACUSA  
PST\_ENVISAT\_T129\_F729\_CL001\_SIRACUSA  
PST2009\_ENVISAT\_T129\_F747\_CL001\_TAORMINA  
PST\_ENVISAT\_T129\_F747\_CL001\_TAORMINA  
PST2009\_ENVISAT\_T358\_F759\_CL001\_MESSINA  
PST\_ENVISAT\_T358\_F759\_CL001\_REGGIO\_DI\_CALABRIA  
PST2009\_ENVISAT\_T129\_F765\_CL002\_LIPARI  
PST2009\_ENVISAT\_T129\_F765\_CL001\_CAPO\_D\_ORLANDO  
PST2009\_ENVISAT\_T129\_F765\_CL003\_SALINA  
PST\_ENVISAT\_T129\_F765\_CL002\_LIPARI  
PST\_ENVISAT\_T129\_F765\_CL001\_CAPO\_D\_ORLANDO  
PST2009\_ENVISAT\_T172\_F744\_CL001\_CALTANISSETTA  
PST\_ENVISAT\_T172\_F744\_CL001\_AGRIGENTO

Seconda consegna: Ottobre 2013

PST2009\_ENVISAT\_T308\_F2853\_CL001\_MAZARA\_DEL\_VALLO  
PST2009\_ENVISAT\_T308\_F2835\_CL001\_TRAPANI  
PST2009\_ENVISAT\_T494\_F2864\_CL001\_CALTAGIRONE  
PST2009\_ENVISAT\_T494\_F2828\_CL003\_SALINA  
PST2009\_ENVISAT\_T494\_F2828\_CL004\_LIPARI  
PST2009\_ENVISAT\_T494\_F2828\_CL007\_GIOIOSA\_MAREA  
PST2009\_ENVISAT\_T222\_F2835\_CL001\_MESSINA  
PST\_ENVISAT\_T222\_F2835\_CL001\_MESSINA  
PST2009\_ENVISAT\_T222\_F2853\_CL001\_CATANIA  
PST\_ENVISAT\_T222\_F2853\_CL001\_CATANIA  
PST2009\_ENVISAT\_T222\_F2871\_CL001\_MODICA  
PST\_ENVISAT\_T222\_F2871\_CL001\_RAGUSA  
PST2009\_ENVISAT\_T36\_F2835\_CL001\_PALERMO  
PST\_ENVISAT\_T36\_F2835\_CL001\_PALERMO  
PST2009\_ENVISAT\_T36\_F2853\_CL001\_AGRIGENTO  
PST\_ENVISAT\_T36\_F2853\_CL001\_SCIACCA  
PST2009\_ENVISAT\_T265\_F2835\_CL001\_CEFALU  
PST\_ENVISAT\_T265\_F2835\_CL001\_CEFALU  
PST2009\_ENVISAT\_T265\_F2853\_CL001\_CALTANISSETTA  
PST\_ENVISAT\_T265\_F2853\_CL001\_CALTANISSETTA  
PST2009\_ENVISAT\_T494\_F2846\_CL001\_REGALBUTO  
PST\_ENVISAT\_T494\_F2846\_CL001\_AIDONE



## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

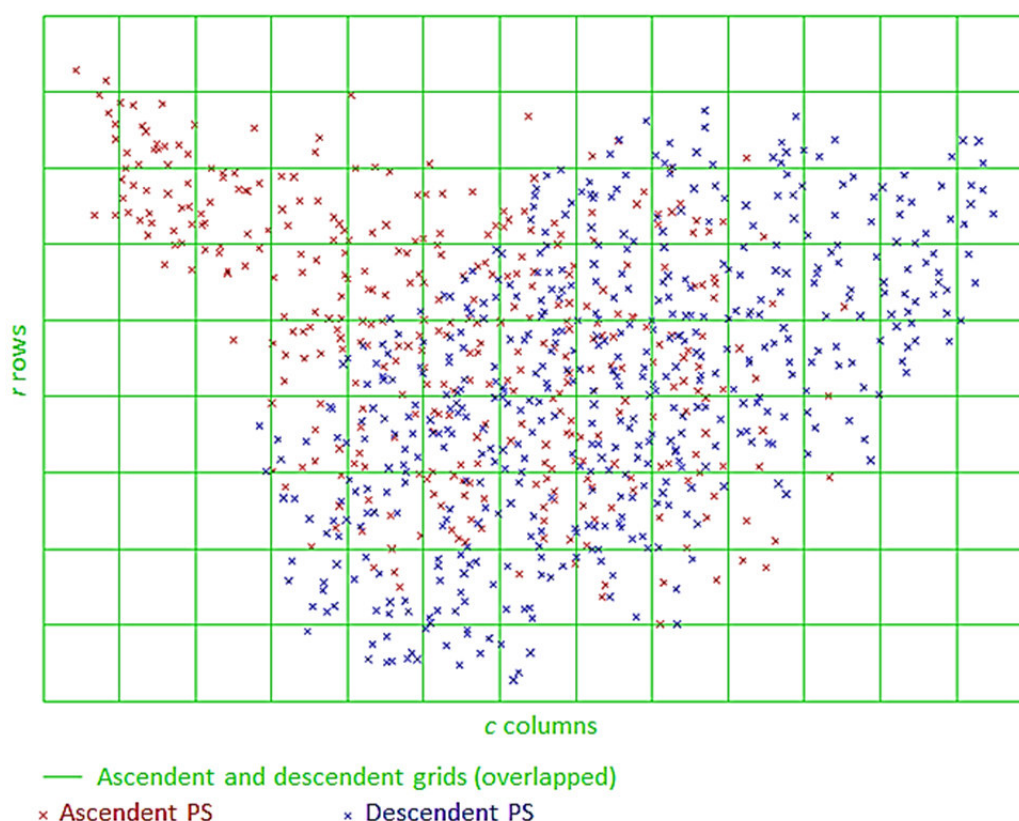
ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



### 3.1 La scomposizione del moto nelle componenti verticale ed orizzontale

Per ottenere le velocità associate ad una singola unità territoriale ed inquadrata in un sistema di riferimento convenzionale è necessario effettuare un ricampionamento spaziale dei punti ascendenti e discendenti ed effettuare l'operazione di scomposizione vettoriale delle velocità. È stato quindi scritto un software, in ambiente Matlab, per eseguire tali operazioni.

L'algoritmo messo a punto utilizza un sistema di coordinate geografiche ellissoidiche (latitudine e longitudine espresse in angoli sessadecimali) e consiste nella creazione di due griglie, una per il set di velocità PS ascendenti e l'altra per il set di velocità PS discendenti, di uguale estensione e risoluzione al suolo e tale da comprendere entrambi i set di velocità PS. Il singolo elemento della griglia (cella) può essere dimensionato (passo) dall'utente, in funzione del sensore da cui provengono i dati.



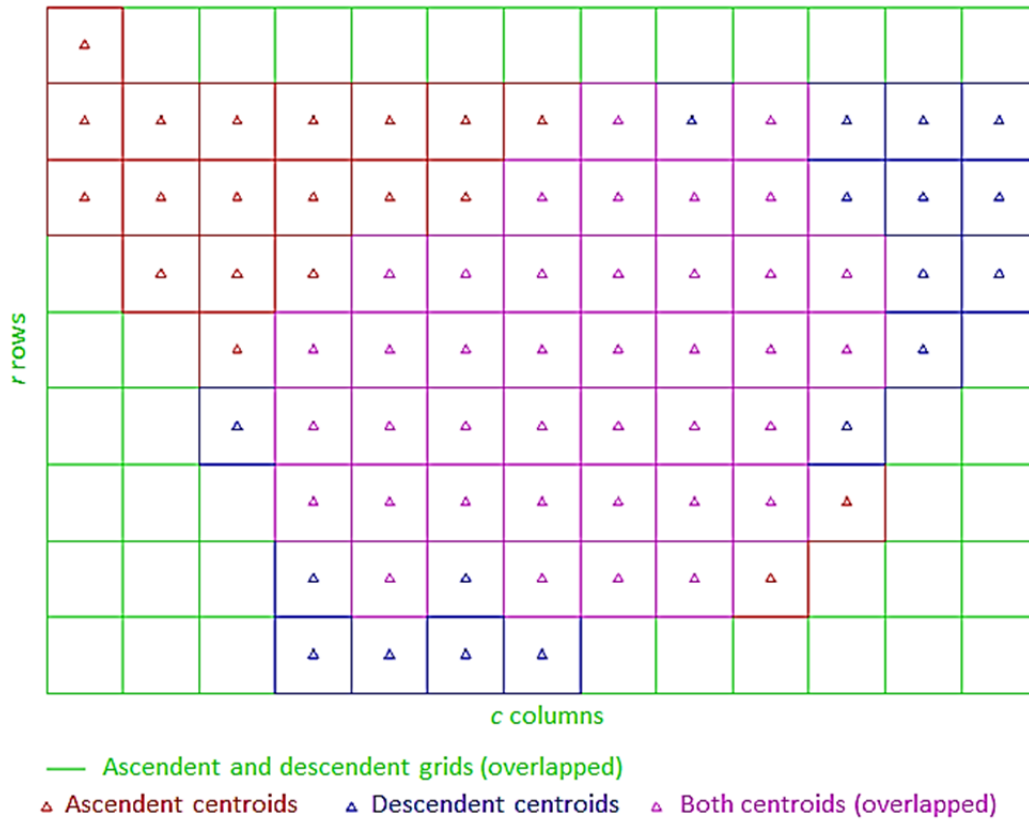
**Figura 3.2.** Rappresentazione schematica delle griglie (sovrapposte) create per il ricampionamento dei PS ascendenti (rosso) e discendenti (blu).

La griglie così ottenute possono essere assimilate a due matrici aventi un eguale numero di righe  $r$  e colonne  $c$ , funzione dell'estensione geografica dei due set di velocità PS e del passo scelto. In una prima fase, l'analisi, eseguita separatamente per il set di velocità PS ascendenti e per il set di velocità PS discendenti, è volta al ricampionamento della posizione dei PS, per cui le singole celle della griglia sono analizzate in successione e, se nella cella di riga  $i$  e colonna  $j$  sono presenti dei PS, viene calcolata la posizione (espressa in coordinate geografiche ellissoidiche) del baricentro (*centroid*) della cella.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



**Figura 3.3.** Determinazione dei baricentri delle celle in cui sono presenti solo PS ascendenti (rosso), discendenti (blu), ed entrambe le tipologie di dato (magenta).

Al baricentro viene quindi assegnata una velocità media, pesata sulla base della distanza ellissoidica dei vari PS presenti nella cella rispetto al baricentro.

Individuate le celle in cui sono stati determinati i baricentri di entrambi i dataset (ascendente e discendente), si procede alla scomposizione vettoriale, passando dal sistema di riferimento originario, in cui le velocità sono note lungo le LOS ascendente e discendente, al nuovo sistema locale Nord, Est, Up, ottenendo, in particolare, le componenti della velocità lungo le direzioni est-ovest e verticale.

A tal fine è stata applicata la relazione

$$\begin{bmatrix} v_a \\ v_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_a & \sin \theta_a \cos \alpha_a & -\sin \theta_a \sin \alpha_a \\ \cos \theta_d & -\sin \theta_d \cos \alpha_d & \sin \theta_d \sin \alpha_d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_u \\ v_e \\ v_n \end{bmatrix}$$

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



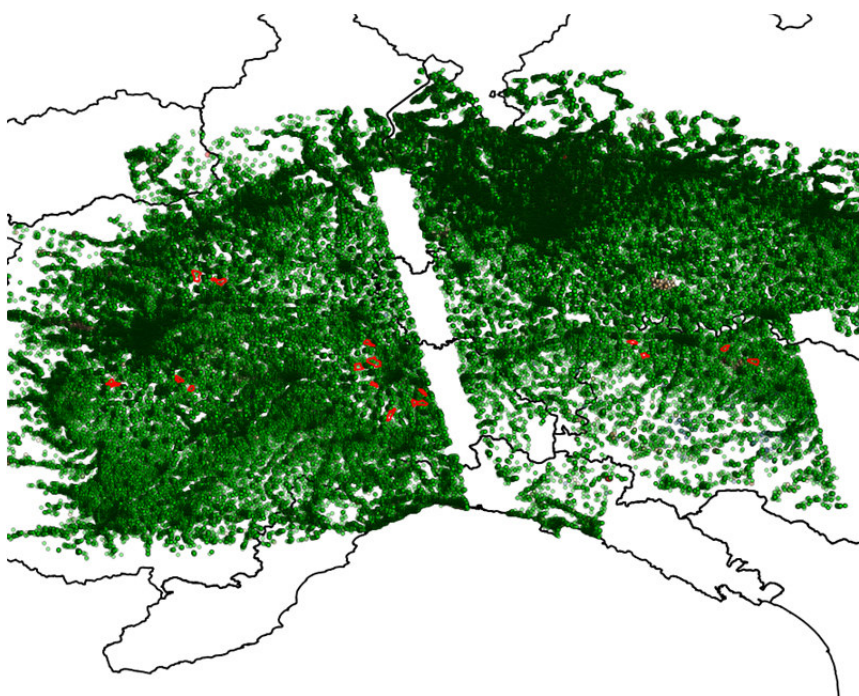
### 4. Comento ai risultati della scomposizione in corrispondenza delle aree di interesse

#### 4.1 Macro-area NORD

Verranno di seguito riportati i risultati ottenuti dalla scomposizione dei dati ascendenti e discendenti dei sensori ERS ed ENVISAT. In considerazione della maggiore affidabilità del metodo nel rilevare movimenti di tipo verticale e della localizzazione dei siti, posti in prevalenza in aree sub-pianeggianti, le mappe riportate in questa relazione riguardano i soli spostamenti verticali. Ai fini della rappresentazione, a scala spaziale adeguata, di eventuali fenomeni che possono interessare i siti in esame, questi sono stati raggruppati in relazione alla reciproca vicinanza ed a comuni caratteri geografici e dell'assetto del territorio.

Nelle Fig. 4.1a e 4.1b, è riportata l'estensione geografica dei dataset ottenuti, rispettivamente, dalla scomposizione delle velocità orientate lungo la LOS fornite dal MATTM per i sensori ERS ed ENVISAT. Tale operazione è stata possibile solo in presenza della geometrie ascendente e discendente.

Nella Tab. 4.1 è riportato l'elenco dei siti inclusi nella macro-area NORD.

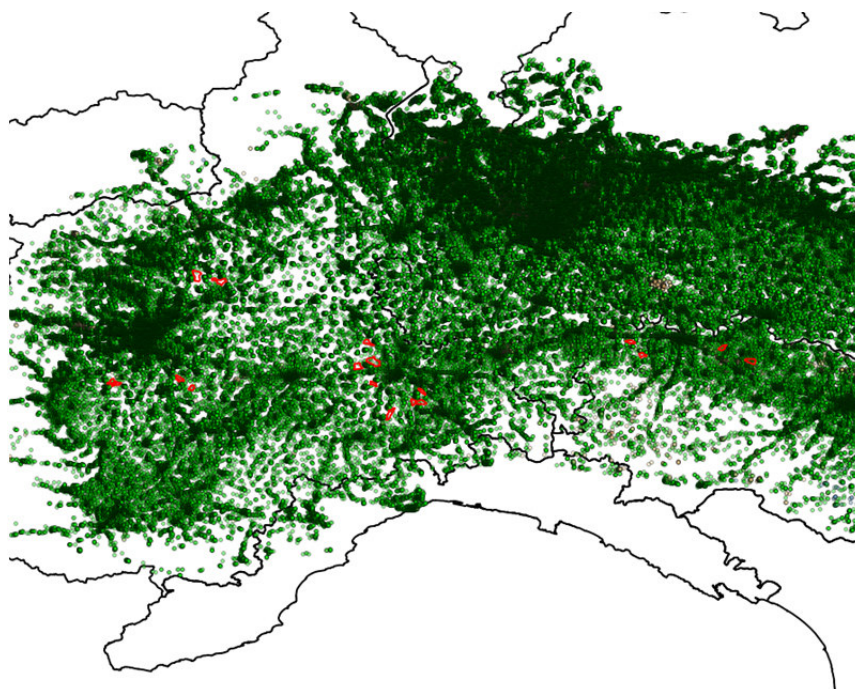


**Figura 4.1a.** Disponibilità per la macro-area NORD delle velocità scomposte nelle componenti verticali ed orizzontale (ovest-est) a partire da dati del sensore ERS.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



**Figura 4.1b.** Disponibilità per la macro-area NORD delle velocità scomposte nelle componenti verticali ed orizzontale (ovest-est) a partire da dati del sensore ENVISAT.

**Tabella 4.1.** Elenco dei siti inclusi nella macro-area NORD

| Regione        | Provincia     | Comune  | Codice Area |
|----------------|---------------|---|-------------|
| EMILIA-ROMAGNA | Piacenza      | Besenzone, Fiorenzuola d'Arda                       | PC-1        |
| EMILIA-ROMAGNA | Piacenza      | Agazzano, Gazzola, Gragnano Trebbiense              | PC-2        |
| EMILIA-ROMAGNA | Piacenza      | Cadeo, Cortemaggiore                                | PC-3        |
| EMILIA-ROMAGNA | Piacenza      | Borgonovo Val Tidone, Sarmato                       | PC-4        |
| PIEMONTE       | Alessandria   | Bosco Marengo, Novi Ligure                          | AL-1        |
| PIEMONTE       | Alessandria   | Frugarolo, Bosco Marengo                            | AL-2        |
| PIEMONTE       | Alessandria   | Alessandria, Oviglio                                | AL-3        |
| PIEMONTE       | Torino, Cuneo | Poirino, Ceresole Alba                              | TO_CN-4     |
| PIEMONTE       | Torino        | Virle Piemonte, Castagnole Piemonte, Cerenasco      | TO-5        |
| PIEMONTE       | Torino        | Cerenasco, Castagnole Piemonte, Scalenghe           | TO-6        |
| PIEMONTE       | Torino        | Carmagnola  | TO-7        |
| PIEMONTE       | Alessandria   | Castelletto Monferrato, Alessandria, Quargento      | AL-8        |
| PIEMONTE       | Alessandria   | Lu, Occimiano, Mirabello Monferrato                 | AL-9        |
| PIEMONTE       | Torino        | Caluso, Mazzè, Rondissone                           | TO-10       |
| PIEMONTE       | Torino        | Caluso, Barone Canavese, Foglizzo, San Giorgio Can. | TO-11       |
| PIEMONTE       | Alessandria   | Fresonara, Bosco Marengo                            | AL-12       |
| PIEMONTE       | Alessandria   | Sezzadio, Castelnuovo Bormida                       | AL-13       |
| PIEMONTE       | Alessandria   | Fubine, Quargento                                   | AL-14       |

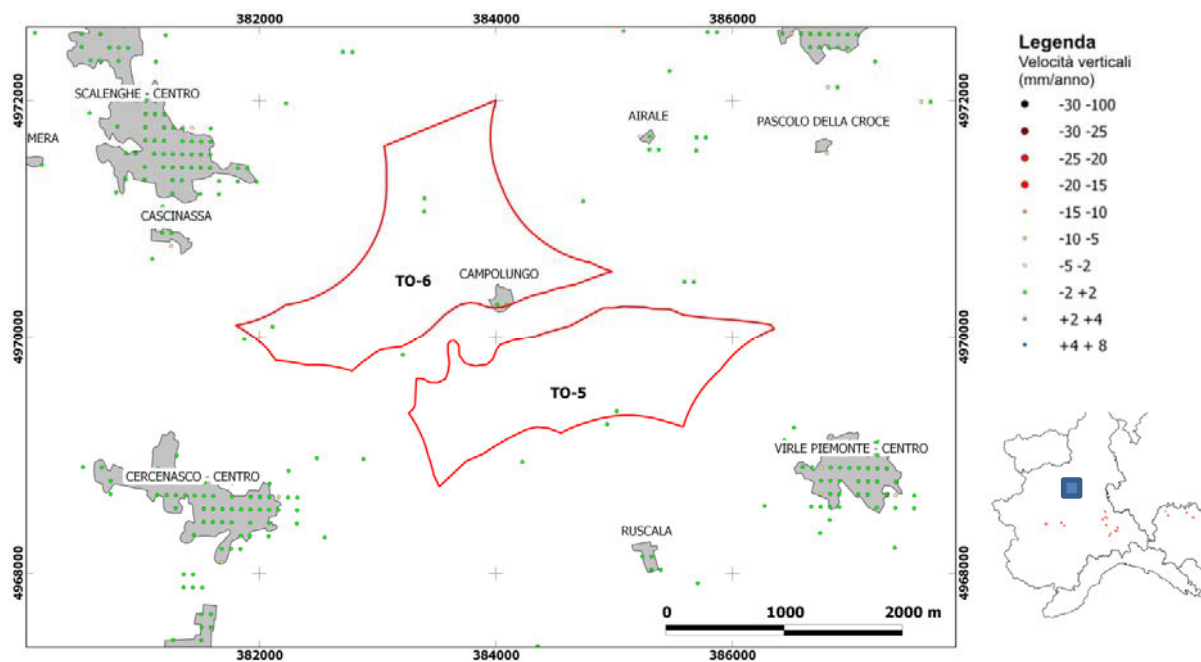
## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

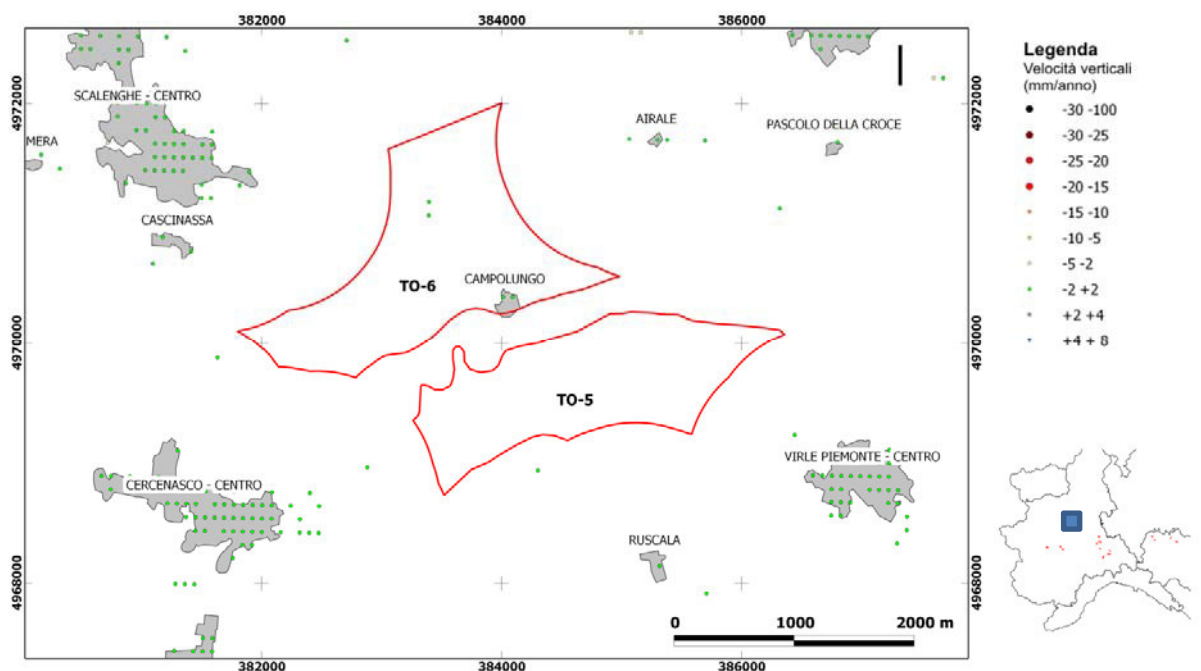
ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



Tutti i siti della marco-area NORD ricadono in zone per le quali sono disponibili dati scomposti. Nelle successive figure (Fig. 4.2 – 4.15) compaiono le mappe relative ai siti per i quali sono disponibili informazioni, dopo il loro raggruppamento su base geografica (rappresentazione cartografica UTM-ETRF89, fuso 32N).



**Figura 4.2.** Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti TO-5 e TO-6.



**Figura 4.3.** Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti TO-5 e TO-6.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

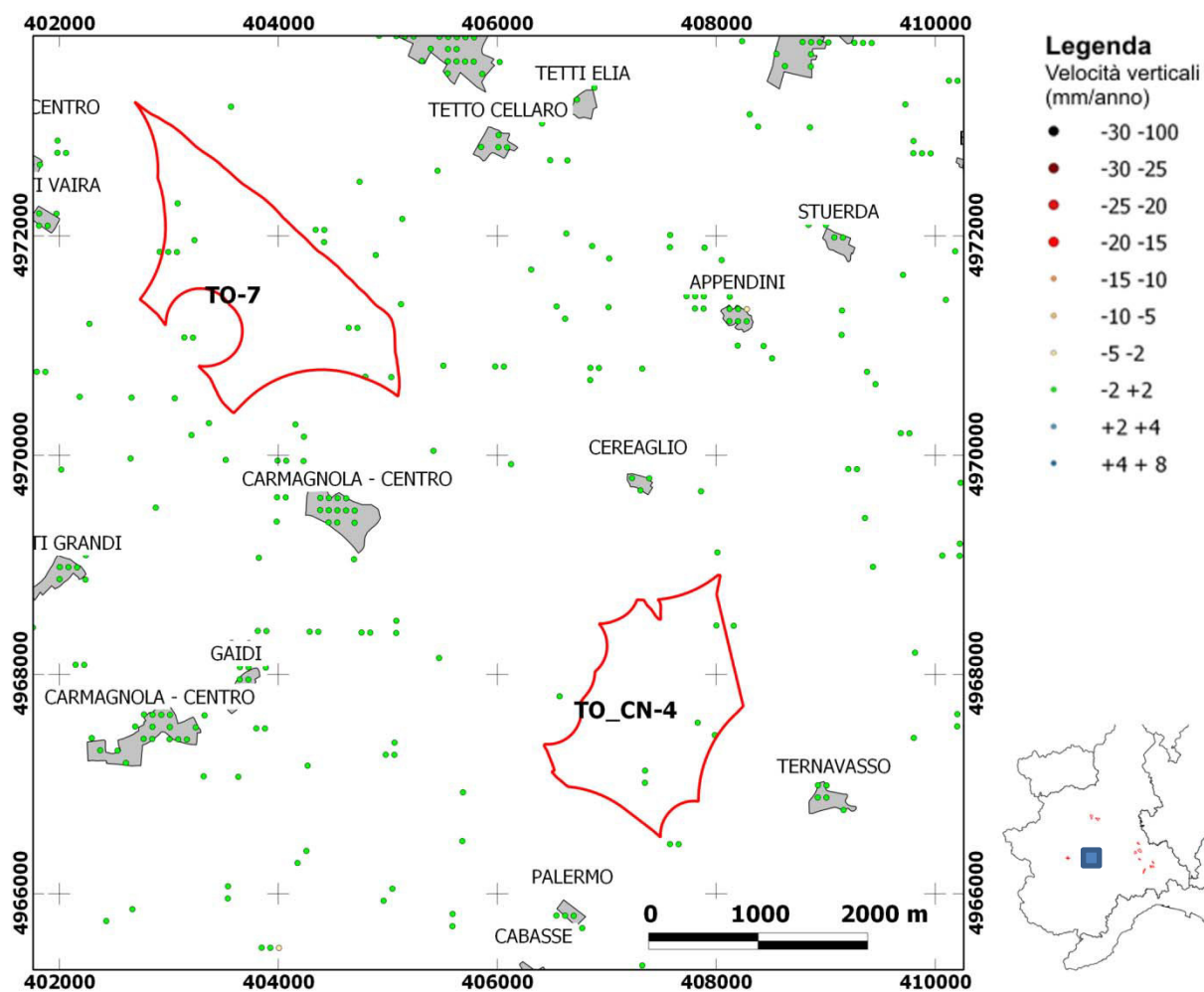


Figura 4.4. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti TO-7 e TO\_CN-4.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

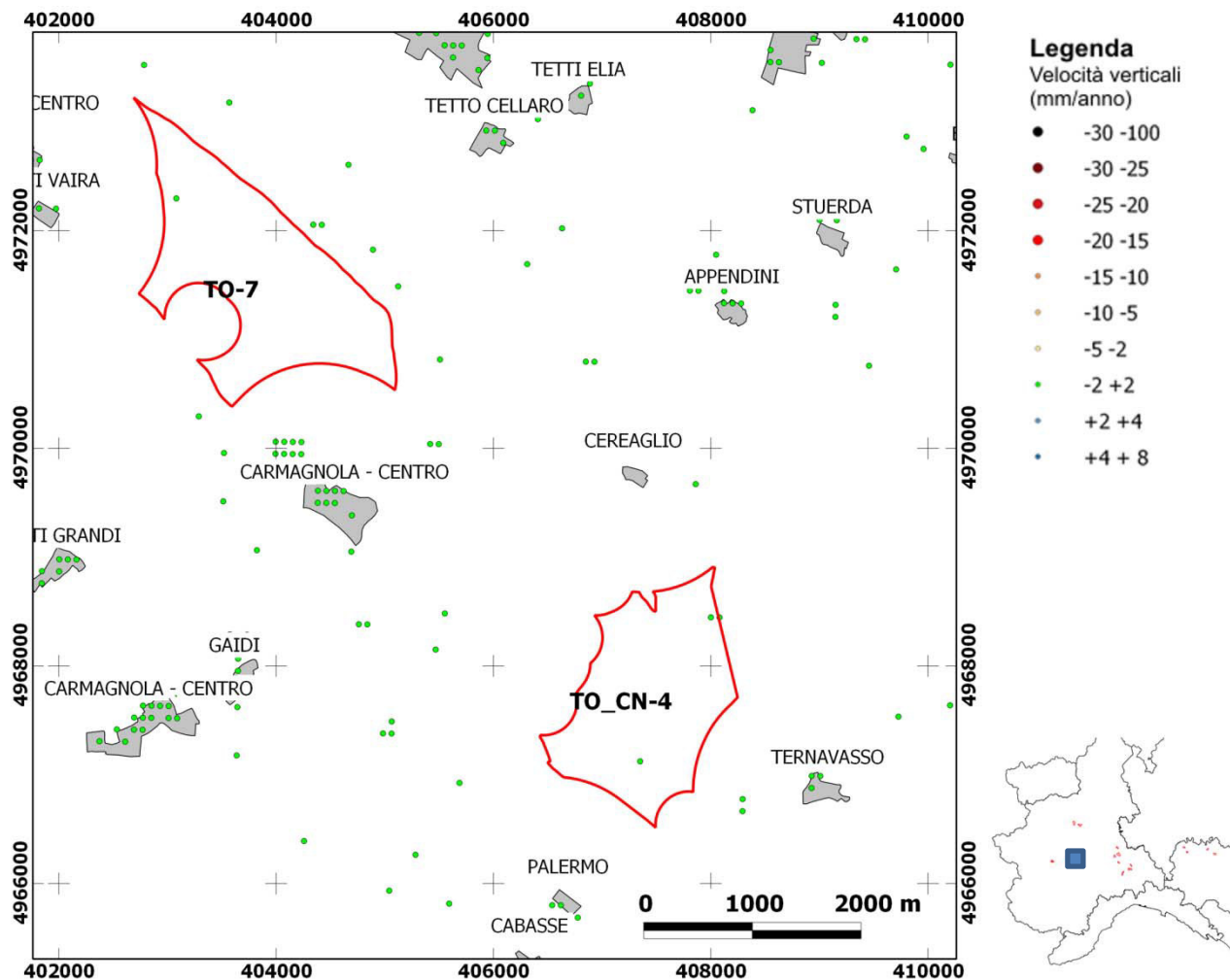


Figura 4.5. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti TO-7 e TO\_CN-4.

# Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

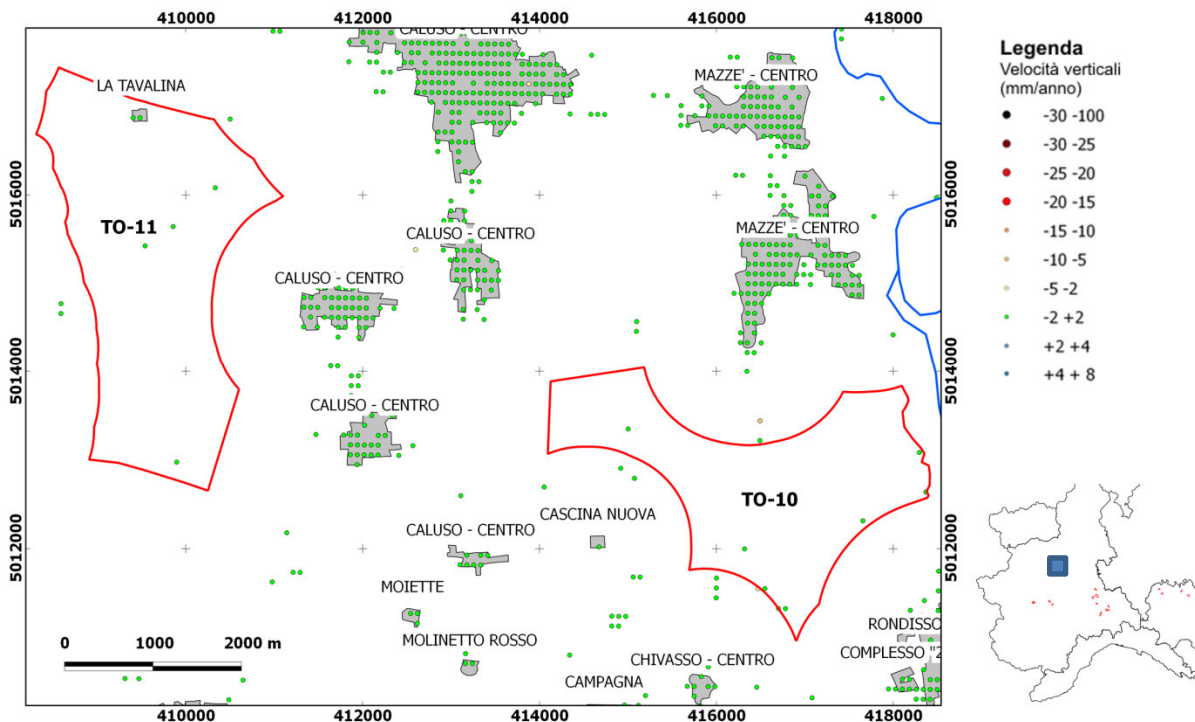


Figura 4.6. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti TO-11 e TO-10.

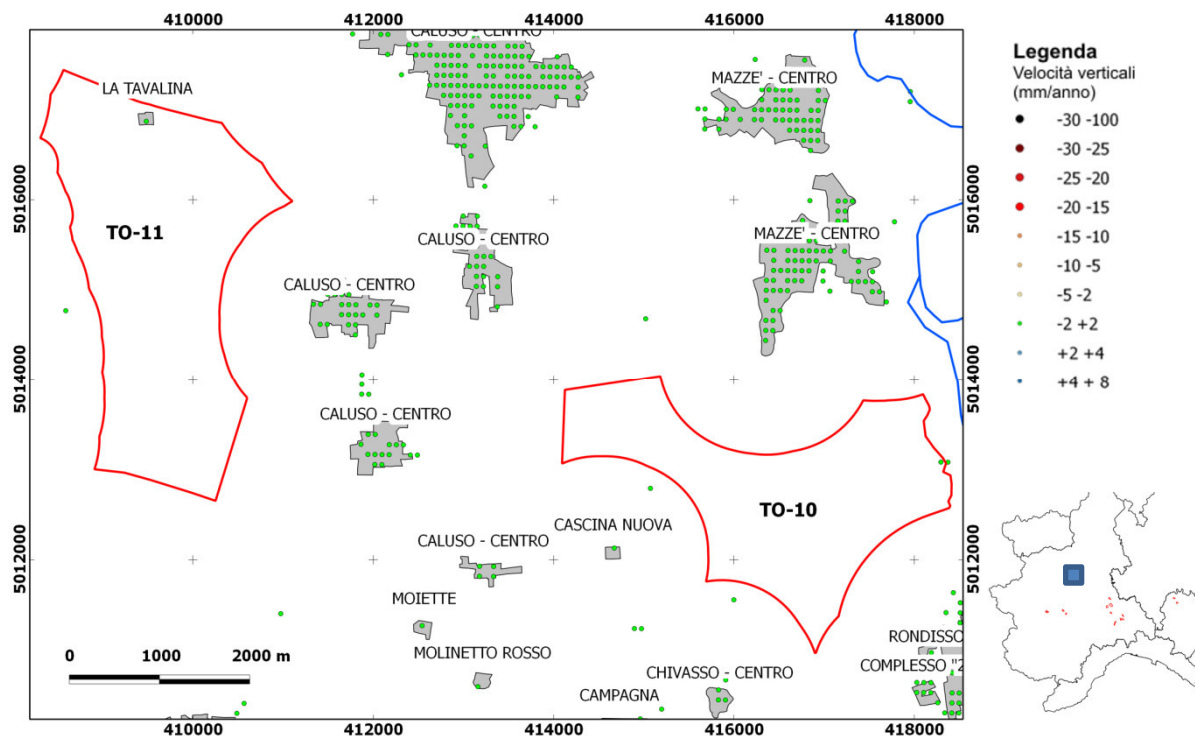


Figura 4.7. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti TO-11 e TO-10.



## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

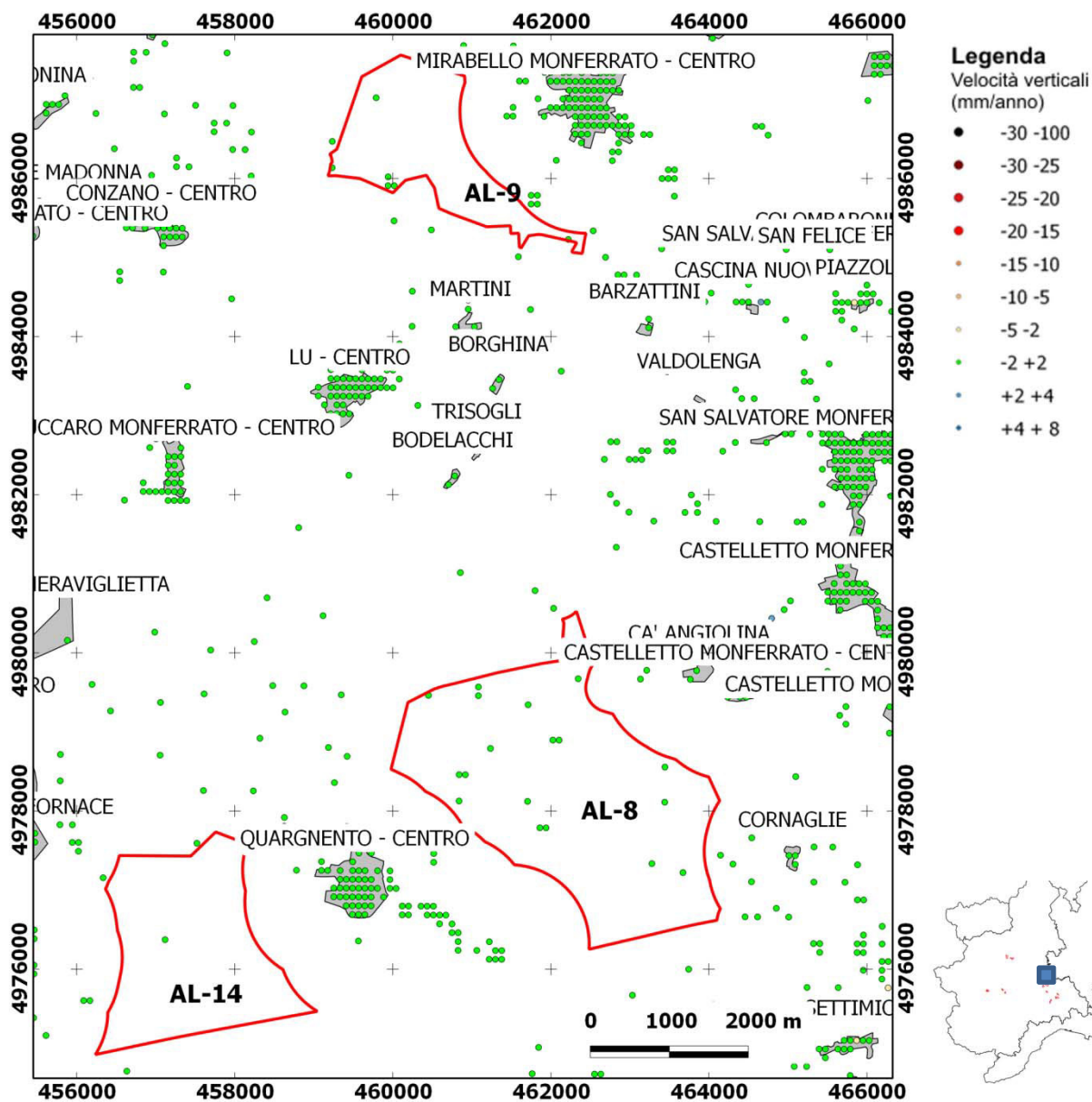


Figura 4.8. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti AL-8, AL-9 e AL-14.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

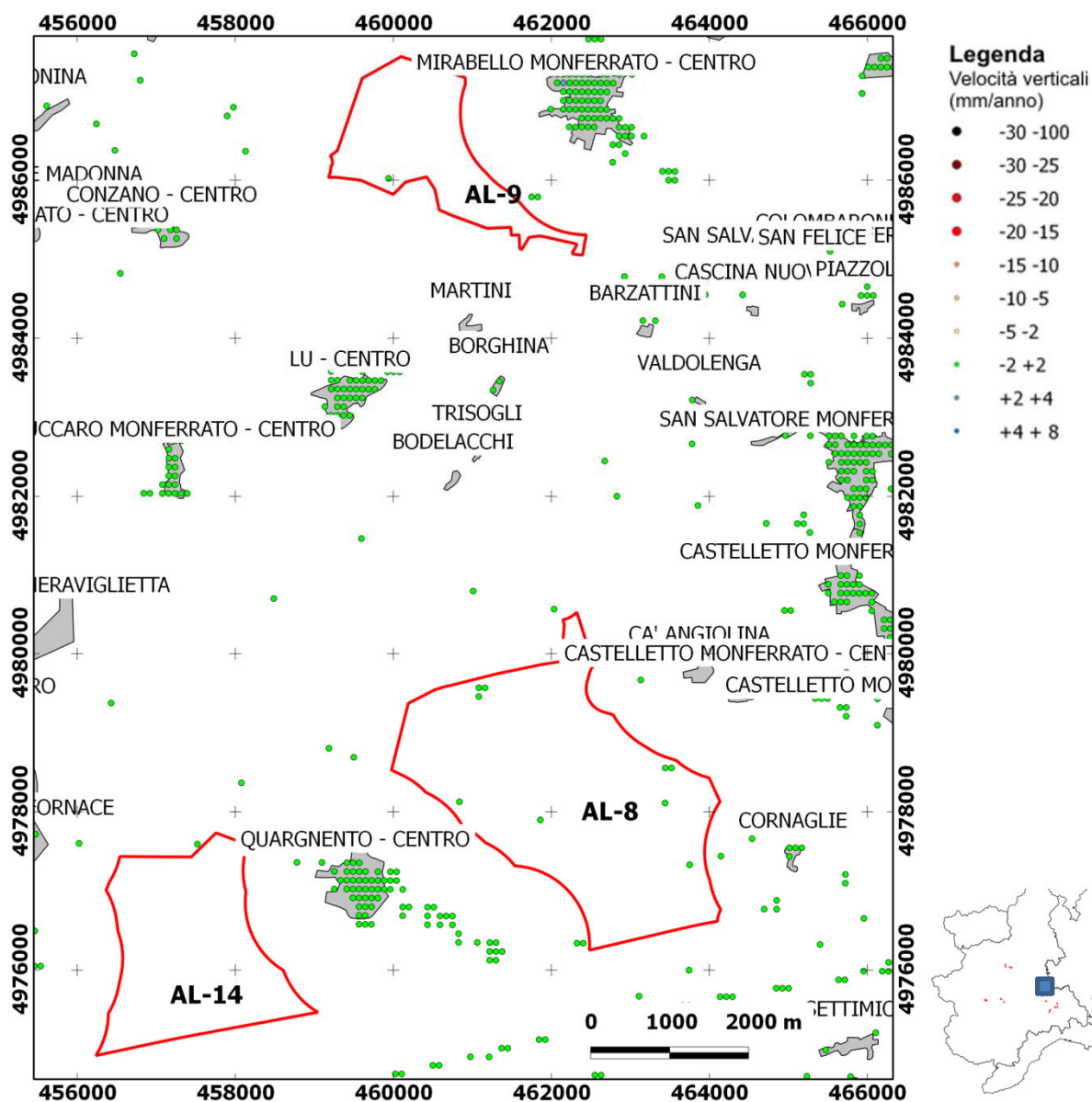


Figura 4.9. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti AL-8, AL-9 e AL-14.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

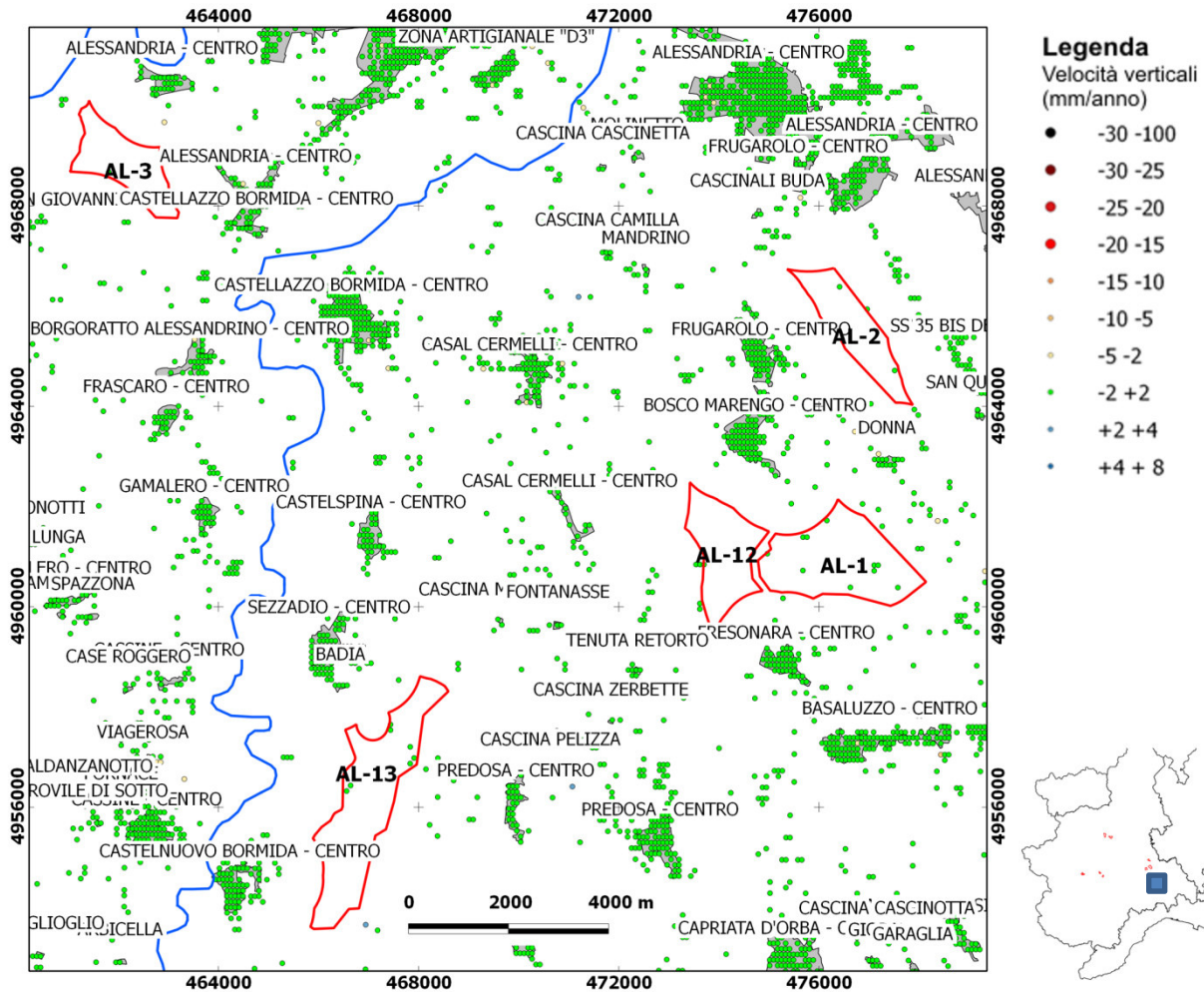


Figura 4.10. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti AL-1, AL-2, AL-12 e AL-13.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

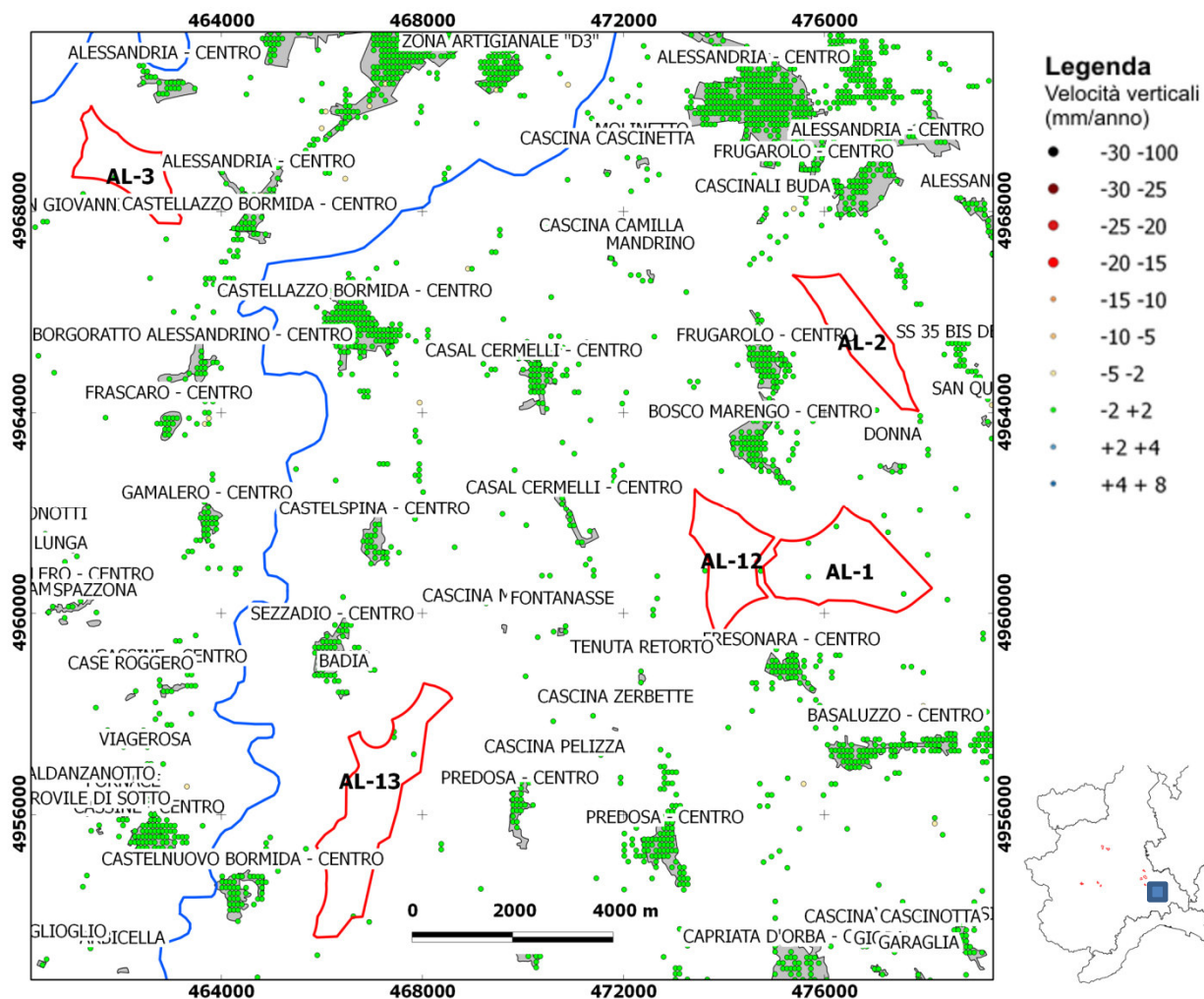


Figura 4.11. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti AL-1, AL-2, AL-12 e AL-13.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

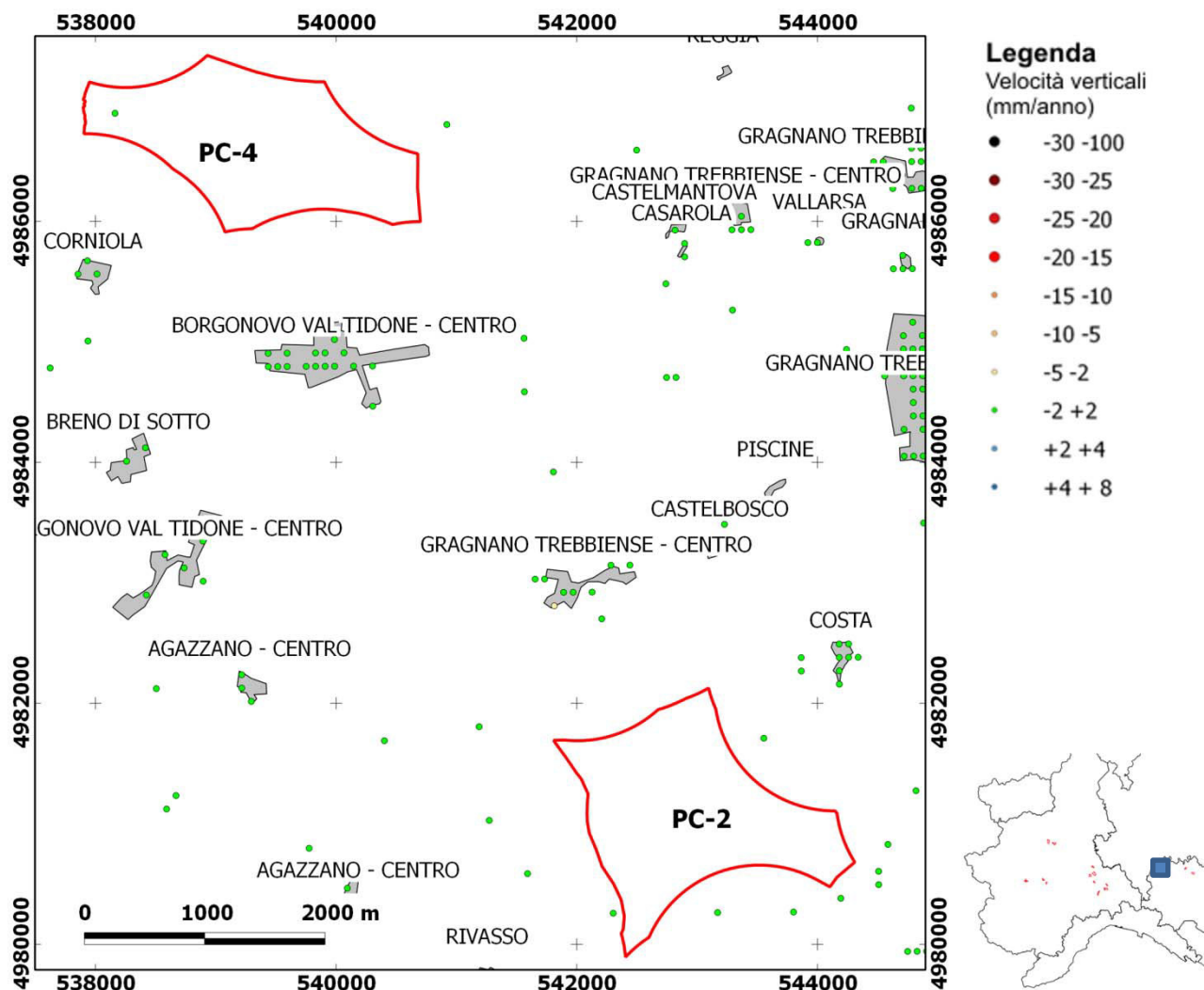


Figura 4.12. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti PC-2 e PC-4.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

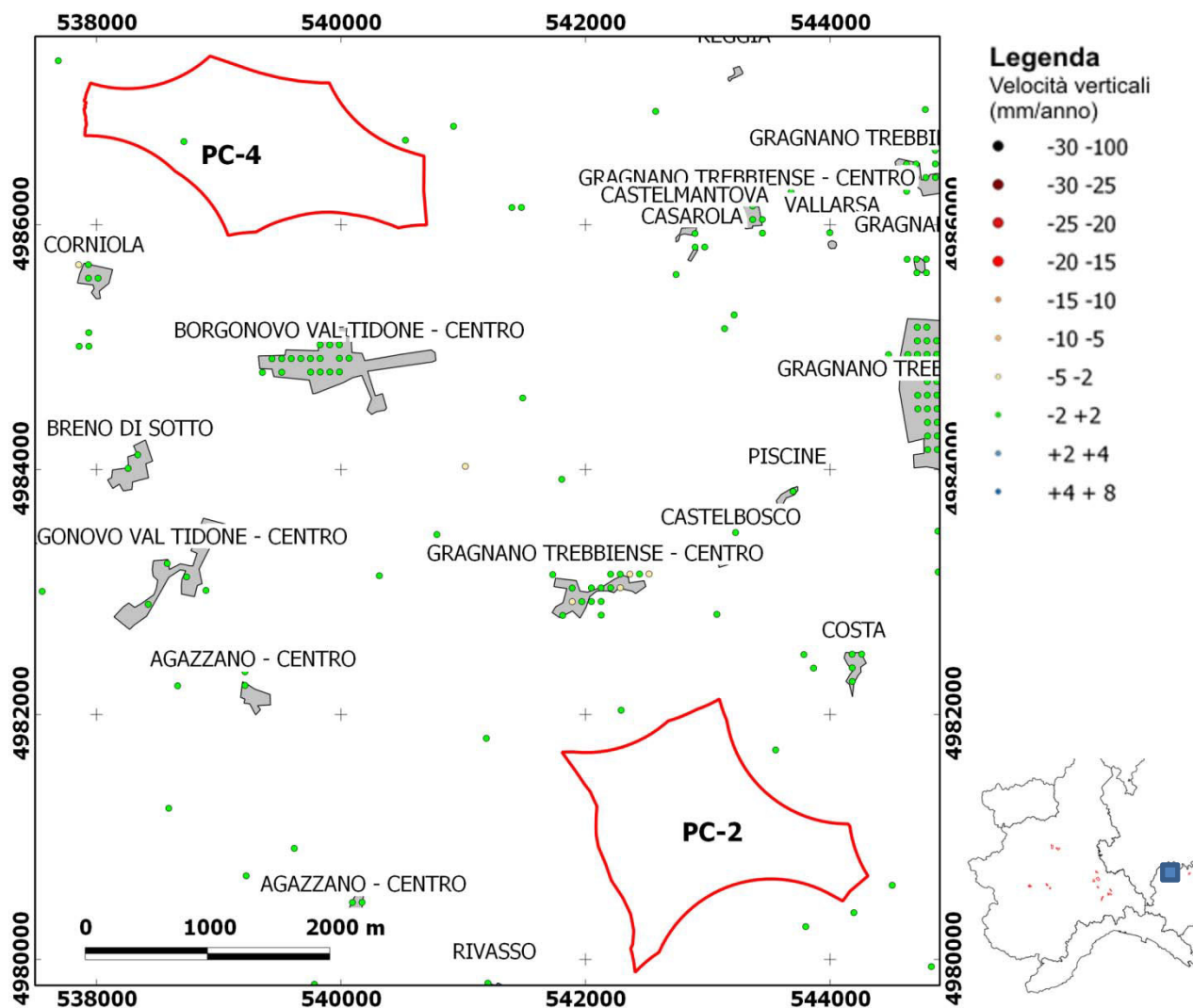


Figura 4.13. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti PC-2 e PC-4.

# Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

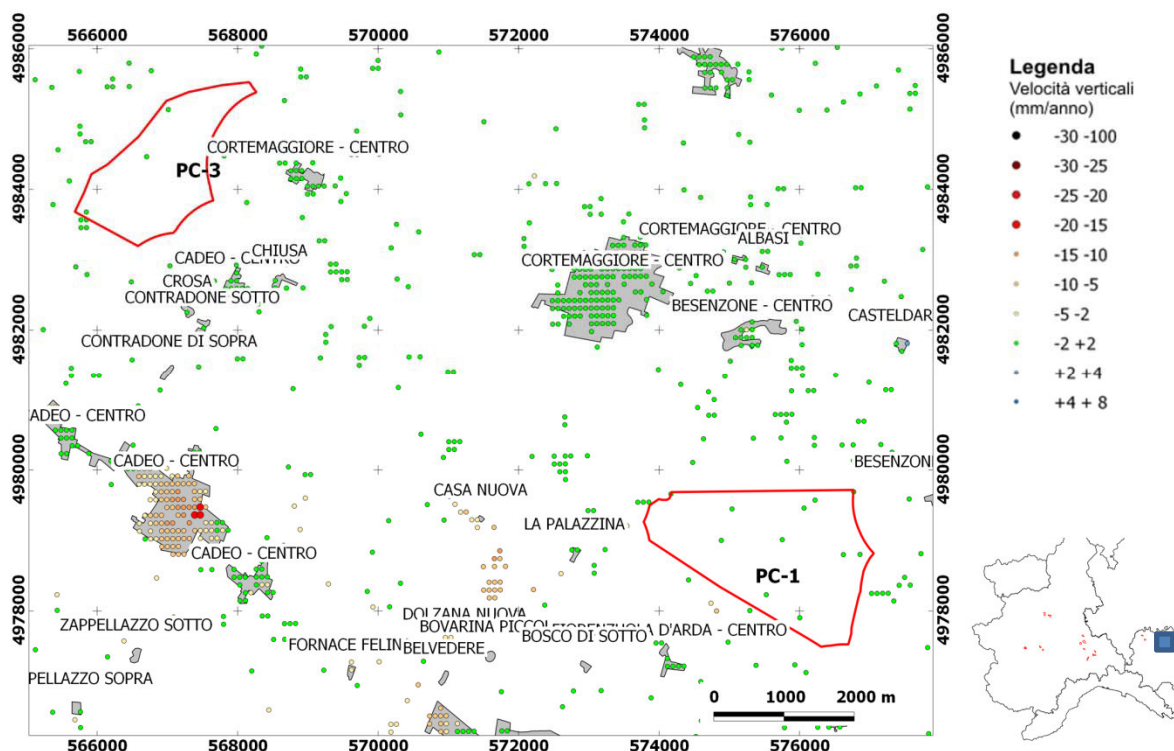


Figura 4.14. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti PC-1 e PC-3.

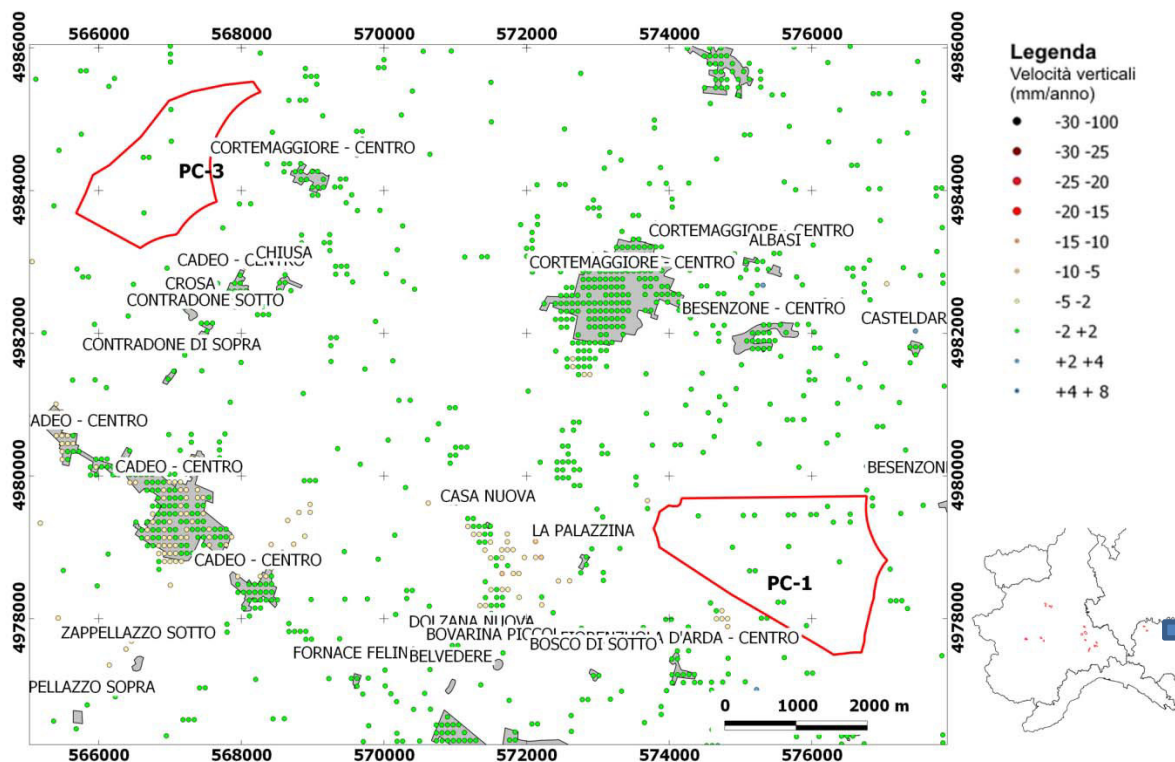


Figura 4.15. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti PC-1 e PC-3.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



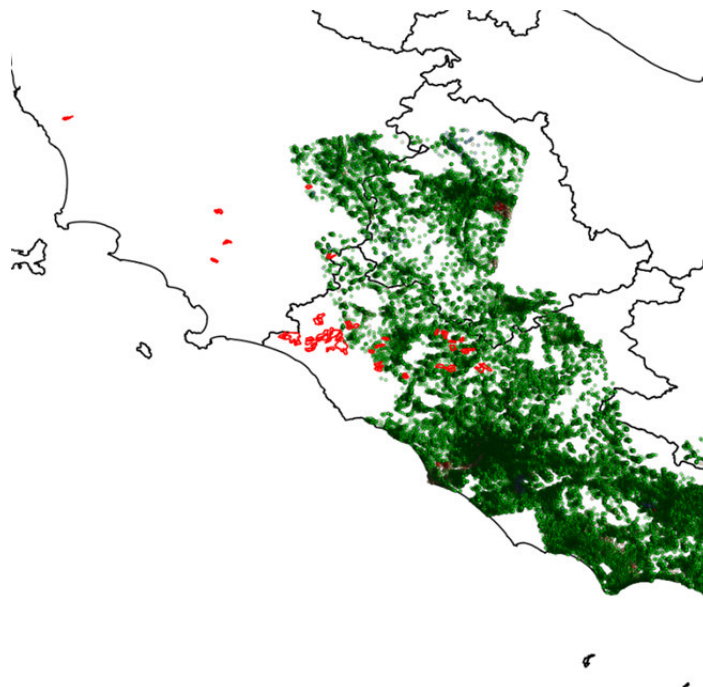
L'analisi dei dati ottenuti dalla scomposizione dei dati ascendenti e discendenti dei sensori ERS ed ENVISAT non evidenzia apprezzabili spostamenti verticali su nessuno dei siti facenti parti della macro-area NORD. Lo stesso si può affermare per i movimenti orizzontali nella componente est-ovest. Le immagini relative alla componente orizzontale degli spostamenti non sono mostrate in questa relazione. Tali valori possono essere verificati consultando il dataset digitale allegato.

### 4.2 Macro-area CENTRO

Seguono i risultati ottenuti dalla scomposizione dei dati ascendenti e discendenti dei sensori ERS ed ENVISAT. In considerazione della maggiore affidabilità del metodo nel rilevare movimenti di tipo verticale e della localizzazione dei siti, posti in prevalenza in aree pianeggianti o sub-pianeggianti, le mappe riportate in questa relazione riguardano i soli spostamenti verticali. Ai fini della rappresentazione, a scala spaziale adeguata, di eventuali fenomeni che possono interessare i siti in esame, questi sono stati raggruppati in relazione alla reciproca vicinanza ed a comuni caratteri geografici e dell'assetto del territorio.

Nelle Fig. 4.16a e 4.16b, è riportata l'estensione geografica dei dataset ottenuti, rispettivamente, dalla scomposizione delle velocità orientate lungo la LOS fornite dal MATTM per i sensori ERS ed ENVISAT. Tale operazione è stata possibile solo in presenza della geometrie ascendente e discendente.

Nella Tab. 4.2 è riportato l'elenco dei siti inclusi nella macro-area CENTRO.



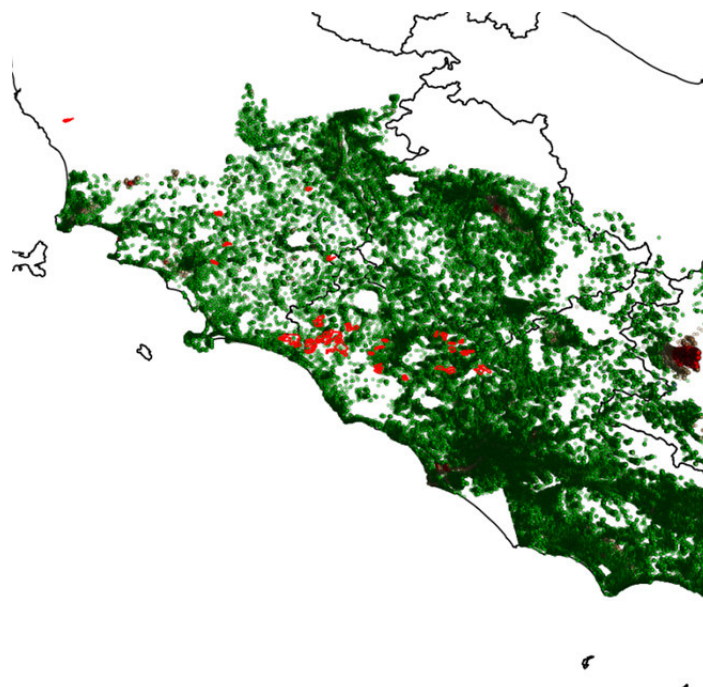
**Figura 4.16a.** Disponibilità per la macro-area CENTRO delle velocità scomposte nelle componenti verticali ed orizzontale (ovest-est) a partire da dati del sensore ERS.



## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



**Figura 4.16b.** Disponibilità per la macro-area CENTRO delle velocità scomposte nelle componenti verticali ed orizzontale (ovest-est) a partire da dati del sensore ENVISAT.

**Tabella 4.2.** Elenco dei siti inclusi nella macro-area CENTRO

| Regione | Provincia | Comune                                    | Codice Area |
|---------|-----------|---|-------------|
| LAZIO   | Viterbo   | Vejano, Barbarano Romano                  | VT-1        |
| LAZIO   | Viterbo   | Blera                                     | VT-2        |
| LAZIO   | Viterbo   | Blera                                     | VT-3        |
| LAZIO   | Viterbo   | Vetralla                                  | VT-4        |
| LAZIO   | Viterbo   | Viterbo                                   | VT-5        |
| LAZIO   | Viterbo   | Viterbo                                   | VT-6        |
| LAZIO   | Viterbo   | Canino                                    | VT-7        |
| LAZIO   | Viterbo   | Montalto di Castro                        | VT-8        |
| LAZIO   | Viterbo   | Cellere, Ischia di Castro, Canino         | VT-9        |
| LAZIO   | Viterbo   | Soriano nel Cimino                        | VT-10       |
| LAZIO   | Viterbo   | Vasanello, Soriano nel Cimino, Vignanello | VT-11       |
| LAZIO   | Viterbo   | Corchiano, Vignanello                     | VT-12       |
| LAZIO   | Viterbo   | Nepi                                      | VT-13       |
| LAZIO   | Viterbo   | Caprarola, Ronciglione, Nepi              | VT-14       |
| LAZIO   | Viterbo   | Gallese, Corchiano                        | VT-15       |
| LAZIO   | Viterbo   | Corchiano                                 | VT-16       |
| LAZIO   | Viterbo   | Orte, Vasanello                           | VT-17       |
| LAZIO   | Viterbo   | Viterbo                                   | VT-18       |
| LAZIO   | Viterbo   | Soriano nel Cimino                        | VT-19       |
| LAZIO   | Viterbo   | Gallese, Vignanello                       | VT-20       |

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



|         |               |  |          |
|---------|---------------|--|----------|
| LAZIO   | Roma, Viterbo | Sant'Oreste, Civita Castellana         | RM_VT-21 |
| LAZIO   | Viterbo       | Civita Castellana, Faleria             | VT-22    |
| LAZIO   | Viterbo       | Tuscania                               | VT-23    |
| LAZIO   | Viterbo       | Montalto di Castro, Canino             | VT-24    |
| LAZIO   | Viterbo       | Tarquini, Tuscania                     | VT-25    |
| LAZIO   | Viterbo       | Canino                                 | VT-26    |
| LAZIO   | Viterbo       | Canino, Montalto di Castro             | VT-27    |
| LAZIO   | Viterbo       | Arlena di Castro, Tuscania             | VT-28    |
| LAZIO   | Viterbo       | Ischia di Castro                       | VT-29    |
| LAZIO   | Viterbo       | Piansano, Arlena di Castro, Tuscania   | VT-30    |
| LAZIO   | Viterbo       | Tuscania                               | VT-31    |
| LAZIO   | Viterbo       | Arlena di Castro, Tessennano, Tuscania | VT-32    |
| LAZIO   | Viterbo       | Canino, Tessennano, Tuscania           | VT-33    |
| LAZIO   | Viterbo       | Canino                                 | VT-34    |
| LAZIO   | Viterbo       | Proceno                                | VT-35    |
| LAZIO   | Viterbo       | Montalto di Castro                     | VT-36    |
| TOSCANA | Grosseto      | Scansano                               | GR-1     |
| TOSCANA | Grosseto      | Campagnatico                           | GR-2     |
| TOSCANA | Pisa          | Santa Luce                             | PI-3     |
| TOSCANA | Grosseto      | Civitella Paganico                     | GR-4     |
| TOSCANA | Siena         | Trequanda, Pienza                      | SI-5     |

Come si può notare non tutti i siti sono coperti dal dataset scomposto. In particolare i siti PI-3, GR-1, GR-2, GR4, VT-9, VT-29, VT-36, VT-8, VT-7, VT-24, VT-27, VT-26, VT-34, VT-32, VT-33, VT-25, VT-23, VT-38 restano esclusi dall'area coperta dal dataset scomposto relativo al sensore ERS. Il sito PI-3 resta escluso dall'area coperta dal dataset scomposto relativo al sensore ENVISAT. Nelle successive figure (Fig. 4.16 – 4.28) compaiono le mappe relative ai siti per i quali sono disponibili informazioni, dopo il loro raggruppamento su base geografica (rappresentazione cartografica UTM-ETRF89, fuso 32N).

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

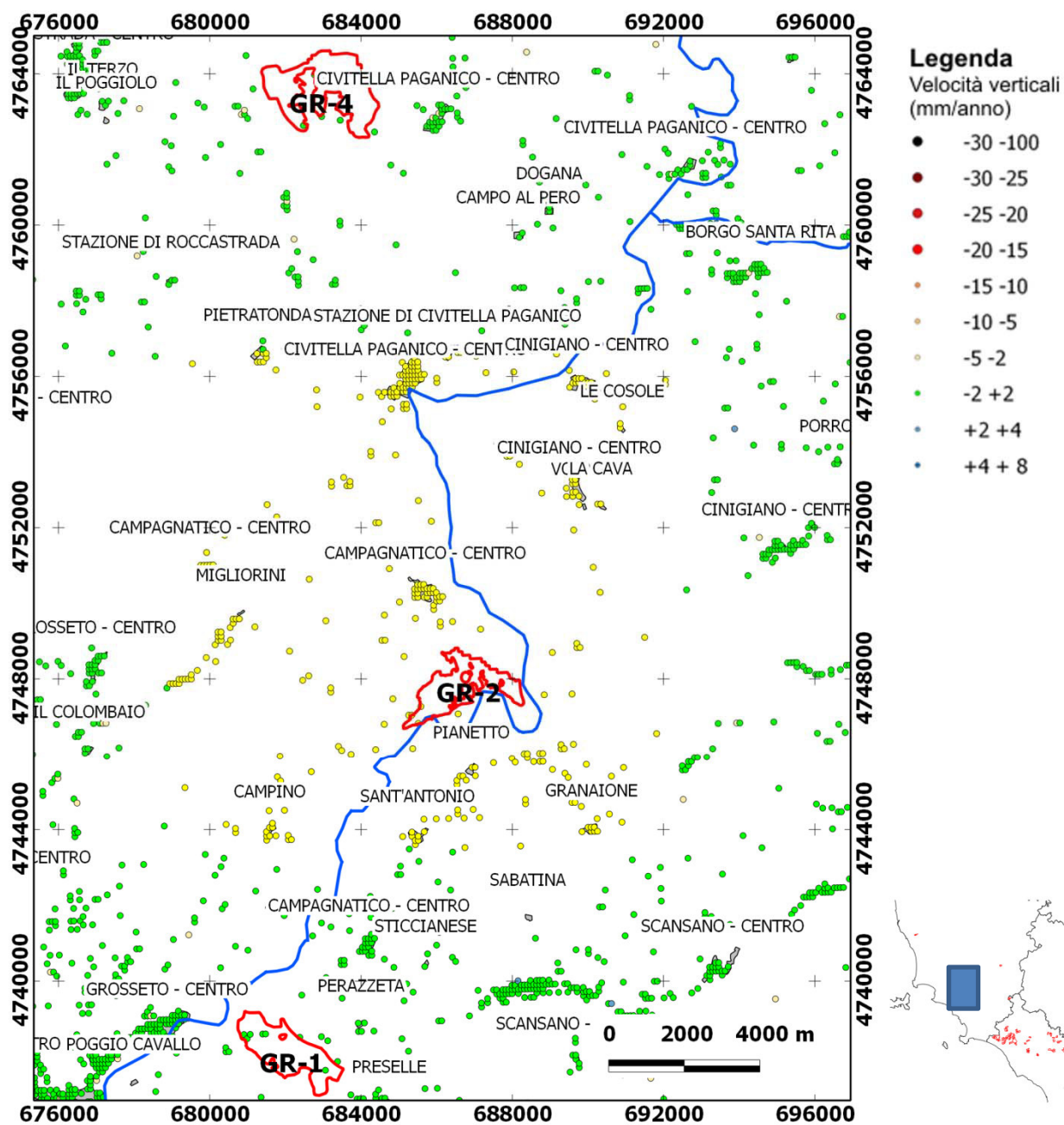


Figura 4.17. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti GR-1, GR-2 e GR-4.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

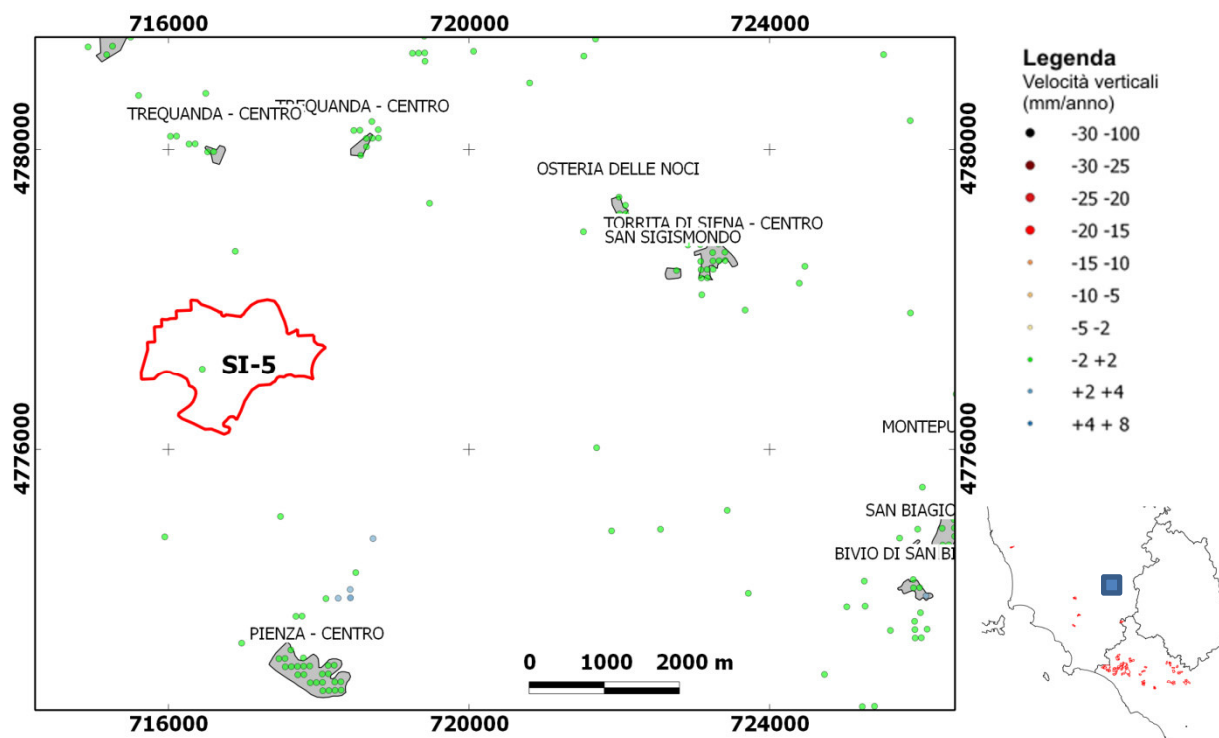


Figura 4.18. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità del sito SI-5.

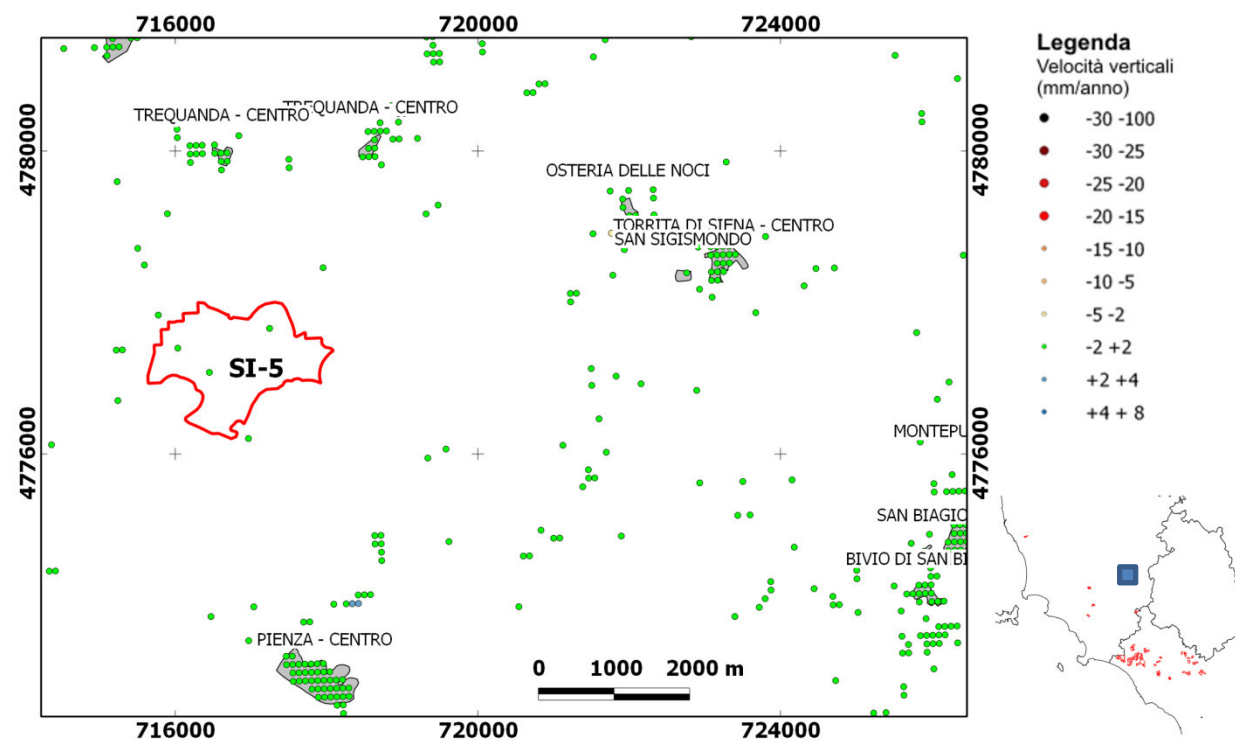


Figura 4.19. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità del sito SI-5.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

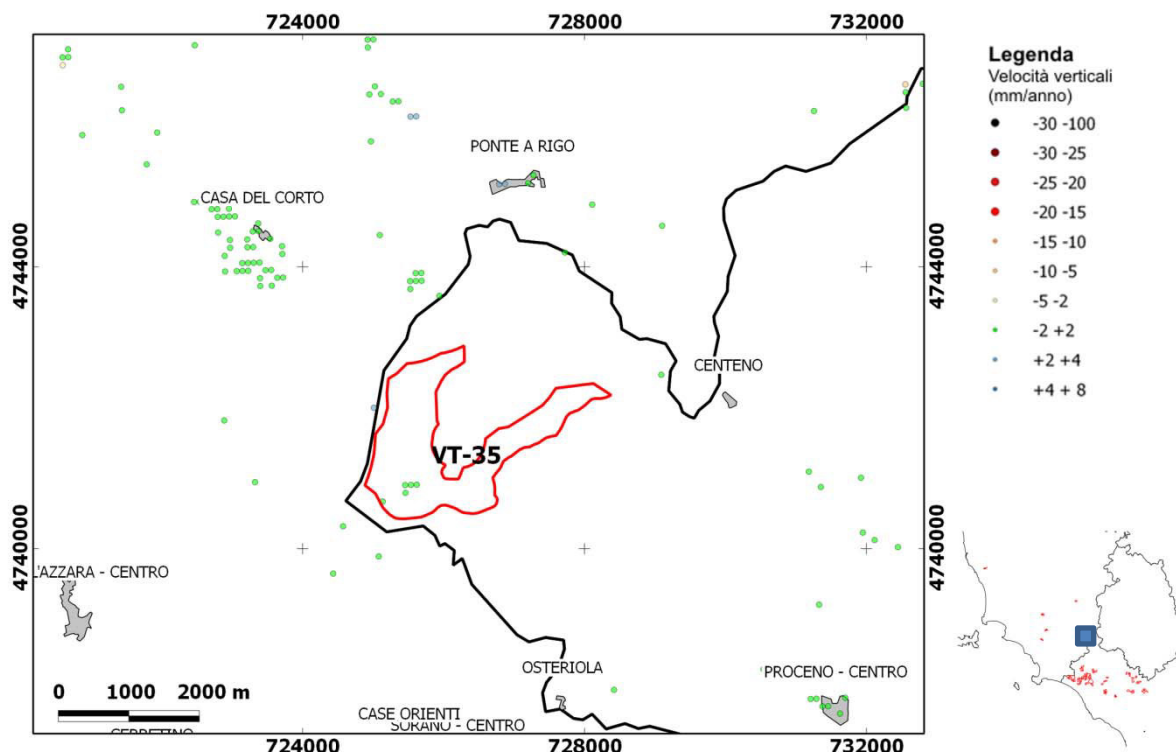


Figura 4.20. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità del sito VT-35.

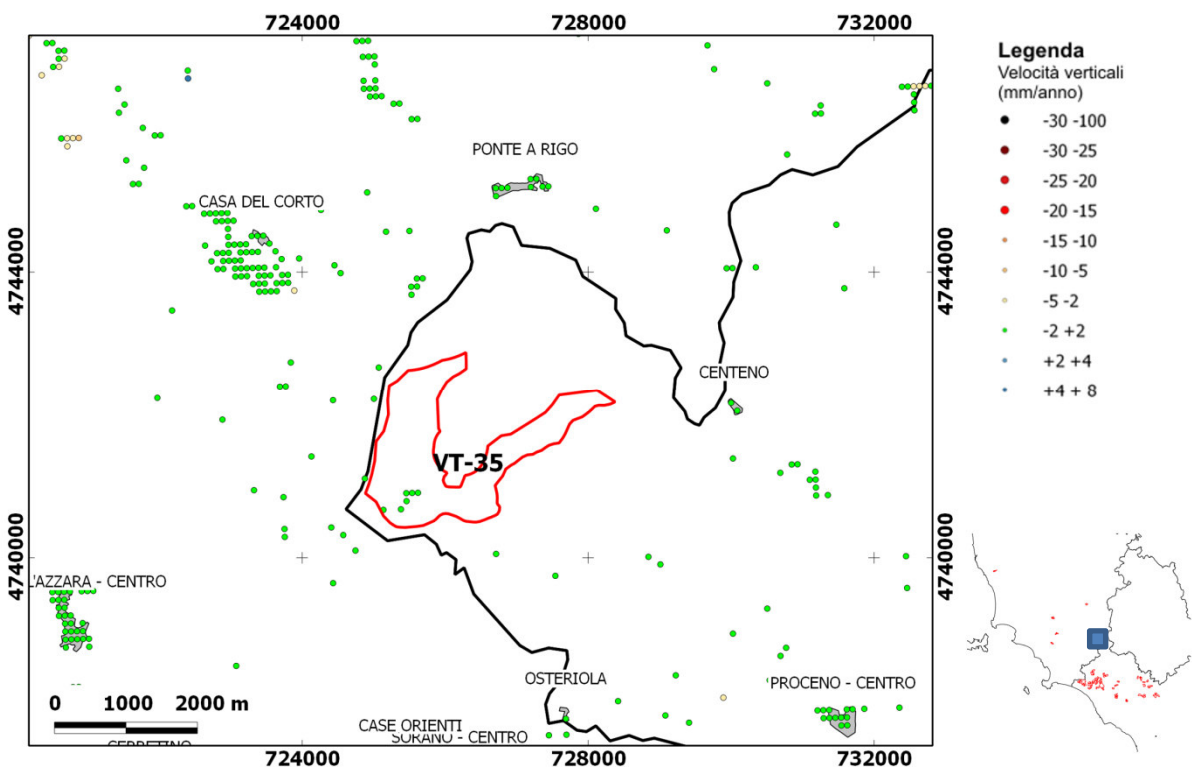


Figura 4.21. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità del sito VT-35.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

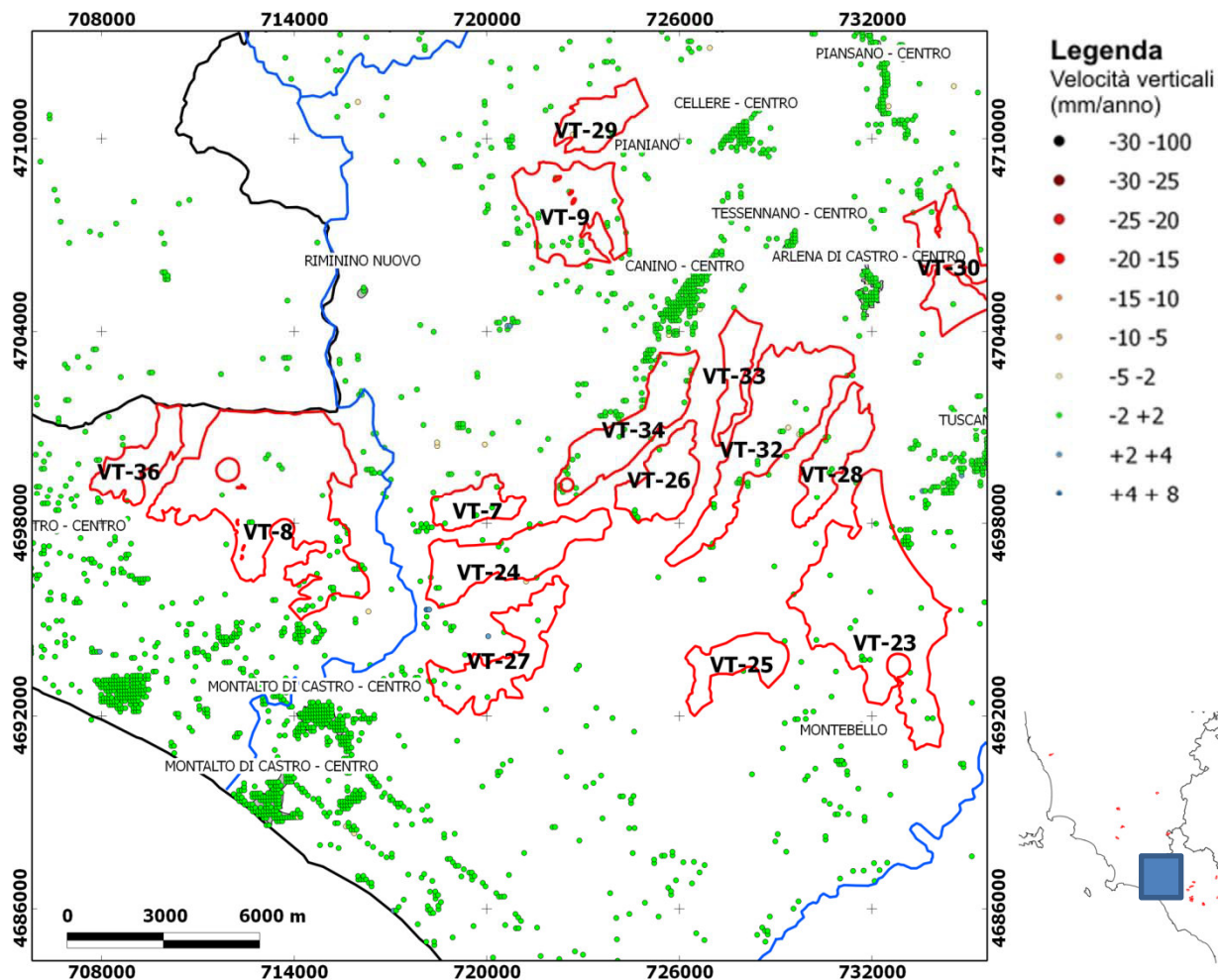


Figura 4.22. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti VT-29, VT-9, VT-36, VT-8, VT-7, VT-24, VT-27, VT-34, VT-26, VT-33, VT-32, VT-25, VT-28, VT-23.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

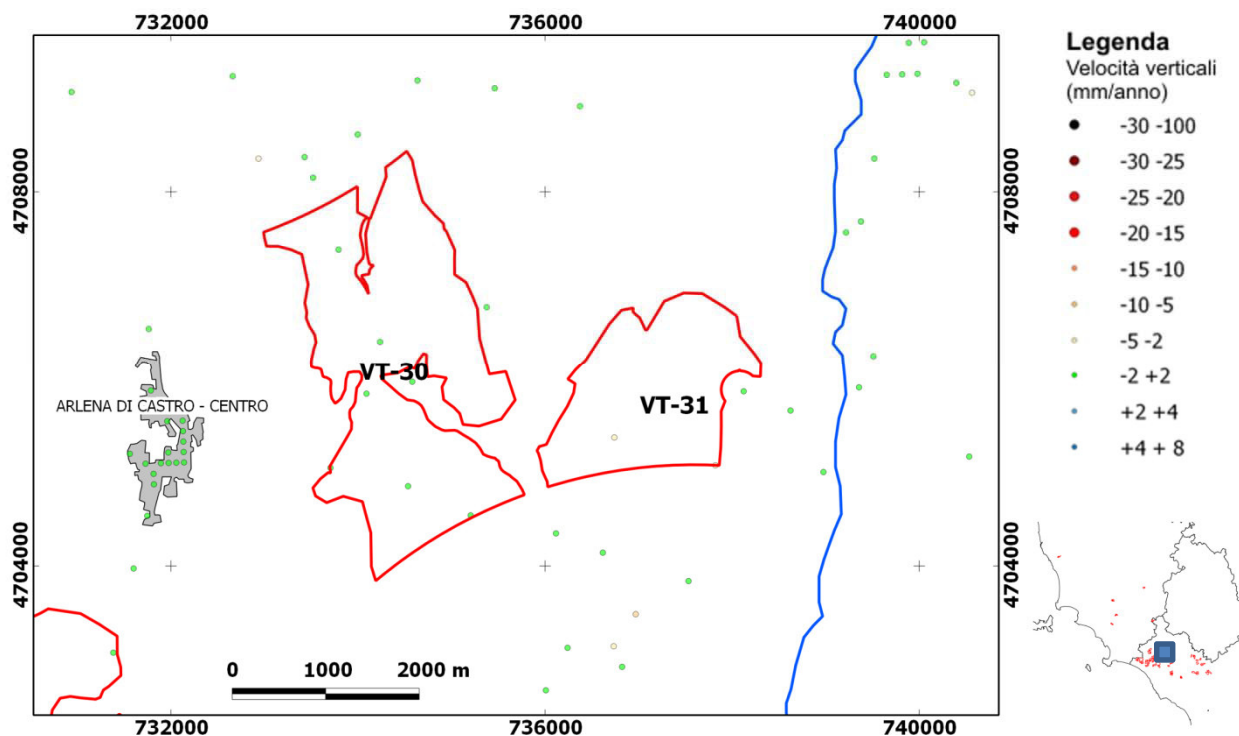


Figura 4.23. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti VT-30 e VT-31.

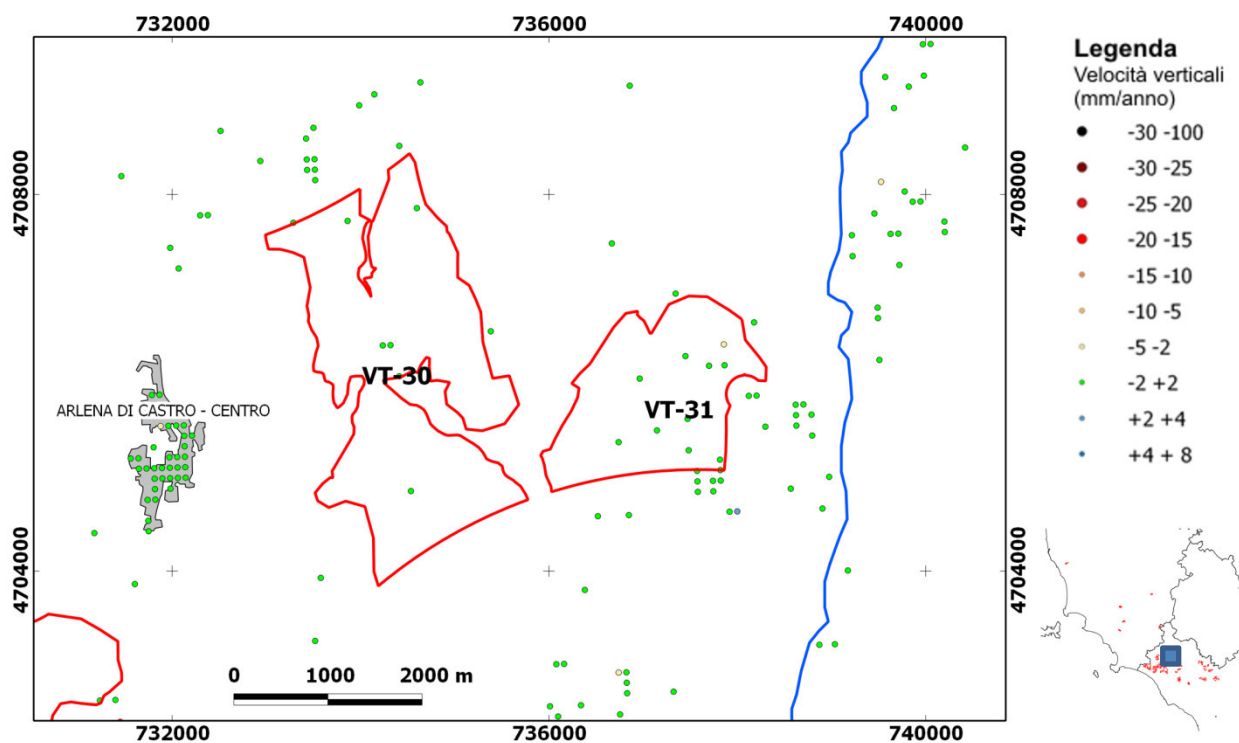


Figura 4.24. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti VT-30 e VT-31.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

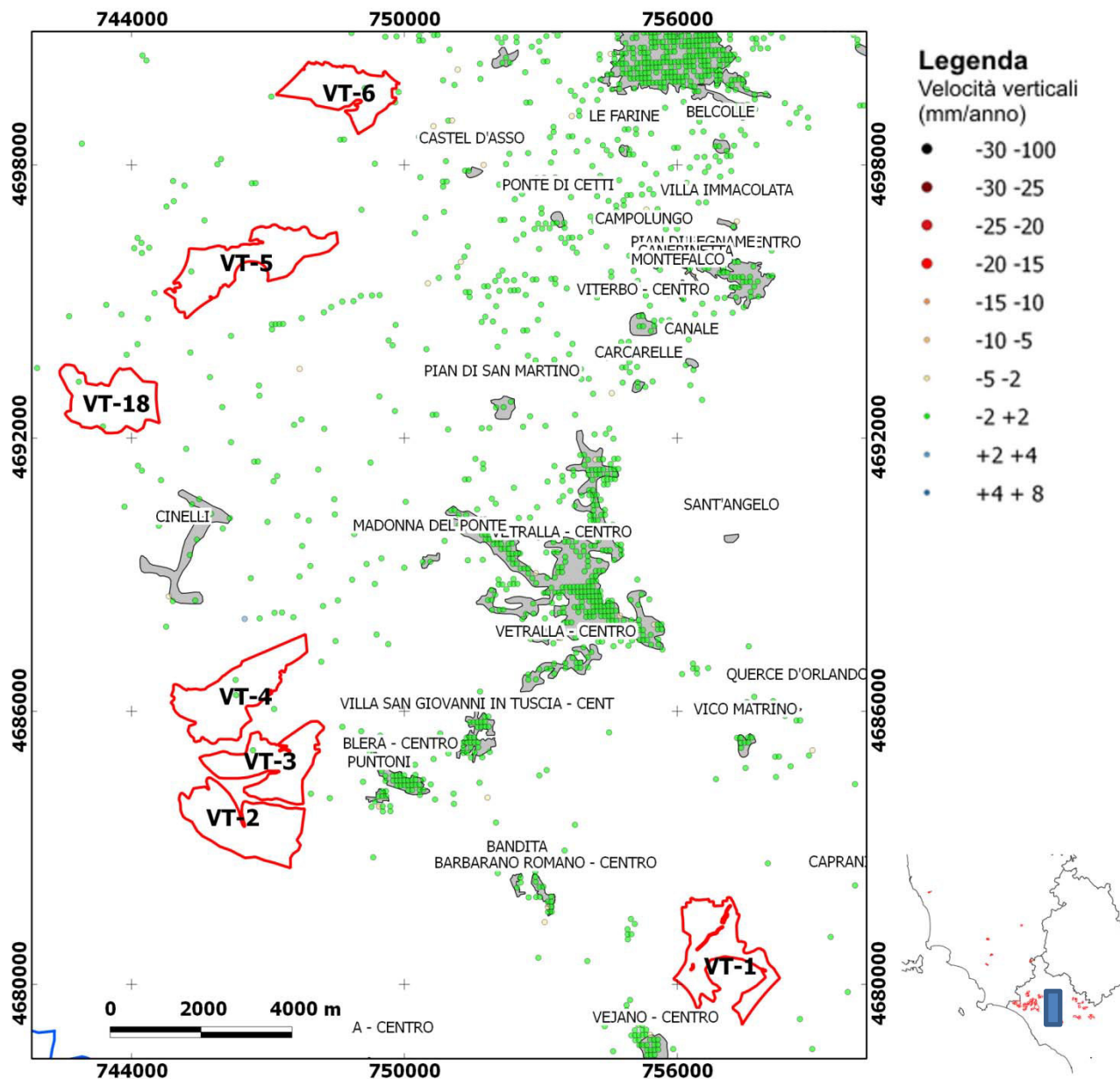


Figura 4.25. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti VT-18, VT-4, VT-3, VT-2, e VT-1.



## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

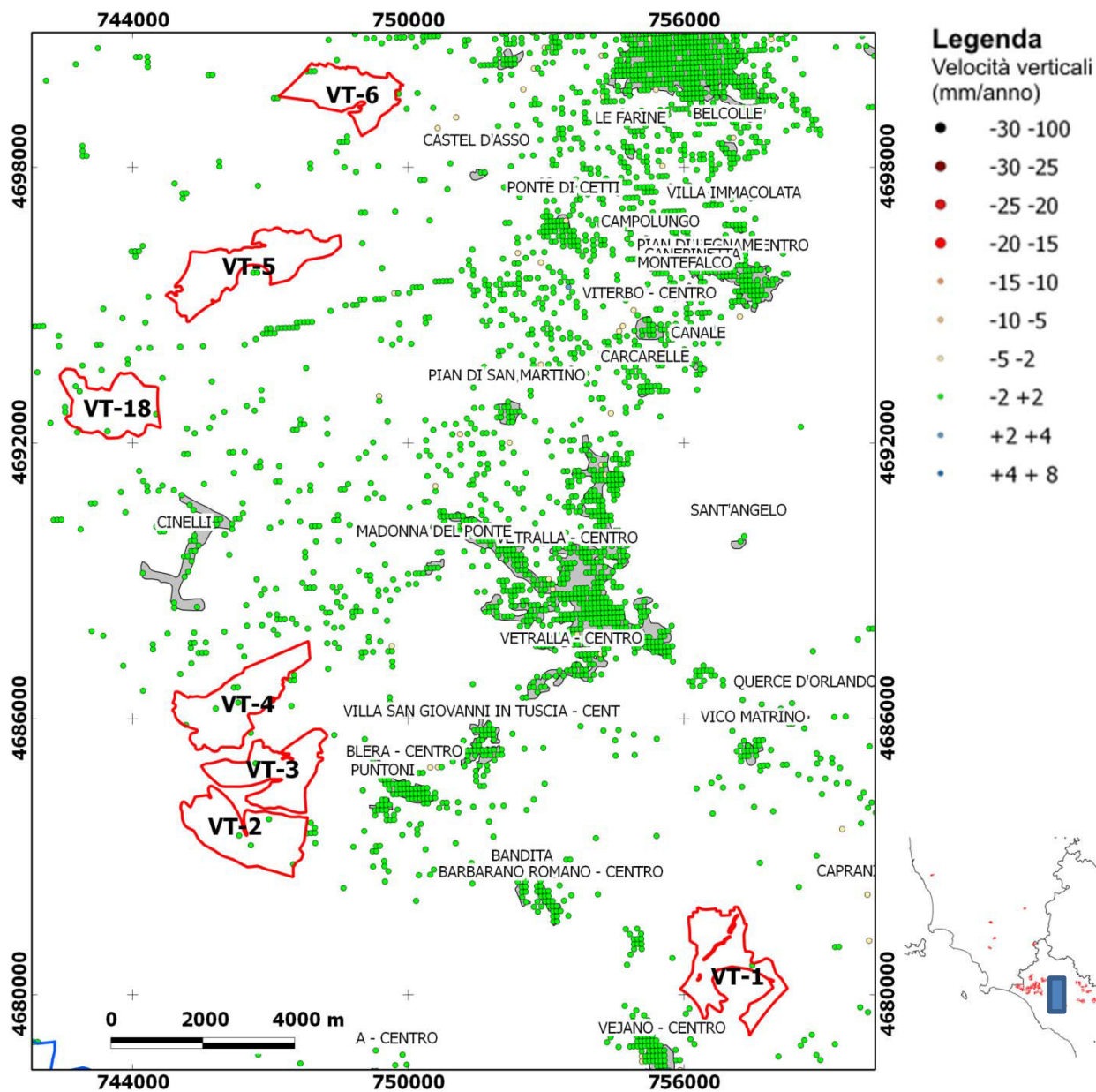


Figura 4.26. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti VT-18, VT-4, VT-3, VT-2, e VT-1.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

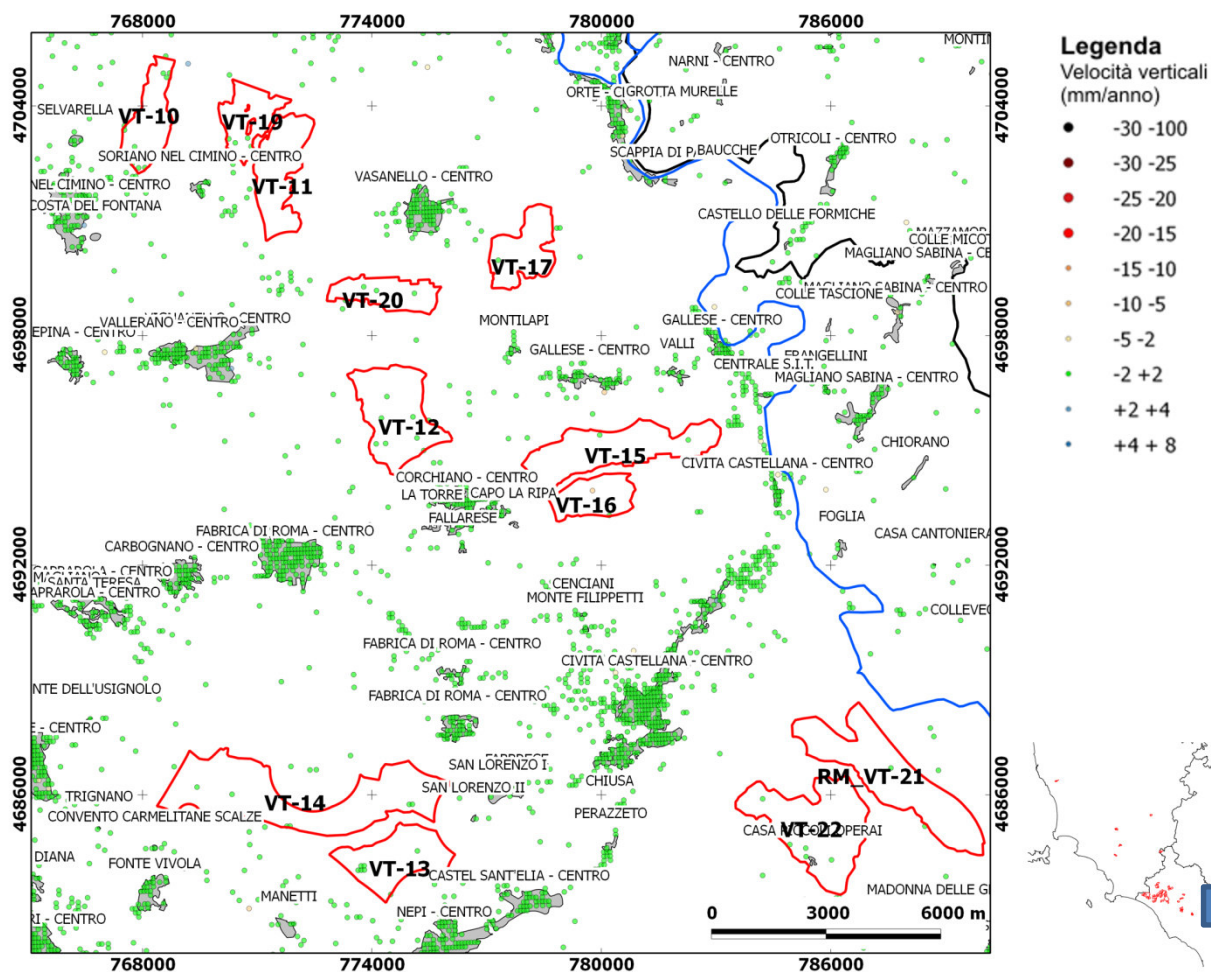
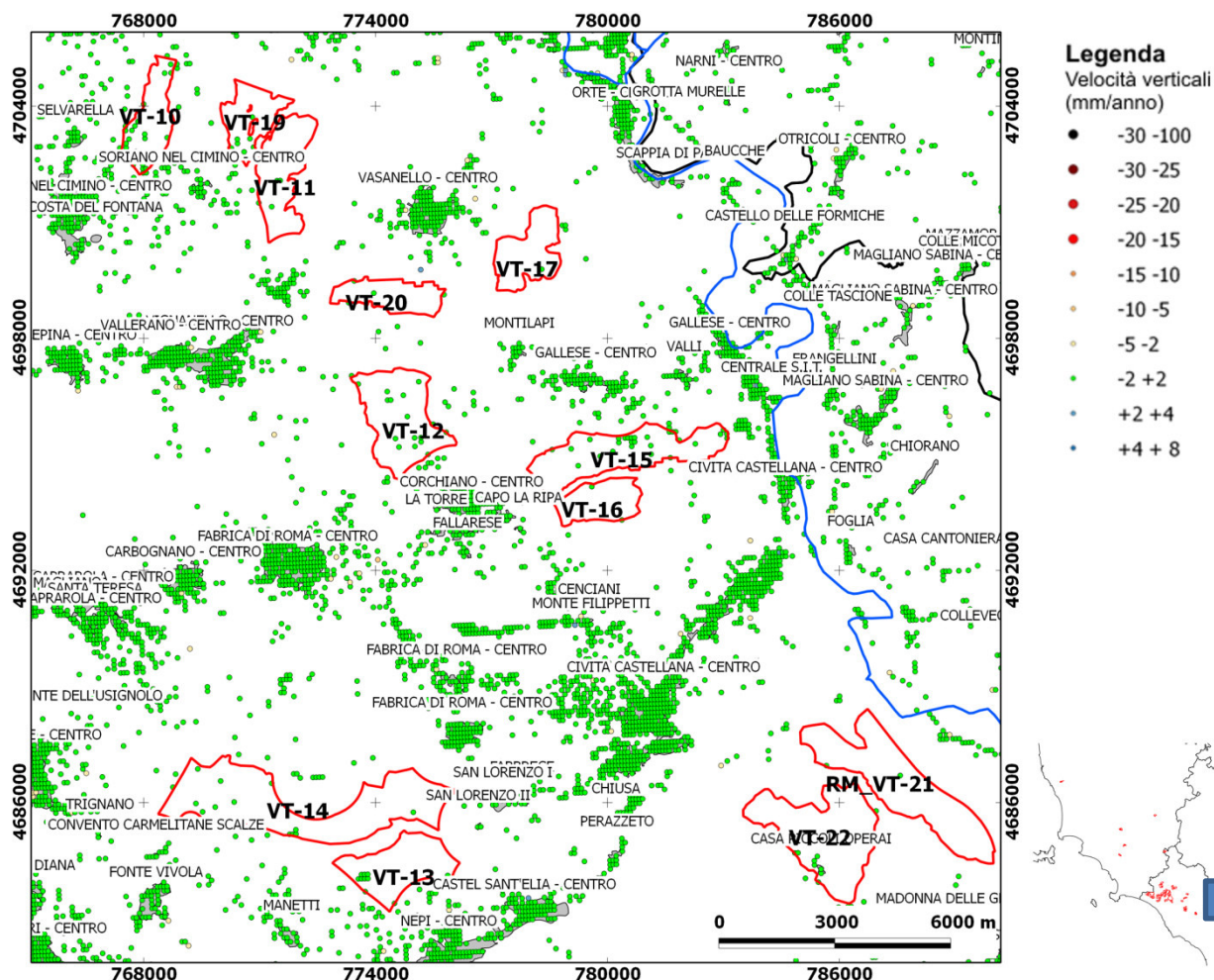


Figura 4.27. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti VT-10, VT-19, VT-11, VT-20, VT-17, VT-12, VT-15, VT-16, VT-14, VT-13, VT-22 e VT-21.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



**Figura 4.28.** Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti VT-10, VT-19, VT-11, VT-20, VT-17, VT-12, VT-15, VT-16, VT-14, VT-13, VT-22 e VT-21.

L'analisi dei dati ottenuti dalla scomposizione dei dati ascendenti e discendenti dei sensori ERS ed ENVISAT non evidenzia, in genere, apprezzabili spostamenti verticali sui siti facenti parte della macro-area CENTRO. Un'eccezione è rappresentata da contenuti (2-5 mm/anno) ma estesi movimenti verticali riscontrati in un'area che include il sito GR-2 (Fig. 4.17). Non si riscontrano movimenti orizzontali, nella componente est-ovest, che interessano i siti della macro-area CENTRO. Le immagini relative alla componente orizzontale degli spostamenti non sono mostrate in questa relazione. Tali valori possono essere verificati consultando il dataset digitale allegato.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

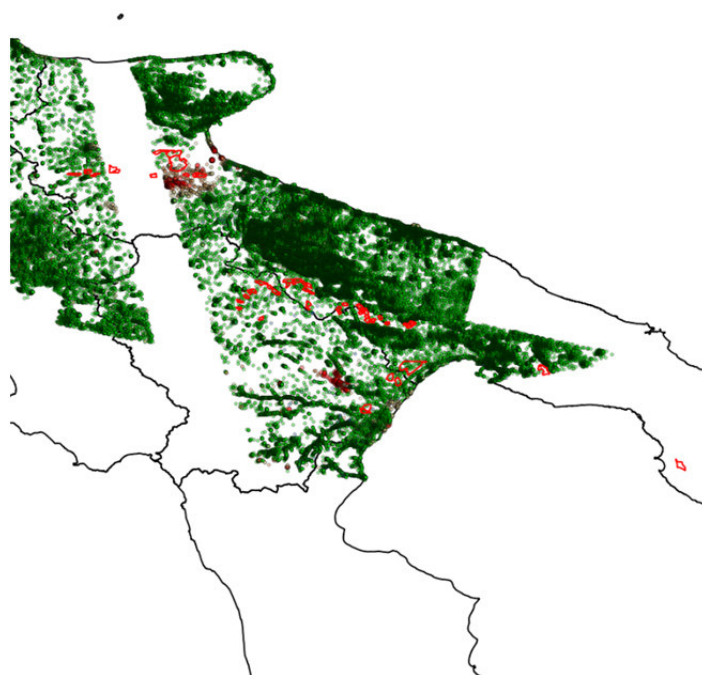


### 4.2 Macro-area SUD

Seguono i risultati ottenuti dalla scomposizione dei dati ascendenti e discendenti dei sensori ERS ed ENVISAT. Per le considerazioni già riportate sulla maggiore affidabilità dei risultati nella componente verticale, le mappe riportate in questa relazione riguardano i soli spostamenti rilevati in tale direzione. Ai fini della rappresentazione, a scala spaziale adeguata, di eventuali fenomeni che possono interessare i siti in esame, questi sono stati raggruppati in relazione alla reciproca vicinanza ed a comuni caratteri geografici e dell'assetto del territorio.

Nelle Fig. 4.29a e 4.29b, è riportata l'estensione geografica dei dataset ottenuti, rispettivamente, dalla scomposizione delle velocità orientate lungo la LOS fornite dal MATTM per i sensori ERS ed ENVISAT. Tale operazione è stata possibile solo in presenza della geometrie ascendente e discendente (rappresentazione cartografica UTM-ETRF89, fuso 33N).

Nella Tab. 4.3 è invece riportato l'elenco dei siti inclusi nella macro-area SUD.

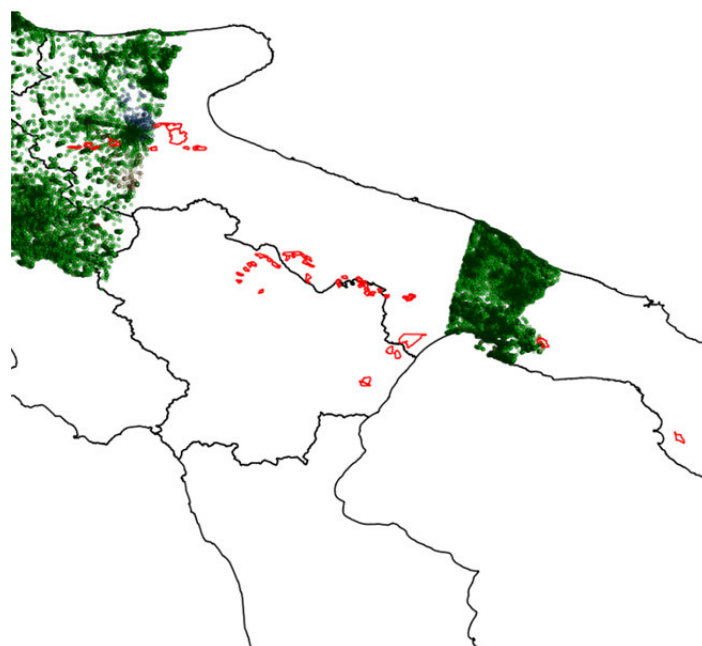


**Figura 4.29a.** Disponibilità per la macro-area CENTRO delle velocità scomposte nelle componenti verticali ed orizzontale (ovest-est) a partire da dati del sensore ERS.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



**Figura 4.29b.** Disponibilità per la macro-area CENTRO delle velocità scomposte nelle componenti verticali ed orizzontale (ovest-est) a partire da dati del sensore ENVISAT.

**Tabella 4.3.** Elenco dei siti inclusi nella macro-area SUD

| Regione | Provincia | Comune   | Codice Area |
|---------|-----------|--|-------------|
| PUGLIA  | Lecce     | Melissano, Martino, Alezio, Taviano, Parabita                | LE-1        |
| PUGLIA  | Taranto   | Grottaglie, San Marzano di San Giuseppe, Taranto, Fragagnano | TA-3        |
| PUGLIA  | Taranto   | Castellaneta, Laterza  | TA-4        |
| PUGLIA  | Bari      | Gravina in Puglia  | BA-5        |
| PUGLIA  | Bari      | Gravina in Puglia  | BA-6        |
| PUGLIA  | Foggia    | Troia  | FG-7        |
| PUGLIA  | Foggia    | Foggia   | FG-8        |
| PUGLIA  | Foggia    | Carapelle, Cerignola, Orta Nova                              | FG-9        |
| PUGLIA  | Foggia    | Cerignola  | FG-10       |
| PUGLIA  | Foggia    | Troia  | FG-11       |
| PUGLIA  | Foggia    | Troia, Foggia, Lucera  | FG-12       |
| PUGLIA  | Foggia    | Manfredonia, Foggia  | FG-13       |
| PUGLIA  | Foggia    | Foggia, Carapelle, Manfredonia                               | FG-14       |
| PUGLIA  | Foggia    | Castelluccio Valmaggiore, Biccari, Troia                     | FG-15       |
| PUGLIA  | Foggia    | Foggia, Manfredonia  | FG-16       |
| PUGLIA  | Foggia    | Cerignola  | FG-17       |
| PUGLIA  | Bari      | Gravina in Puglia  | BA-18       |
| PUGLIA  | Bari      | Poggiorsini, Gravina in Puglia                               | BA-19       |
| PUGLIA  | Bari      | Gravina in Puglia  | BA-20       |

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



|                           |                 |                                    |          |
|---------------------------|-----------------|------------------------------------|----------|
| <b>PUGLIA</b>             | Bari            | Altamura                           | BA-21    |
| <b>BASILICATA</b>         | Matera          | Montalbano Jonico, Scanzano Jonico | MT-1     |
| <b>BASILICATA</b>         | Matera          | Montalbano Jonico                  | MT-2     |
| <b>BASILICATA</b>         | Matera          | Matera                             | MT-3     |
| <b>PUGLIA, BASILICATA</b> | Bari, Matera    | Matera, Altamura                   | BA_MT-4  |
| <b>PUGLIA, BASILICATA</b> | Matera, Bari    | Altamura, Matera                   | BA_MT-5  |
| <b>BASILICATA</b>         | Matera, Potenza | Irsina, Genzano di Lucania         | MT_PZ-6  |
| <b>BASILICATA</b>         | Matera, Potenza | Tricarico, Tolve                   | MT_PZ-7  |
| <b>BASILICATA</b>         | Potenza         | Genzano di Lucania                 | PZ-8     |
| <b>BASILICATA</b>         | Potenza         | Genzano di Lucania                 | PZ-9     |
| <b>BASILICATA</b>         | Potenza         | Acerenza, Oppido Lucano            | PZ-10    |
| <b>BASILICATA</b>         | Potenza         | Oppido Lucano, Tolve               | PZ-11    |
| <b>BASILICATA</b>         | Potenza         | Genzano di Lucania                 | PZ-12    |
| <b>BASILICATA</b>         | Potenza         | Genzano di Lucania                 | PZ-13    |
| <b>BASILICATA</b>         | Potenza         | Genzano di Lucania                 | PZ-14    |
| <b>BASILICATA</b>         | Matera          | Bernalda                           | MT-15    |
| <b>BASILICATA</b>         | Matera          | Montescaglioso, Bernalda           | MT-16    |
| <b>PUGLIA, BASILICATA</b> | Taranto, Matera | Matera, Laterza                    | TA_MT-17 |
| <b>PUGLIA, BASILICATA</b> | Taranto, Matera | Matera, Laterza                    | TA_MT-18 |
| <b>PUGLIA, BASILICATA</b> | Bari, Matera    | Matera, Altamura                   | BA_MT-19 |

Come si può notare non tutti i siti sono coperti dal dataset scomposto. In particolare i siti FG-12, FG-8 e LE-1 restano esclusi dall'area coperta dal dataset scomposto relativo al sensore ERS. I siti FG-8, FG-13, FG-16, FG-14, FG-9, FG-17, FG10, MT\_PZ-7, PZ-11, PZ-10, PZ-9, PZ-12, PZ-13, PZ-8, PZ-14, MT\_PZ-6, BA-19, BA-6, BA-18, BA-20, BA-5, BA\_MT-19, BA-21, BA\_MT-4, BA\_MT-5, MT-3, TA\_MT-18, TA\_MT-17, TA-4, MT-1, MT-2, MT\_15, MT-16, TA-3 e LE-1 restano esclusi dall'area coperta dal dataset scomposto relativo al sensore ENVISAT. Nelle successive figure (Fig. 4.30 – 4.39) compaiono le mappe relative ai siti per i quali sono disponibili informazioni, dopo loro raggruppamento su base geografica (rappresentazione cartografica UTM-ETRF89, fuso 33N).

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

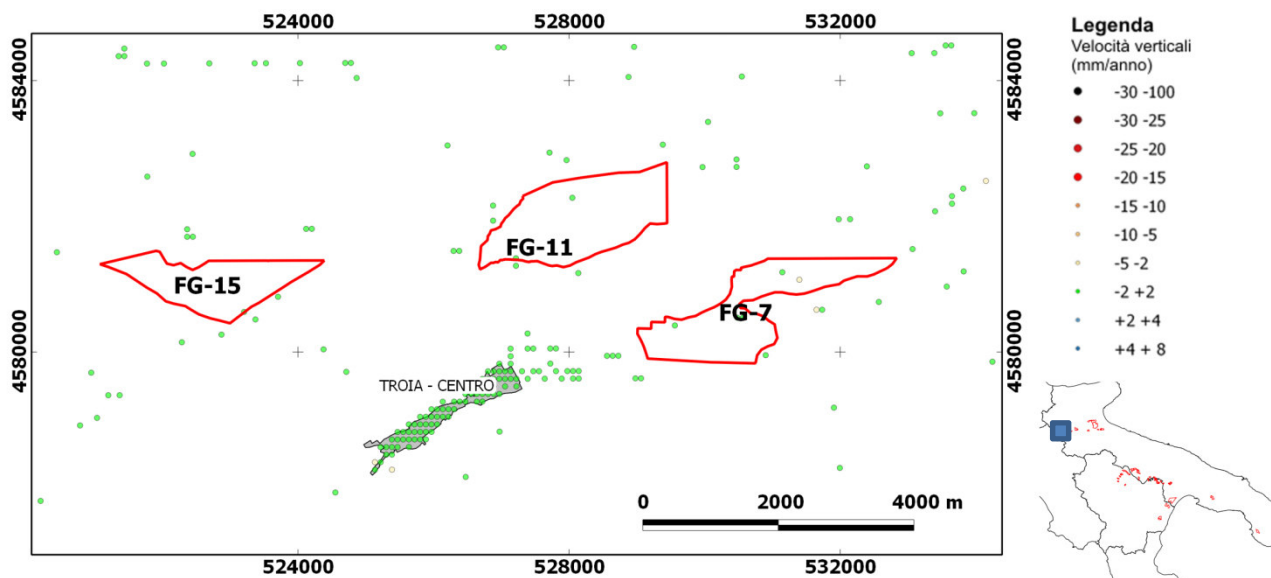


Figura 4.30. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti FG-15, FG-11 e FG-7.

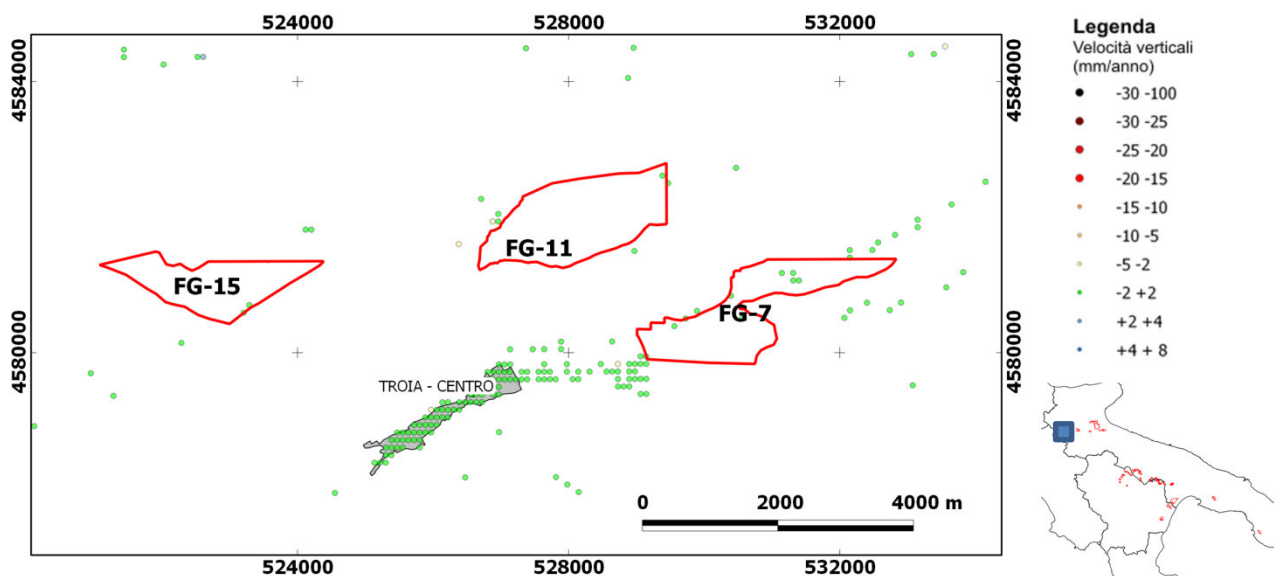


Figura 4.31. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti FG-15, FG-11 e FG-7.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

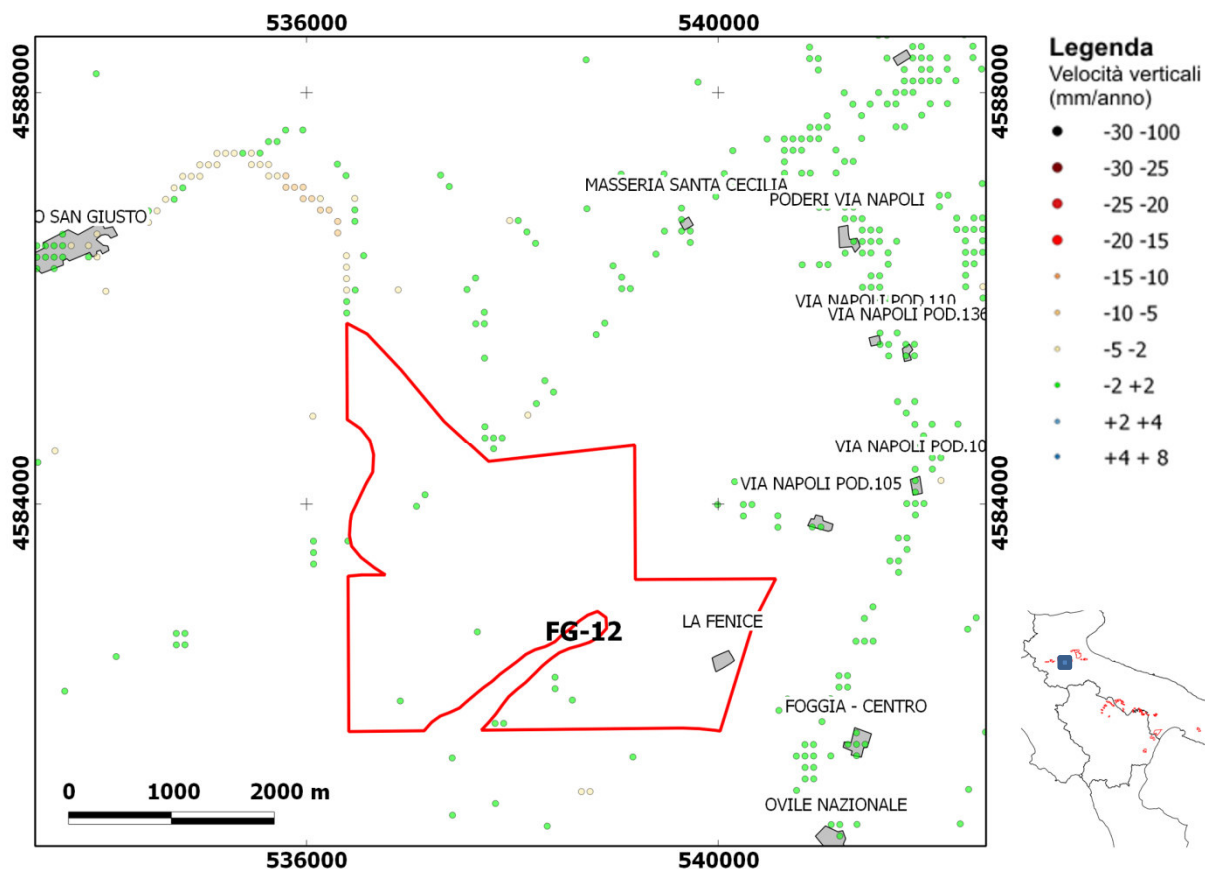


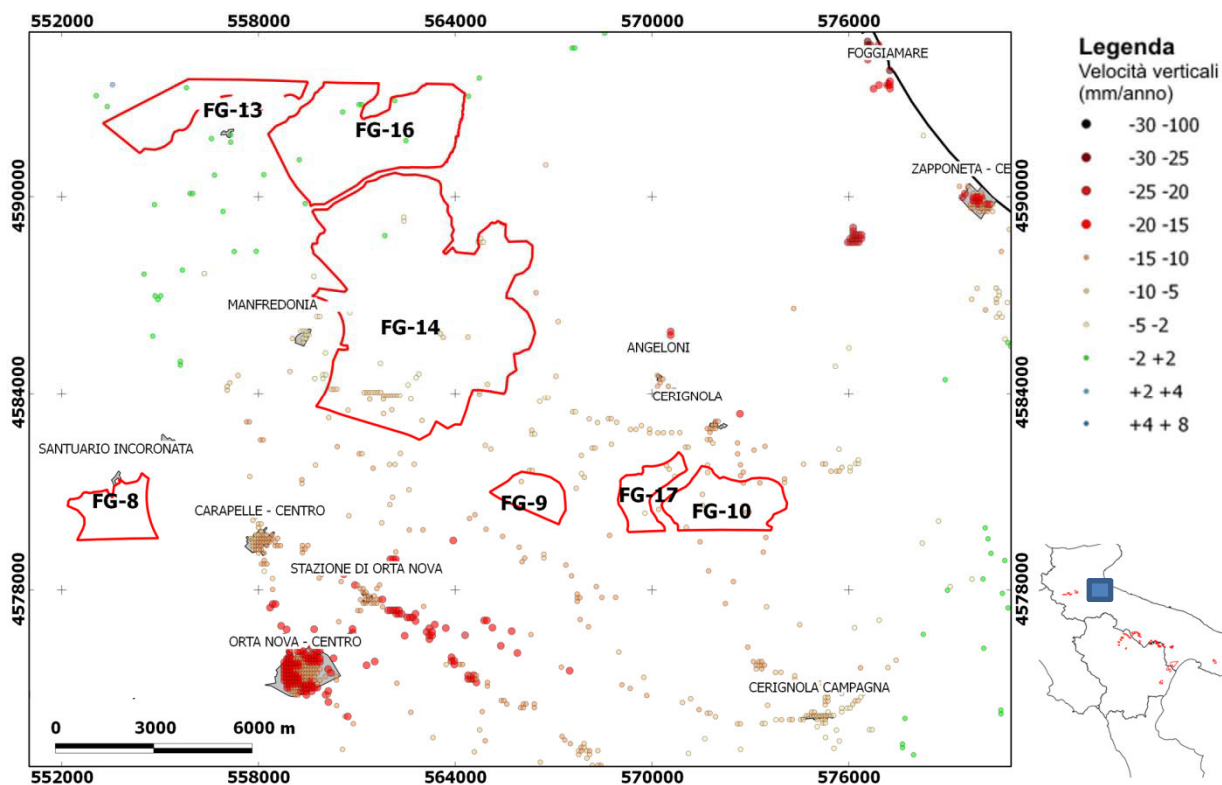
Figura 4.32. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità del sito FG-12.



## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



**Figura 4.33.** Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti FG-8, FG-13, FG-16, FG-14, FG-9, FG-17 e FG-10.

In quest'area i dati ERS evidenziano dei movimenti verticali significativi (da -10 a -20 mm/anno) che coinvolgono anche i siti FG-14, FG-9, FG-17 e FG-10. Come detto, per questi siti non è possibile procedere alla scomposizione dei dati forniti dal sensore ENVISAT in quanto l'area non risulta coperta da dati relativi all'orbita discendente. Tuttavia, in considerazione dell'entità dei fenomeni rilevati, si riporta di seguito anche la mappa degli spostamenti orientati lungo la LOS e relativi alla sola orbita ascendente del sensore ENVISAT. Nella figura si vede come anche nel periodo successivo si manifestino fenomeni di subsidenza che, attribuendo i valori di spostamento ai soli movimenti verticali, sarebbero anche accentuati rispetto a quelli mostrati dai dati ERS per il periodo precedente.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

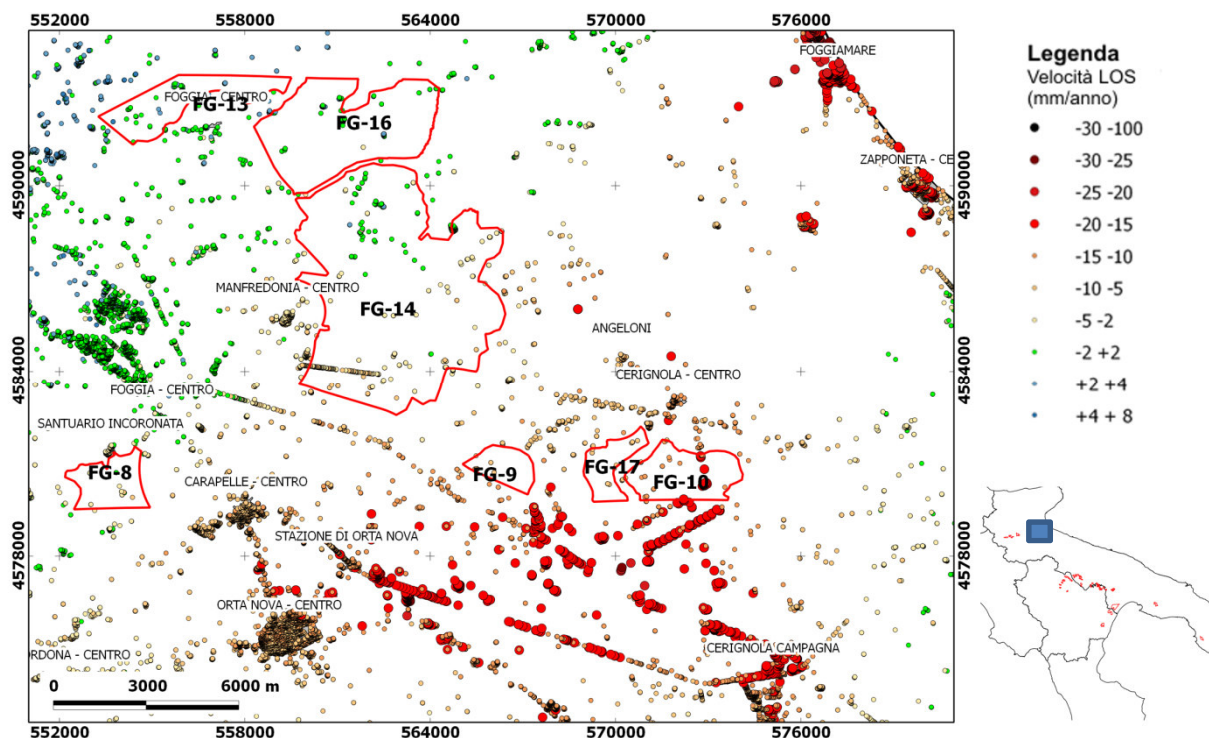


Figura 4.34. Rappresentazione dei movimenti orientati lungo la LOS ed ottenuti da dati dei sensori ENVISAT, nell'orbita ascendente, in prossimità dei siti FG-8, FG-13, FG-16, FG-14, FG-9, FG-17 e FG-10.

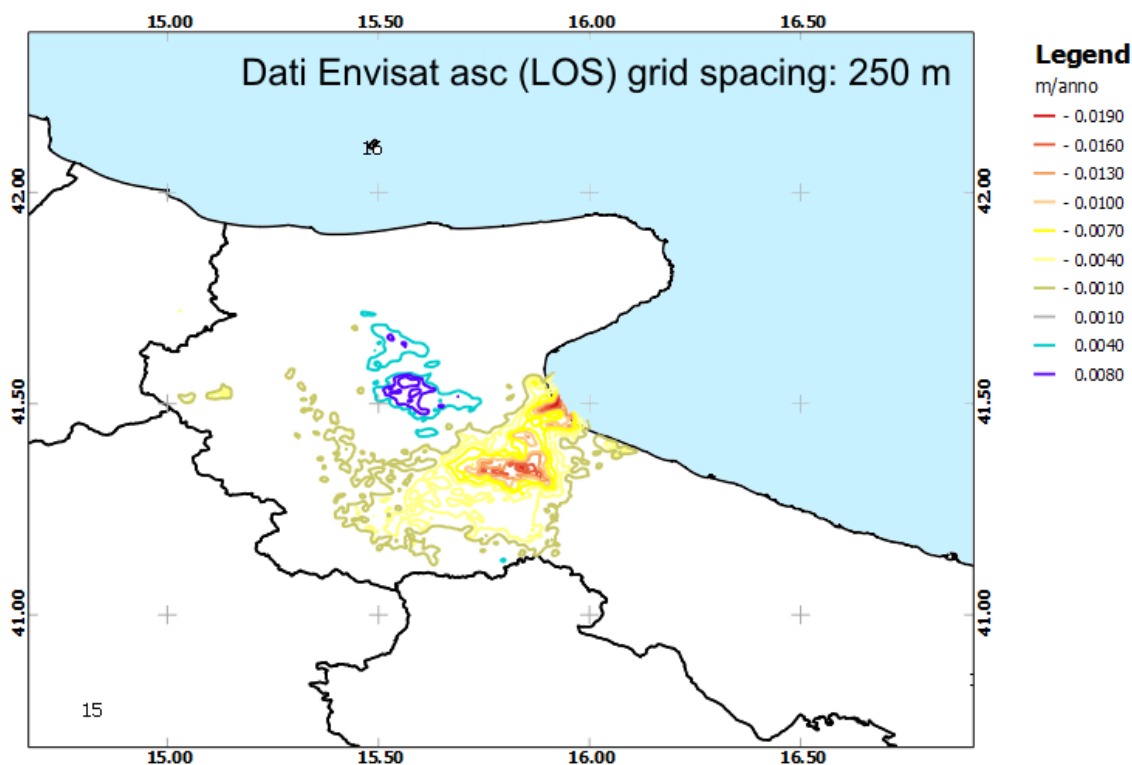


Figura 4.35. Estensione geografica dei movimenti orientati lungo la LOS ed ottenuti da dati dei sensori ENVISAT, nell'orbita ascendente, nel foggiano.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

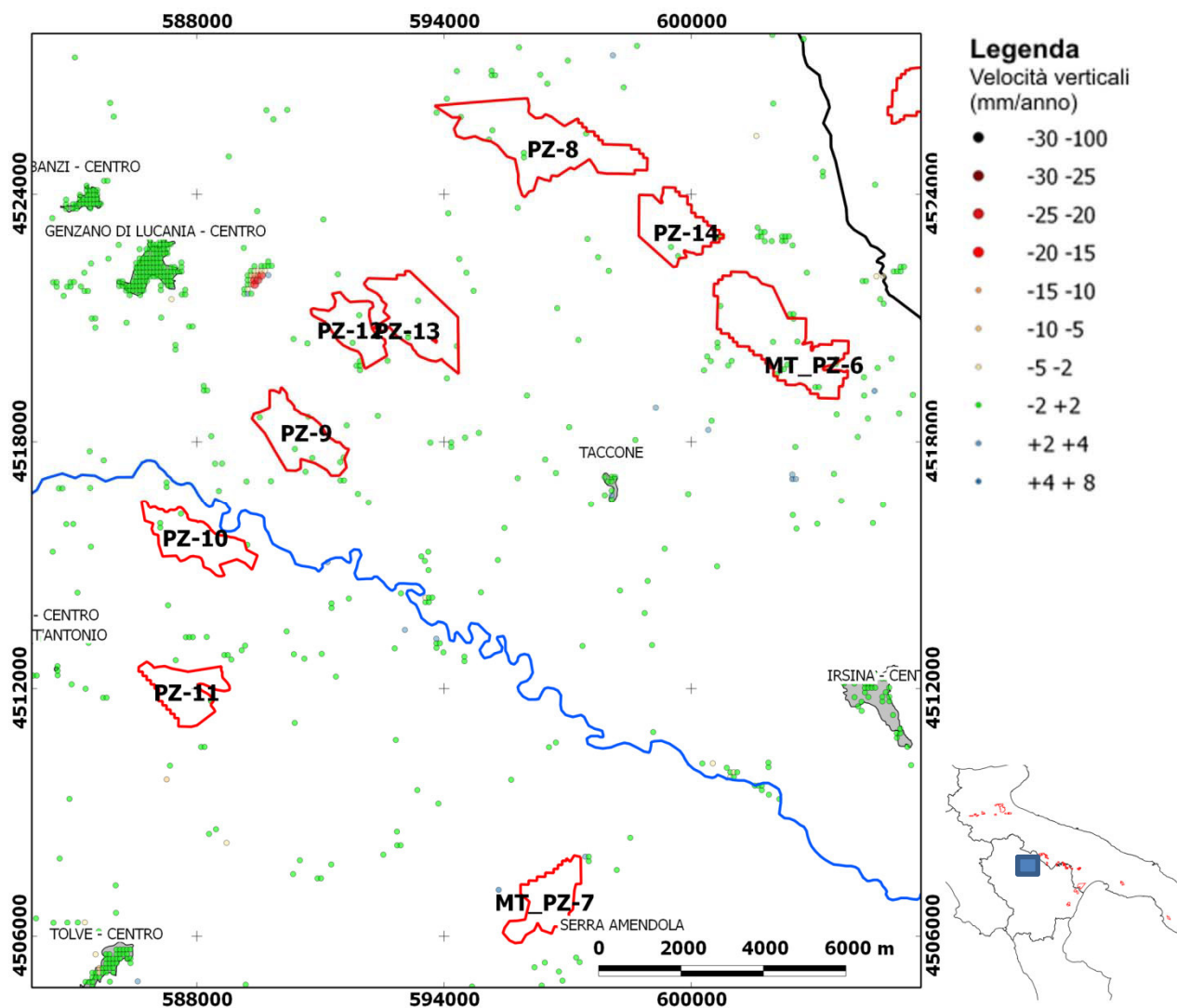


Figura 4.36. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti MT\_PZ-7, PZ-11, PZ-10, PZ-9, PZ-12, PZ-13 e MT-PZ-6.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

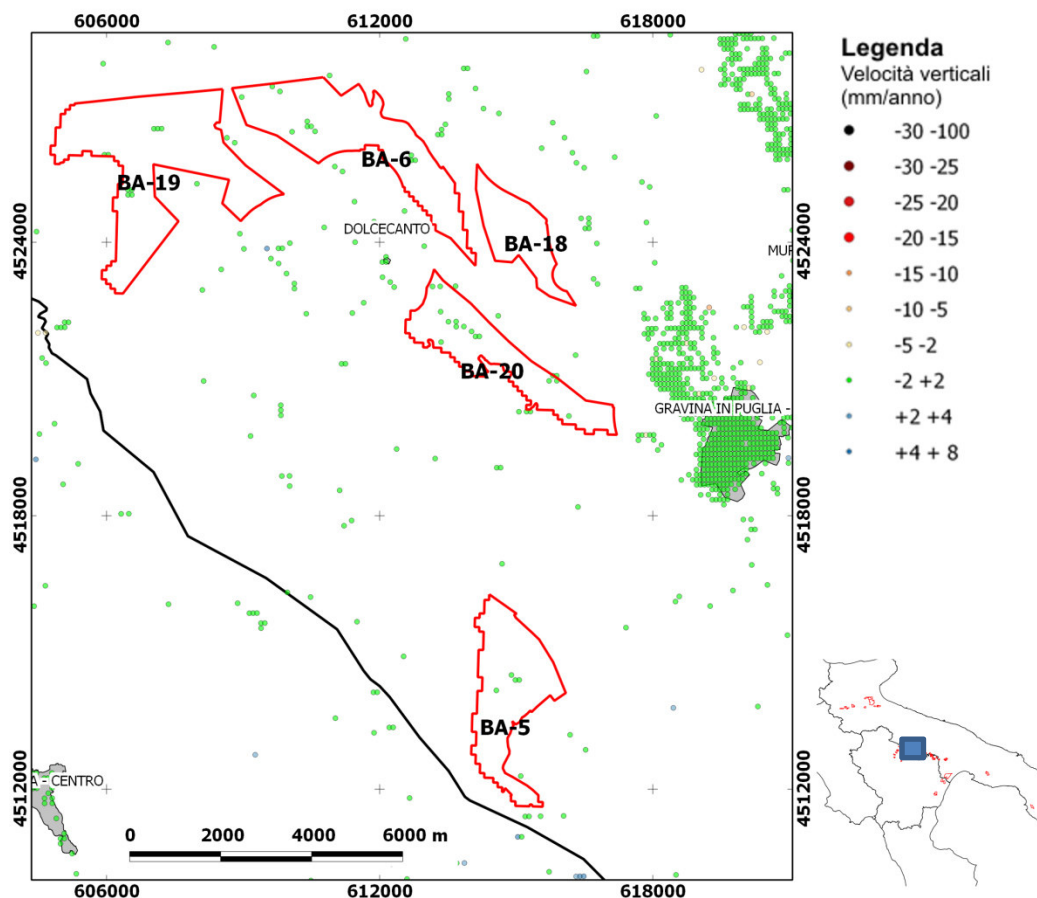


Figura 4.37. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti BA-19, BA-6, BA-18, BA-20 e BA-5.

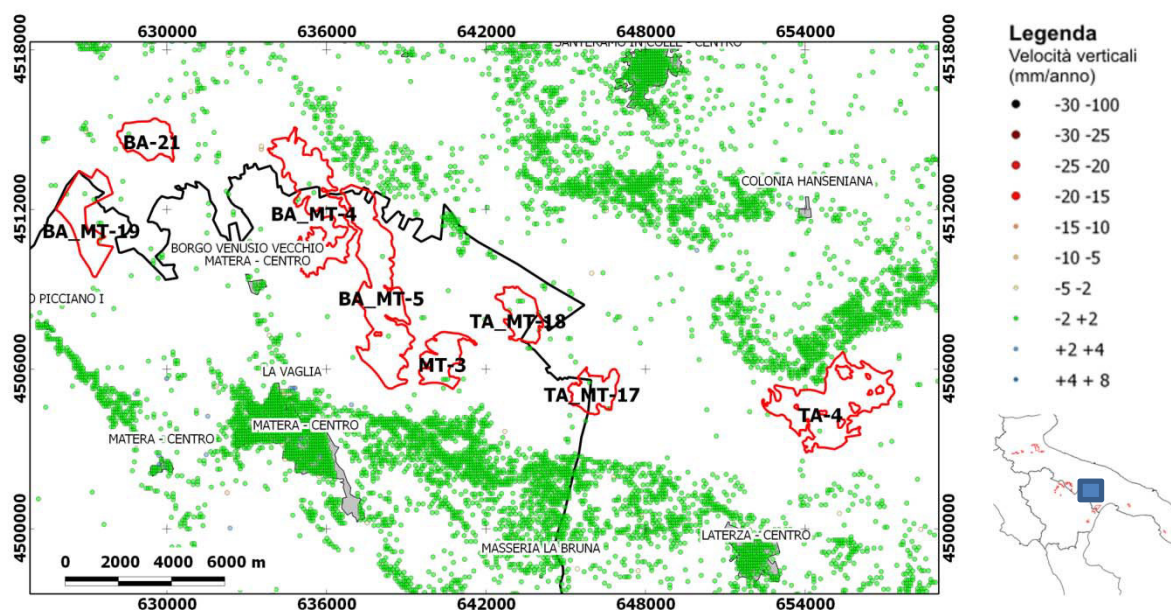


Figura 4.38. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti BA\_MT-19, BA-21, BA\_MT-4, BA\_MT-5, MT-3, TA\_MT-18, TA\_MT-17 e TA-4.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

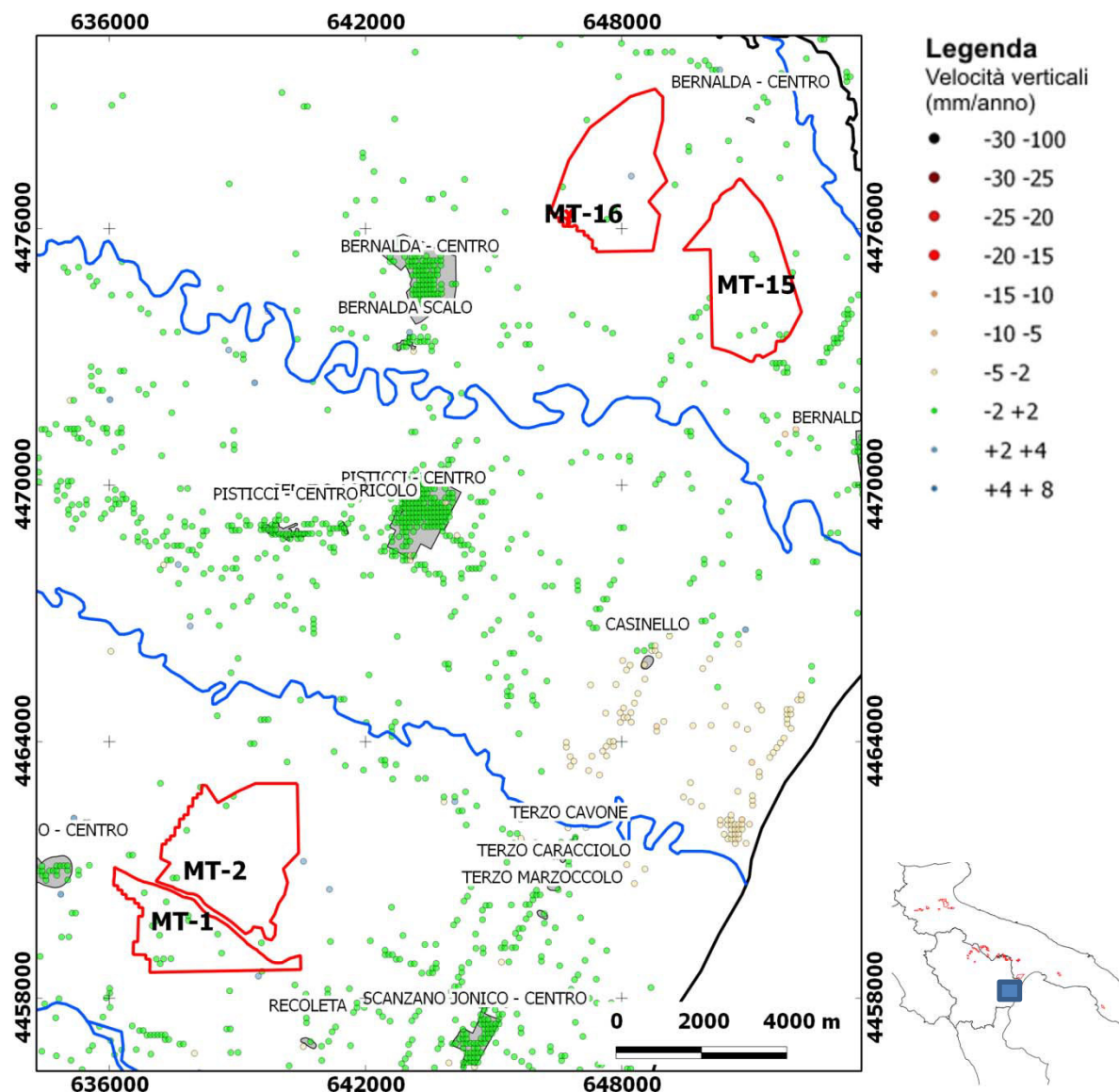


Figura 4.39. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti MT-1, MT-2, MT-15 e MT-16.

Complessivamente, fatta eccezione per il caso mostrato nelle figure 4.33, 4.34 e 4.35, l'analisi dei dati ottenuti dalla scomposizione dei dati ascendenti e discendenti dei sensori ERS ed ENVISAT non evidenzia, in genere, apprezzabili spostamenti verticali sui siti facenti parte della macro-area SUD. Inoltre, non si riscontrano movimenti orizzontali, nella componente est-ovest, che interessano i siti della macro-area SUD. Le immagini relative alla componente orizzontale degli spostamenti non sono mostrate in questa relazione. Tali valori possono essere verificati consultando il dataset digitale allegato.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

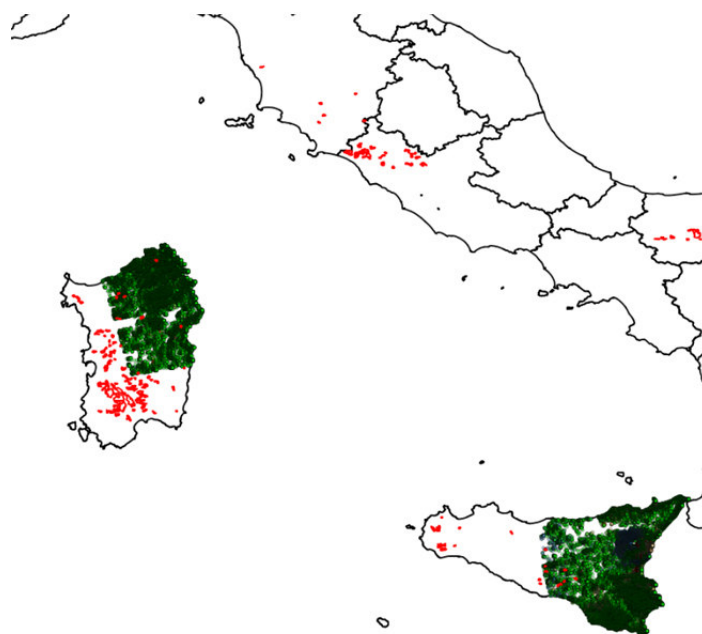


### 4.2 Macro-area ISOLE

Seguono i risultati ottenuti dalla scomposizione dei dati ascendenti e discendenti dei sensori ERS ed ENVISAT. Per le considerazioni già riportate sulla maggiore affidabilità dei risultati nella componente verticale, le mappe riportate in questa relazione riguardano i soli spostamenti rilevati in tale direzione. Ai fini della rappresentazione, a scala spaziale adeguata, di eventuali fenomeni che possono interessare i siti in esame, questi sono stati raggruppati in relazione alla reciproca vicinanza ed a comuni caratteri geografici e dell'assetto del territorio.

Nelle Fig. 4.40a e 4.40b, è riportata l'estensione geografica dei dataset ottenuti, rispettivamente, dalla scomposizione delle velocità orientate lungo la LOS fornite dal MATTM per i sensori ERS ed ENVISAT. Tale operazione è stata possibile solo in presenza della geometrie ascendente e discendente (rappresentazione cartografica UTM-ETRF89, fuso 33N).

Nella Tab. 4.4 è invece riportato l'elenco dei siti inclusi nella macro-area ISOLE (SICILIA e SARDEGNA).

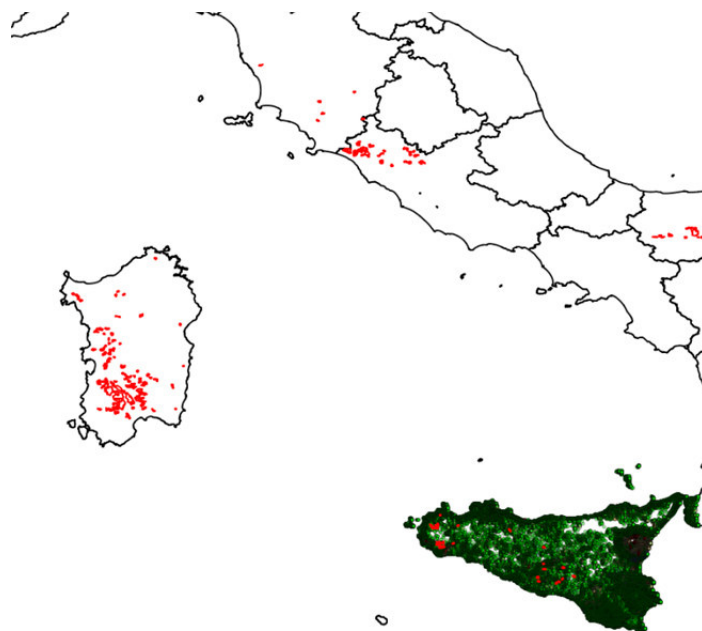


**Figura 4.40a.** Disponibilità per la macro-area ISOLE delle velocità scomposte nelle componenti verticali ed orizzontale (ovest-est) a partire da dati del sensore ERS.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



**Figura 4.40b.** Disponibilità per la macro-area ISOLE delle velocità scomposte nelle componenti verticali ed orizzontale (ovest-est) a partire da dati del sensore ENVISAT.

**Tabella 4.4.** Elenco dei siti inclusi nella macro-area ISOLE

| Regione  | Provincia       | Comune  | Codice Area |
|----------|-----------------|---|-------------|
| Sicilia  | Caltanissetta   | Butera  | CL-1        |
| Sicilia  | Caltanissetta   | Caltanissetta                                   | CL-3        |
| Sicilia  | Trapani         | Mazara del Vallo                                | TP-5        |
| Sicilia  | Trapani         | Partanna  | TP-6        |
| Sicilia  | Trapani         | Mazara del Vallo                                | TP-7        |
| Sicilia  | Trapani         | Trapani   | TP-8        |
| Sicilia  | Trapani         | Calatafimi-Segesta                              | TP-9        |
| Sicilia  | Trapani         | Trapani, Paceco                                 | TP-10       |
| Sicilia  | Trapani         | Paceco, Trapani                                 | TP-11       |
| Sicilia  | Trapani         | Trapani   | TP-13       |
| Sicilia  | Trapani         | Castelvetrano, Mazara del Vallo                 | TP-14       |
| Sicilia  | Palermo         | Petralia Sottana, Castellana Sicula             | PA-15       |
| Sicilia  | Caltanissetta   | Butera  | CL-18       |
| Sicilia  | Agrigento       | Campobello di Licata, Naro                      | AG-19       |
| Sicilia  | Agrigento       | Naro  | AG-20       |
| Sicilia  | Palermo         | Ciminna   | PA-21       |
| Sardegna | Nuoro           | Dorgali   | NU-3        |
| Sardegna | Oristano        | Bonarcado, Milis                                | OR-15       |
| Sardegna | Oristano        | Scano di Montiferro, Sagama, Magomadas, Flussio | OR-17       |
| Sardegna | Nuoro, Oristano | Borore, Scano di Montiferro                     | NU_OR-18    |
| Sardegna | Oristano        | Sagama, Tinnura, Suni                           | NU_OR-19_A  |

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



|          |                           |   |            |
|----------|---------------------------|---|------------|
| Sardegna | Oristano, Nuoro           | Sindia, Suni  | NU_OR-19_B |
| Sardegna | Cagliari                  | Siurgus Donigala, Mandas                                    | CA-31      |
| Sardegna | Cagliari                  | Mandas, Gesico  | CA-32      |
| Sardegna | Cagliari                  | Orroli  | CA-37      |
| Sardegna | Cagliari                  | Serdiana, Ussana  | CA-40_A    |
| Sardegna | Cagliari                  | Ussana, Donori  | CA-40_B    |
| Sardegna | Cagliari                  | Donori  | CA-41      |
| Sardegna | Cagliari, Medio Campidano | Villanovafranca, Guasila, Villamar                          | VS_CA-43   |
| Sardegna | Cagliari, Medio Campidano | Segariu, Guasila, Villamar                                  | CA_VS-44   |
| Sardegna | Medio Campidano           | Barumini, Pauli Arbarei, Tuili, Turri, Ussaramanna, Setzu   | VS-45      |
| Sardegna | Cagliari                  | Nurri   | CA-47      |
| Sardegna | Ogliastra                 | Lanusei, Loceri   | OG-48      |
| Sardegna | Cagliari                  | Nurallao, Nuragus   | CA-49      |
| Sardegna | Oristano                  | Villanova Truschedu, Paulilatino                            | OR-56      |
| Sardegna | Oristano                  | Villanova Truschedu, Zerfaliu, Paulilatino                  | OR-57      |
| Sardegna | Oristano                  | Siapiccia   | OR-58      |
| Sardegna | Oristano                  | Assolo, Villa Sant'Antonio, Senis                           | OR-59      |
| Sardegna | Oristano                  | Assolo, Usellus, Mogorella, Albagiara                       | OR-60      |
| Sardegna | Oristano                  | Albagiara, Usellus  | OR-61      |
| Sardegna | Cagliari                  | Gergei  | CA-64      |
| Sardegna | Oristano, Medio Campidano | Baradili, Turri, Setzu, Genuri, Sini                        | OR_VS-65   |
| Sardegna | Cagliari                  | Nuraminis, Samatzai, Monastir, Ussana                       | CA-73_A    |
| Sardegna | Cagliari                  | Samatzai  | CA-73_B    |
| Sardegna | Cagliari                  | Barrali, Senorbý, Guasila, Ortacesus, Guamaggiore, Pimentel | CA-73_C    |
| Sardegna | Cagliari, Medio Campidano | Guasila, Segariu  | CA_VS-74   |
| Sardegna | Cagliari                  | Ortacesus, Selegas, Suelli, Senorbý, Guamaggiore            | CA-75      |
| Sardegna | Medio Campidano           | Furtei, Segariu   | VS-76      |
| Sardegna | Medio Campidano           | Las Plassas, Villamar, Pauli Arbarei                        | VS-77      |
| Sardegna | Medio Campidano           | Furtei, Sanluri   | VS-78      |
| Sardegna | Oristano                  | Boroneddu, Ghilarza   | OR-84      |

Come si può notare non tutti i siti sono coperti dal dataset scomposto. In particolare i siti localizzati in Sicilia denominati TP-10, TP-11, TP-13, TP-8, TP-9, TP-7, TP-14, TP-5, TP-6, PA-21, PA-15, AG-19 e AG-20 restano esclusi dall'area coperta dal dataset scomposto relativo al sensore ERS. Inoltre, il sito PA-21 non presenta informazioni per il dataset ENVISAT scomposto. La Sardegna è praticamente sprovvista, nelle aree di interesse, di dataset scomposti di entrambi i sensori. L'unica eccezione è rappresentata dal sito denominato NU-3, posto nel settore nord-orientale, coperto dal dataset scomposto relativo al sensore ERS. Nelle successive figure (Fig. 4.41 – 4.49) compaiono le mappe relative ai siti per i quali sono disponibili informazioni, dopo il loro raggruppamento su base geografica (rappresentazione cartografica UTM-ETRF89,



## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



fuso 33N per la Sicilia e 32N per la Sardegna). Le prime mappe riguardano i siti appartenenti alla Regione Sicilia.

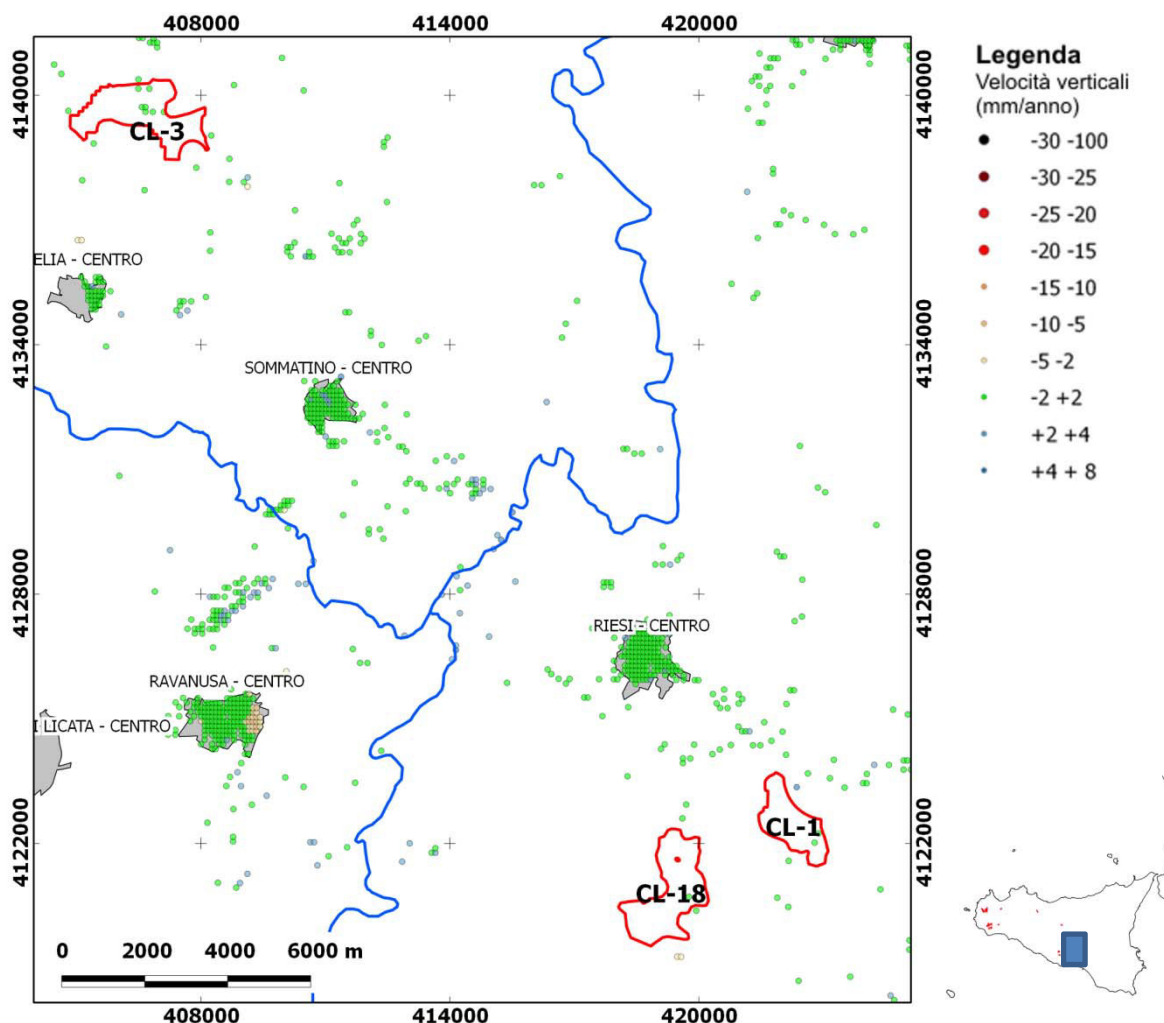


Figura 4.41. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità dei siti CL-3, CL-1, e CL-18.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

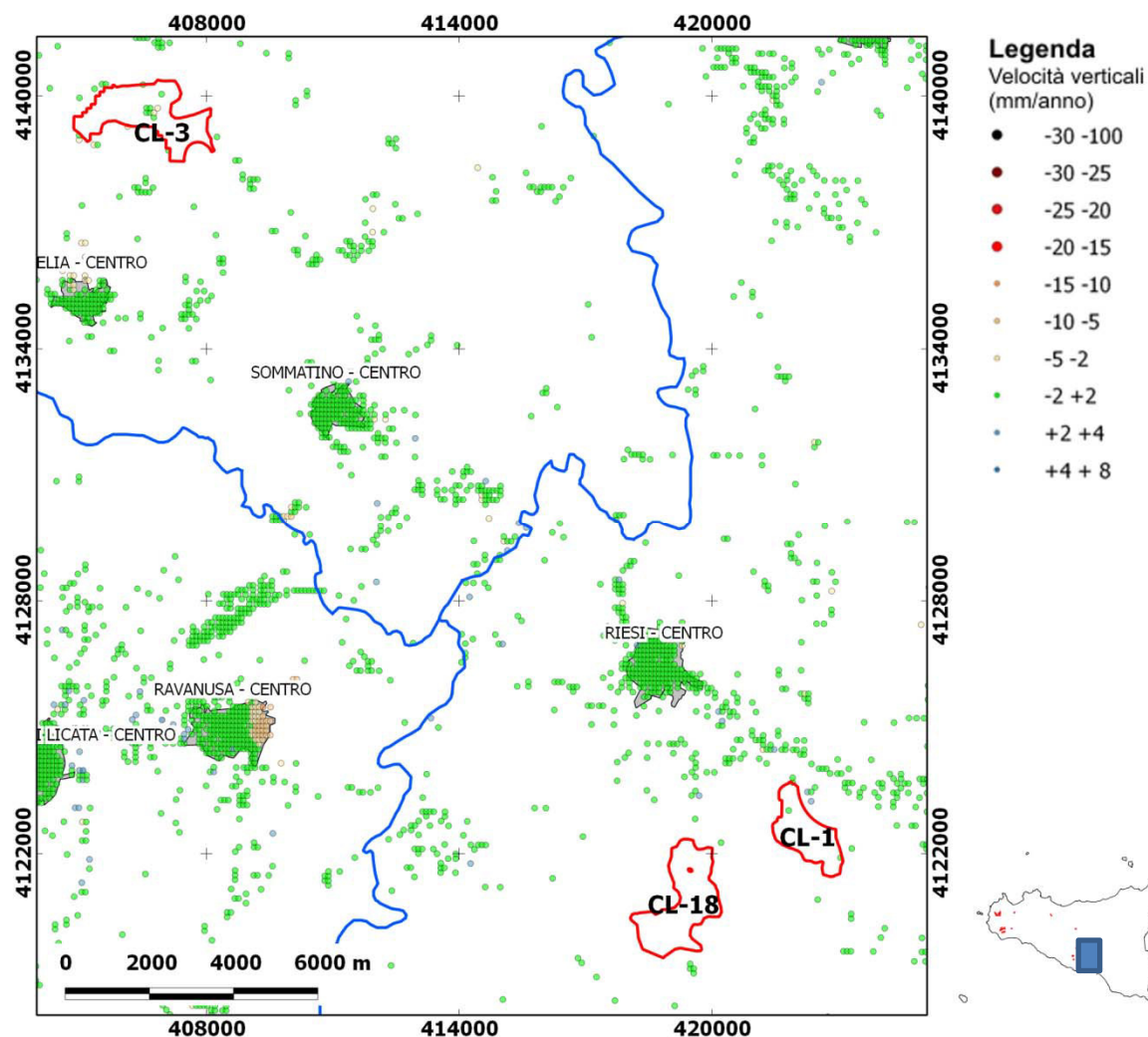


Figura 4.42. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti CL-3, CL-1, e CL-18.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

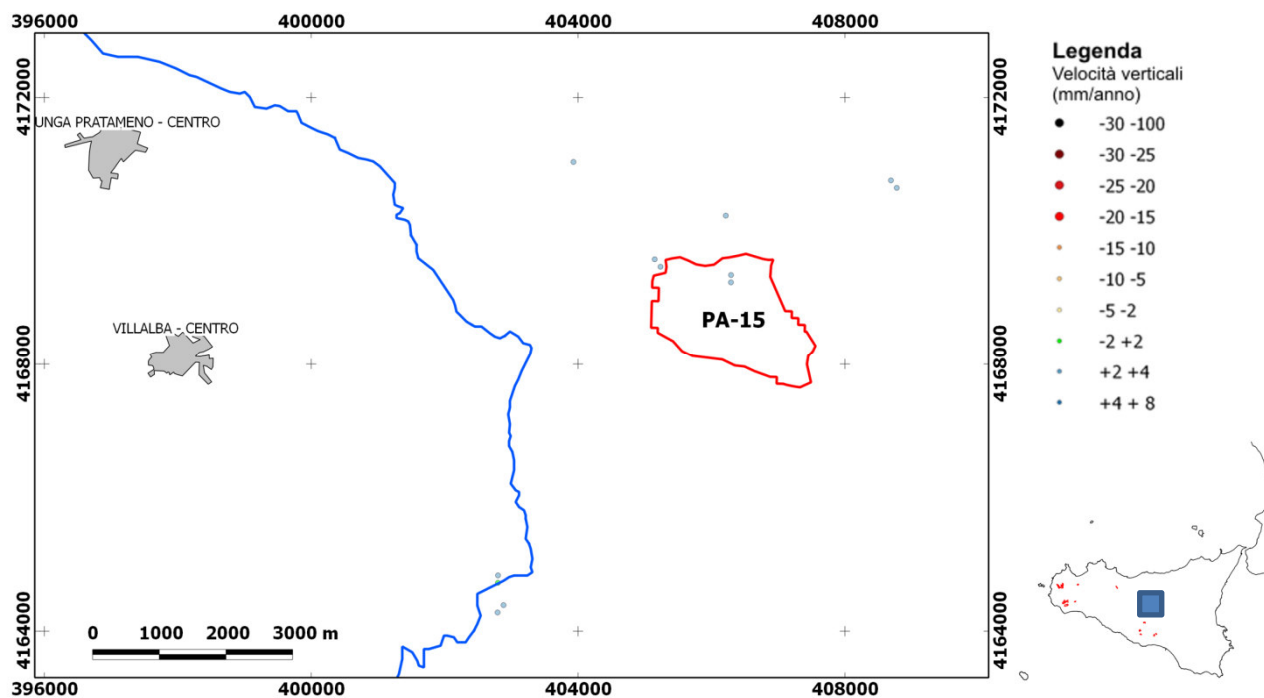


Figura 4.43. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità del sito PA-15.

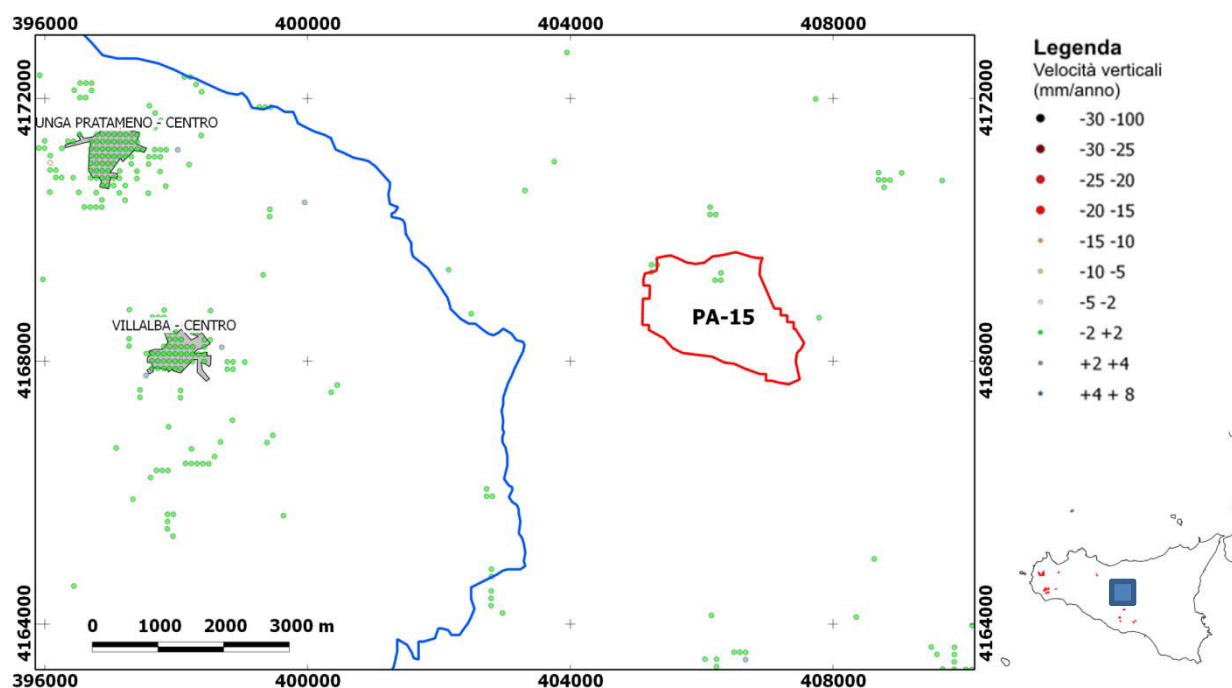


Figura 4.44. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità del sito PA-15.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

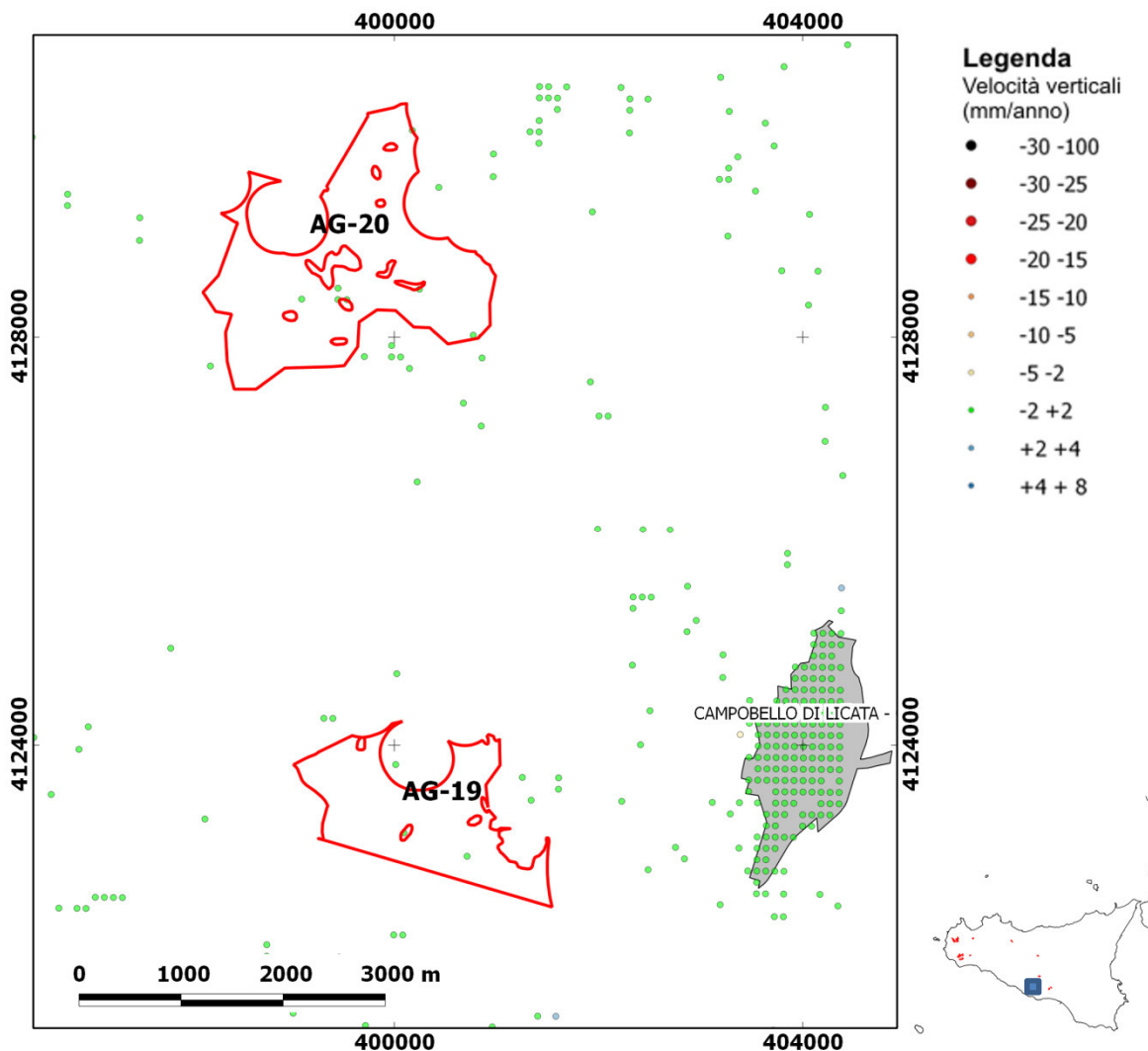


Figura 4.45. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti AG-19 e AG-20.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

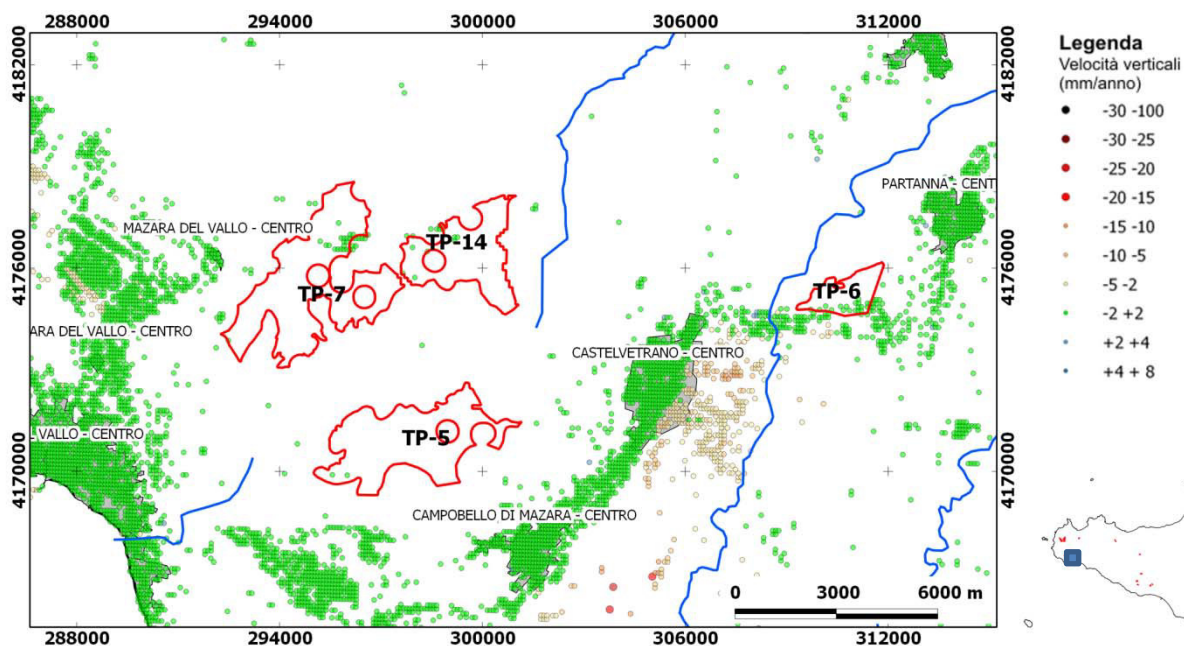


Figura 4.46. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti TP-5, TP-6, TP-7 e TP-14.

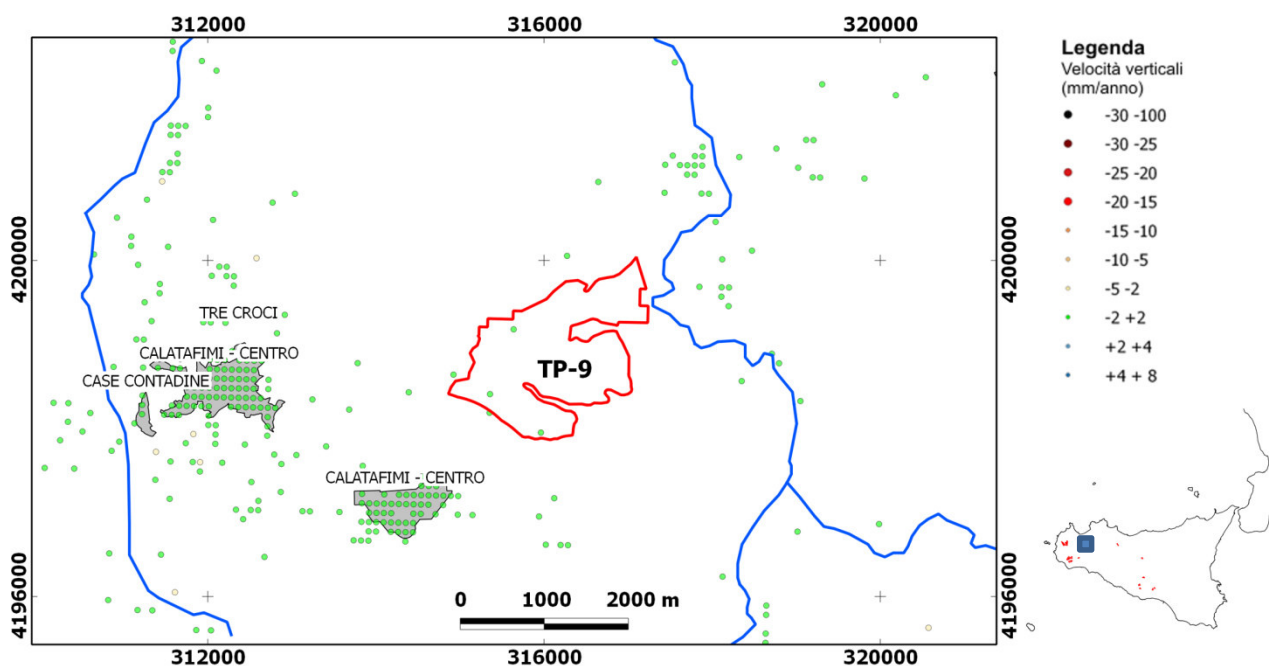


Figura 4.47. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità del sito TP-9.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01

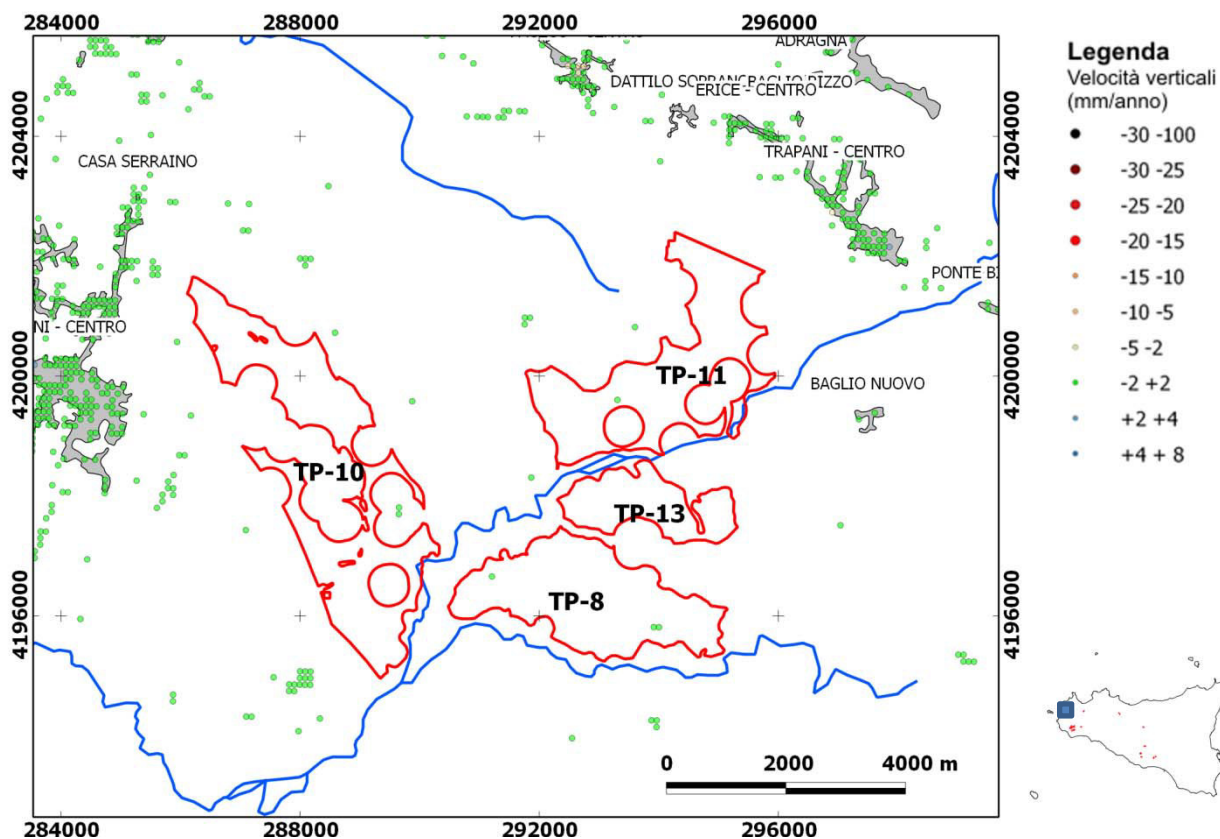


Figura 4.48. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ENVISAT in prossimità dei siti TP-10, TP-8, TP-13 e TP-11.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



Seguono le prime mappe che riguardano i siti appartenenti alla Regione Sardegna. Come già specificato, solo il sito denominato NU-3, posto nel settore nord-orientale, risulta coperto dal dataset scomposto, in particolare, quello ottenuto da dati del sensore ERS. Di questo si riporta la mappa degli spostamenti.

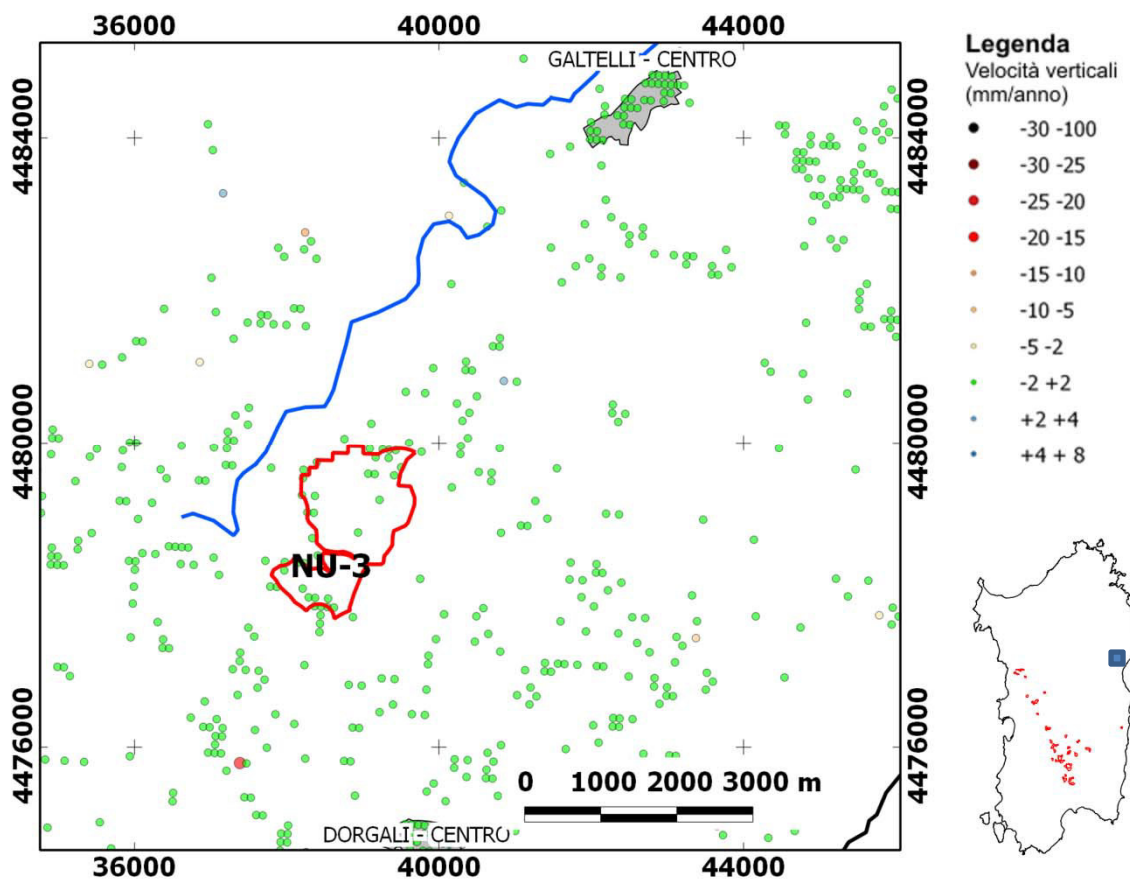


Figura 4.49. Rappresentazione dei movimenti verticali ottenuti dopo scomposizione delle velocità ERS in prossimità del sito NU-3.

L'analisi dei dati ottenuti dalla scomposizione dei dati ascendenti e discendenti dei sensori ERS ed ENVISAT non evidenzia apprezzabili spostamenti verticali su nessuno dei siti facenti parti della macro-area ISOLE. Lo stesso si può affermare per i movimenti orizzontali nella componente est-ovest. Le immagini relative alla componente orizzontale degli spostamenti non sono mostrate in questa relazione. Tali valori possono essere verificati consultando il dataset digitale allegato.

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



### 5. Elenco delle figure e tabelle

|  |    |
|--|----|
| <b>FIGURA 2.1.</b> GEOMETRIA DI ACQUISIZIONE PER SENSORI RADAR SATELLITARI. ....   | 5  |
| <b>FIGURA 2.2.</b> SENSORI RADAR SATELLITARI IN GRADO DI FORNIRE DATI UTILI PER LA TECNICA PSI.....  | 6  |
| <b>FIGURA 2.3.</b> LE DUE GEOMETRIE DI ACQUISIZIONE SATELLITARI. ....  | 7  |
| <b>FIGURA 2.4.</b> RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLA BASE TEORICA DELLA TECNICA PS-INSAR™ [WEB PAGE: TRE, TELERILEVAMENTO EUROPA].....   | 8  |
| <b>FIGURA 2.5.</b> RAPPRESENTAZIONE DELLE COMPONENTI DI UNO SPOSTAMENTO REALE, VERTICALE O ORIZZONTALE (VETTORE ROSSO), RILEVATE LUNGO LE DIREZIONI LOS ASCENDENTI (VETTORE BLU) E DISCENDENTI (VETTORE GIALLA)..... | 9  |
| <b>FIGURA 2.6.</b> SCOMPOSIZIONE VETTORIALE PER UN MOVIMENTO SUB-ORIZZONTALE (VETTORE VERDE) ED EQUAZIONI UTILI. ....  | 10 |
| <b>FIGURA 3.1.</b> CLUSTER DI DATI DI SPOSTAMENTO DISPONIBILI: A) ERS ASCENDENTI; B) ERS DISCENDENTI; C) ENVISAT ASCENDENTI; D) ENVISAT DISCENDENTI. ....  | 11 |
| <b>FIGURA 3.2.</b> RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLE GRIGLIE (SOVRAPPOSTE) CREATE PER IL RICAMPIONAMENTO DEI PS ASCENDENTI (ROSSO) E DISCENDENTI (BLU). ....   | 16 |
| <b>FIGURA 3.3.</b> DETERMINAZIONE DEI BARICENTRI DELLE CELLE IN CUI SONO PRESENTI SOLO PS ASCENDENTI (ROSSO), DISCENDENTI (BLU), ED ENTRAMBE LE TIPOLOGIE DI DATO (MAGENTA). ....                                    | 17 |
| <b>FIGURA 4.1A.</b> DISPONIBILITÀ PER LA MACRO-AREA NORD DELLE VELOCITÀ SCOMPOSTE NELLE COMPONENTI VERTICALI ED ORIZZONTALE (OVEST-EST) A PARTIRE DA DATI DEL SENSORE ERS. ....                                      | 18 |
| <b>FIGURA 4.1B.</b> DISPONIBILITÀ PER LA MACRO-AREA NORD DELLE VELOCITÀ SCOMPOSTE NELLE COMPONENTI VERTICALI ED ORIZZONTALE (OVEST-EST) A PARTIRE DA DATI DEL SENSORE ENVISAT. ....                                  | 19 |
| <b>FIGURA 4.2.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI TO-5 E TO-6.....   | 20 |
| <b>FIGURA 4.3.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI TO-5 E TO-6. ....  | 20 |
| <b>FIGURA 4.4.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI TO-7 E TO_CN-4. ....   | 21 |
| <b>FIGURA 4.5.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI TO-7 E TO_CN-4.....  | 22 |
| <b>FIGURA 4.6.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI TO-11 E TO-10.....   | 23 |
| <b>FIGURA 4.7.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI TO-11 E TO-10. ....  | 23 |
| <b>FIGURA 4.8.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI AL-8, AL-9 E AL-14. ....   | 24 |
| <b>FIGURA 4.9.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI AL-8, AL-9 E AL-14.....  | 25 |
| <b>FIGURA 4.10.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI AL-1, AL-2, AL-12 E AL-13. ....   | 26 |



## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURA 4.11.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI AL-1, AL-2, AL-12 E AL-13.....   | 27 |
| <b>FIGURA 4.12.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI PC-2 E PC-4.....   | 28 |
| <b>FIGURA 4.13.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI PC-2 E PC-4.....   | 29 |
| <b>FIGURA 4.14.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI PC-1 E PC-3.....   | 30 |
| <b>FIGURA 4.15.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI PC-1 E PC-3.....   | 30 |
| <b>FIGURA 4.16A.</b> DISPONIBILITÀ PER LA MACRO-AREA CENTRO DELLE VELOCITÀ SCOMPOSTE NELLE COMPONENTI VERTICALI ED ORIZZONTALE (OVEST-EST) A PARTIRE DA DATI DEL SENSORE ERS.....   | 31 |
| <b>FIGURA 4.16B.</b> DISPONIBILITÀ PER LA MACRO-AREA CENTRO DELLE VELOCITÀ SCOMPOSTE NELLE COMPONENTI VERTICALI ED ORIZZONTALE (OVEST-EST) A PARTIRE DA DATI DEL SENSORE ENVISAT.....   | 32 |
| <b>FIGURA 4.17.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI GR-1, GR-2 E GR-4.....   | 34 |
| <b>FIGURA 4.18.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEL SITO SI-5.....  | 35 |
| <b>FIGURA 4.19.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEL SITO SI-5.....  | 35 |
| <b>FIGURA 4.20.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEL SITO VT-35.....   | 36 |
| <b>FIGURA 4.21.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEL SITO VT-35.....   | 36 |
| <b>FIGURA 4.22.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI VT-29, VT-9, VT-36, VT-8, VT-7, VT-24, VT-27, VT-34, VT-26, VT-33, VT-32, VT-25, VT-28, VT-23..... | 37 |
| <b>FIGURA 4.23.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI VT-30 E VT-31.....   | 38 |
| <b>FIGURA 4.24.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI VT-30 E VT-31.....   | 38 |
| <b>FIGURA 4.25.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI VT-18, VT-4, VT-3, VT-2, E VT-1.....   | 39 |
| <b>FIGURA 4.26.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI VT-18, VT-4, VT-3, VT-2, E VT-1.....   | 40 |
| <b>FIGURA 4.27.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI VT-10, VT-19, VT-11, VT-20, VT-17, VT-12, VT-15, VT-16, VT-14, VT-13, VT-22 E VT-21.....               | 41 |
| <b>FIGURA 4.28.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI VT-10, VT-19, VT-11, VT-20, VT-17, VT-12, VT-15, VT-16, VT-14, VT-13, VT-22 E VT-21.....           | 42 |

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



|  |    |
|--|----|
| <b>FIGURA 4.29A.</b> DISPONIBILITÀ PER LA MACRO-AREA CENTRO DELLE VELOCITÀ SCOMPOSTE NELLE COMPONENTI VERTICALI ED ORIZZONTALE (OVEST-EST) A PARTIRE DA DATI DEL SENSORE ERS. ....                                     | 43 |
| <b>FIGURA 4.29B.</b> DISPONIBILITÀ PER LA MACRO-AREA CENTRO DELLE VELOCITÀ SCOMPOSTE NELLE COMPONENTI VERTICALI ED ORIZZONTALE (OVEST-EST) A PARTIRE DA DATI DEL SENSORE ENVISAT. ....                                 | 44 |
| <b>FIGURA 4.30.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI FG-15, FG-11 E FG-7. ....   | 46 |
| <b>FIGURA 4.31.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI FG-15, FG-11 E FG-7. ....   | 46 |
| <b>FIGURA 4.32.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEL SITO FG-12. ....   | 47 |
| <b>FIGURA 4.33.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI FG-8, FG-13, FG-16, FG-14, FG-9, FG-17 E FG-10. ....                                | 48 |
| <b>FIGURA 4.34.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI ORIENTATI LUNGO LA LOS ED OTTENUTI DA DATI DEI SENSORI ENVISAT, NELL'ORBITA ASCENDENTE, IN PROSSIMITÀ DEI SITI FG-8, FG-13, FG-16, FG-14, FG-9, FG-17 E FG-10. .... | 49 |
| <b>FIGURA 4.35.</b> ESTENSIONE GEOGRAFICA DEI MOVIMENTI ORIENTATI LUNGO LA LOS ED OTTENUTI DA DATI DEI SENSORI ENVISAT, NELL'ORBITA ASCENDENTE, NEL FOGGIANO. ....   | 49 |
| <b>FIGURA 4.36.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI MT_PZ-7, PZ-11, PZ-10, PZ-9, PZ-12, PZ-13 E MT-PZ-6. ....                           | 50 |
| <b>FIGURA 4.37.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI BA-19, BA-6, BA-18, BA-20 E BA-5. ....  | 51 |
| <b>FIGURA 4.38.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI BA_MT-19, BA-21, BA_MT-4, BA_MT-5, MT-3, TA_MT-18, TA_MT-17 E TA-4. ....            | 51 |
| <b>FIGURA 4.39.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI MT-1, MT-2, MT-15 E MT-16. ....   | 52 |
| <b>FIGURA 4.40A.</b> DISPONIBILITÀ PER LA MACRO-AREA ISOLE DELLE VELOCITÀ SCOMPOSTE NELLE COMPONENTI VERTICALI ED ORIZZONTALE (OVEST-EST) A PARTIRE DA DATI DEL SENSORE ERS. ....                                      | 53 |
| <b>FIGURA 4.40B.</b> DISPONIBILITÀ PER LA MACRO-AREA ISOLE DELLE VELOCITÀ SCOMPOSTE NELLE COMPONENTI VERTICALI ED ORIZZONTALE (OVEST-EST) A PARTIRE DA DATI DEL SENSORE ENVISAT. ....                                  | 54 |
| <b>FIGURA 4.41.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEI SITI CL-3, CL-1, E CL-18. ....   | 56 |
| <b>FIGURA 4.42.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI CL-3, CL-1, E CL-18. ....   | 57 |
| <b>FIGURA 4.43.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEL SITO PA-15. ....   | 58 |
| <b>FIGURA 4.44.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEL SITO PA-15. ....   | 58 |
| <b>FIGURA 4.45.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI AG-19 E AG-20. ....   | 59 |

## Relazione Tecnica

Creazione di un database geografico per la gestione dell'archivio relativo agli spostamenti superficiali ottenuti da dati radar-satellitari mediante analisi dei Permanent Scatterers (PS) in relazione all'applicazione del criterio ISPRA CA2

ELABORATO  
DN GS 00101  
REVISIONE  
01



|  |    |
|--|----|
| <b>FIGURA 4.46.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI TP-5, TP-6, TP-7 E TP-14.....   | 60 |
| <b>FIGURA 4.47.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEL SITO TP-9. ....                      | 60 |
| <b>FIGURA 4.48.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ENVISAT IN PROSSIMITÀ DEI SITI TP-10, TP-8, TP-13 E TP-11..... | 61 |
| <b>FIGURA 4.49.</b> RAPPRESENTAZIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI OTTENUTI DOPO SCOMPOSIZIONE DELLE VELOCITÀ ERS IN PROSSIMITÀ DEL SITO NU-3.....                           | 62 |
| <a href="#">TABELLA 3.1. ELENCO DEI CLUSTER DISPONIBILI SUDDIVISI PER SENSORE ED ORBITA.</a> ....  | 12 |
| <a href="#">TABELLA 4.1. ELENCO DEI SITI INCLUSI NELLA MACRO-AREA NORD</a> .....   | 19 |
| <a href="#">TABELLA 4.2. ELENCO DEI SITI INCLUSI NELLA MACRO-AREA CENTRO</a> .....   | 32 |
| <a href="#">TABELLA 4.3. ELENCO DEI SITI INCLUSI NELLA MACRO-AREA SUD</a> .....  | 44 |
| <a href="#">TABELLA 4.4. ELENCO DEI SITI INCLUSI NELLA MACRO-AREA ISOLE</a> .....  | 54 |

## 6. Dati allegati

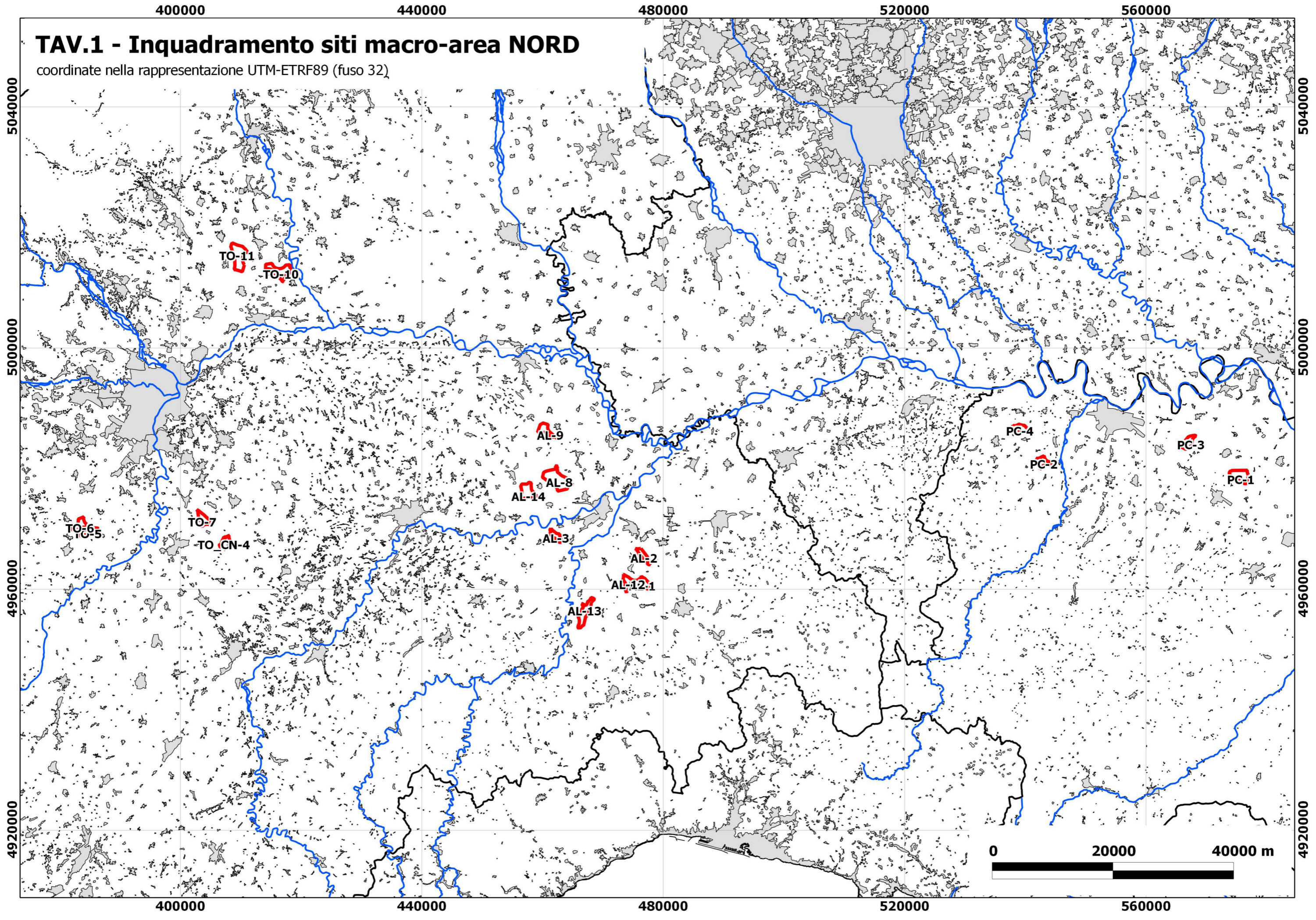
Alla presente relazione sono allegati i file vettoriali in formato shape contenenti il dataset geografico dei PS e delle relative velocità scomposte nelle componenti verticali ed orizzontali (nella sola direzione est-ovest). I dataset sono suddivisi per sensore e macro-area: NORD, CENTRO, SUD e ISOLE.

Si allegano i seguenti file nel formato shp:

| Nome file              | Contenuto   |
|------------------------|---|
| nord_ENVISAT.shp       | Dataset scomposto del sensore ENVISAT – macroarea NORD                      |
| nord_ERS.shp           | Dataset scomposto del sensore ERS – macroarea NORD                          |
| centro_ENVISAT.shp     | Dataset scomposto del sensore ENVISAT – macroarea CENTRO                    |
| centro_ERS.shp         | Dataset scomposto del sensore ERS – macroarea CENTRO                        |
| sud_ENVISAT.shp        | Dataset scomposto del sensore ENVISAT – macroarea SUD                       |
| sud_ERS.shp            | Dataset scomposto del sensore ERS – macroarea SUD                           |
| isole_ENVISAT.shp      | Dataset scomposto del sensore ENVISAT – macroarea ISOLE                     |
| isole_ERS.shp          | Dataset scomposto del sensore ERS – macroarea ISOLE                         |
| palette_PS_Est.qml     | palette per la visualizzazione delle velocità orizzontali in QGIS           |
| palette_PS_Up.qml      | palette per la visualizzazione delle velocità verticali in QGIS             |
| PS - Envisat_Orizz.lyr | palette per la visualizzazione delle velocità orizzontali Envisat in ArcMap |
| PS - Envisat_Vert.lyr  | palette per la visualizzazione delle velocità verticali Envisat in ArcMap   |
| PS - ERS_Orizz.lyr     | palette per la visualizzazione delle velocità orizzontali ERS in ArcMap     |
| PS - ERS_Vert.lyr      | palette per la visualizzazione delle velocità verticali ERS in ArcMap       |

# TAV.1 - Inquadramento siti macro-area NORD

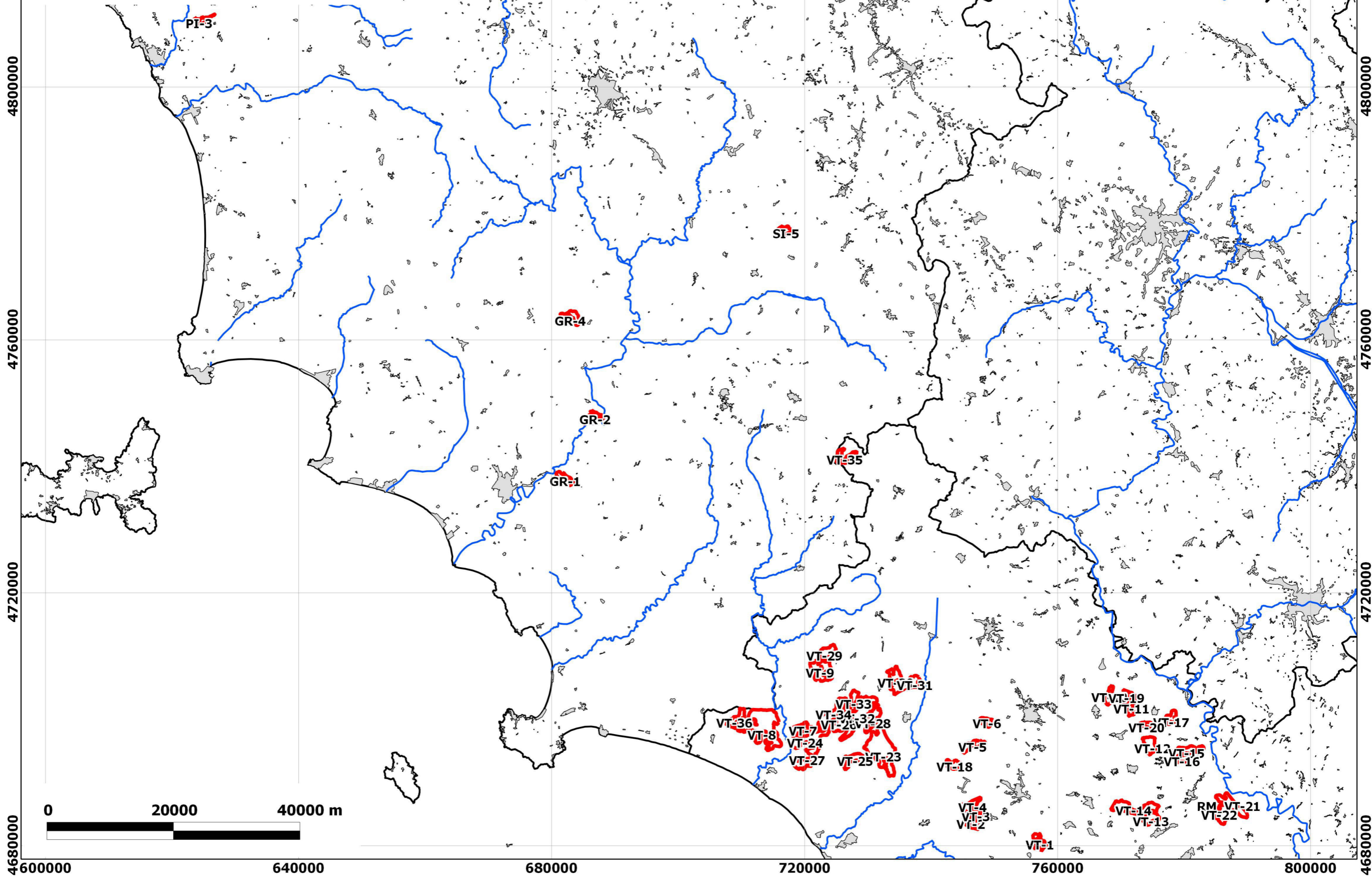
coordinate nella rappresentazione UTM-ETRF89 (fuso 32)



600000 640000 680000 720000 760000 800000

# TAV.2 - Inquadramento siti macro-area CENTRO

coordinate nella rappresentazione UTM-ETRF89 (fuso 32)



4680000 600000 640000 680000 720000 760000 800000 4680000

520000 560000 600000 640000 680000 720000

# TAV.4 - Inquadramento siti macro-area SUD

coordinate nella rappresentazione UTM-ETRF89 (fuso 33)



4560000

4560000

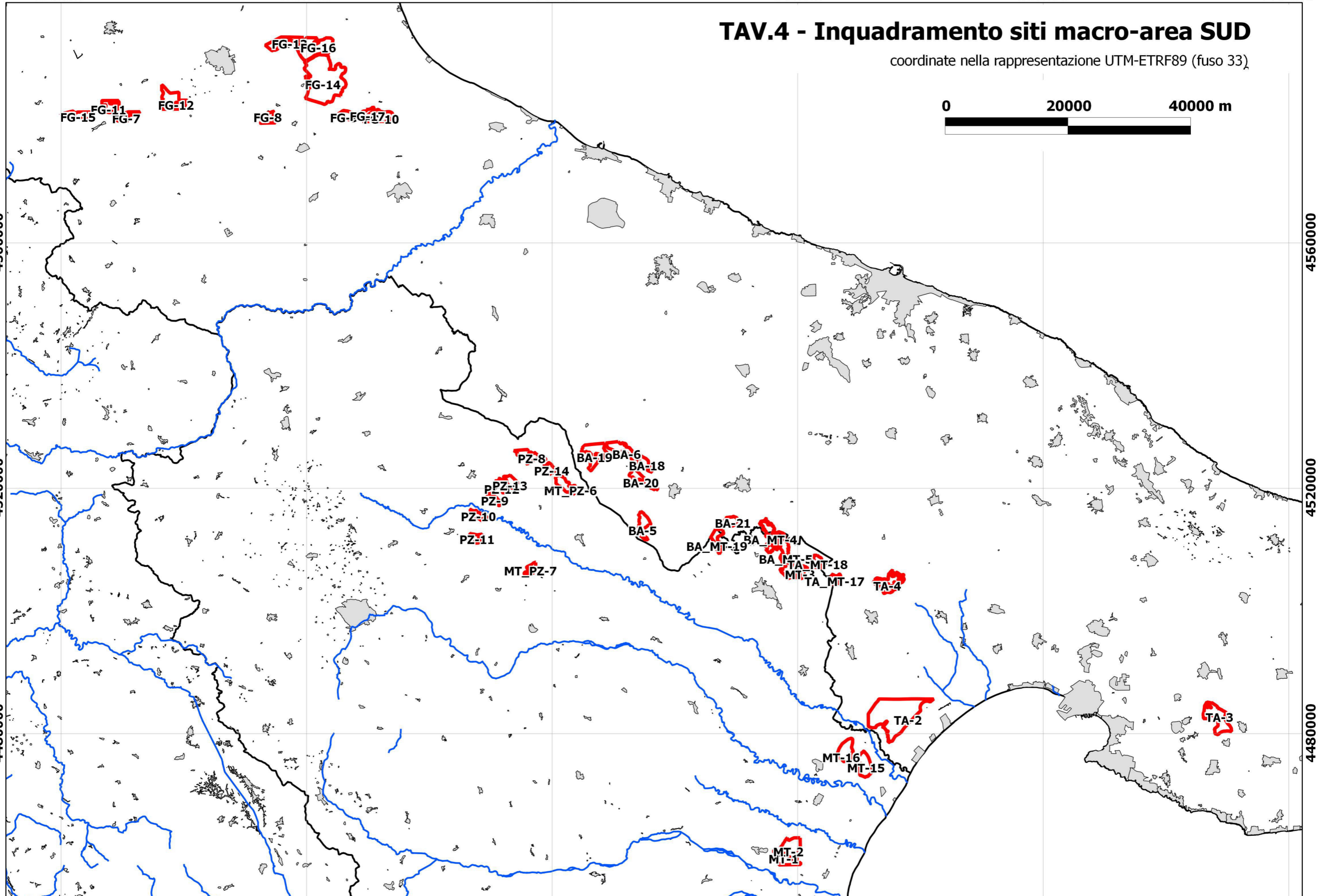
4520000

4520000

4480000

4480000

520000 560000 600000 640000 680000 720000



280000

320000

360000

400000

440000

# TAV.4 - Inquadramento siti macro-area ISOLE (Sicilia)

coordinate nella rappresentazione UTM-ETRF89 (fuso 33)



4240000

4240000

4200000

4200000

4160000

4160000

4120000

4120000

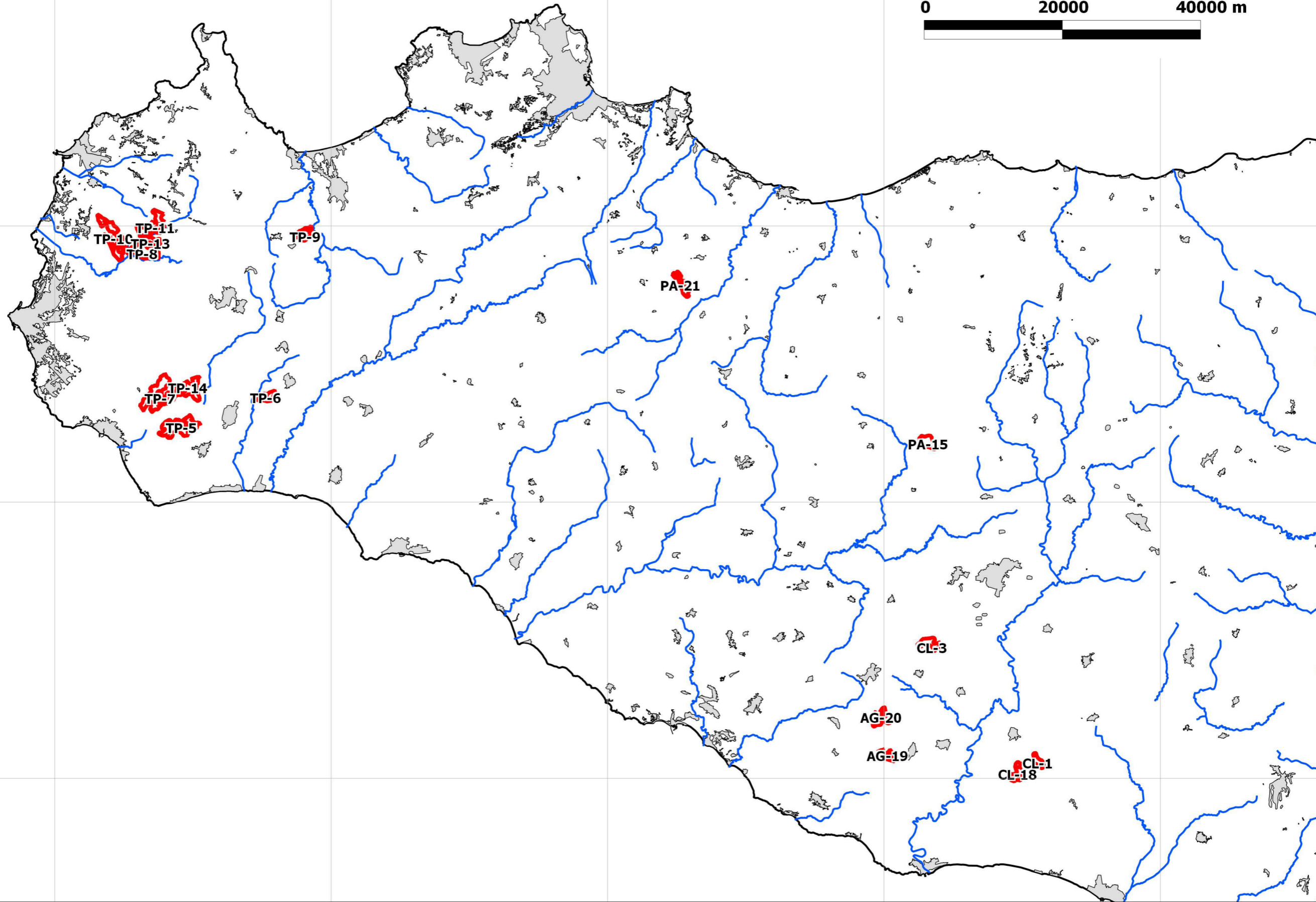
280000

320000

360000

400000

440000



440000

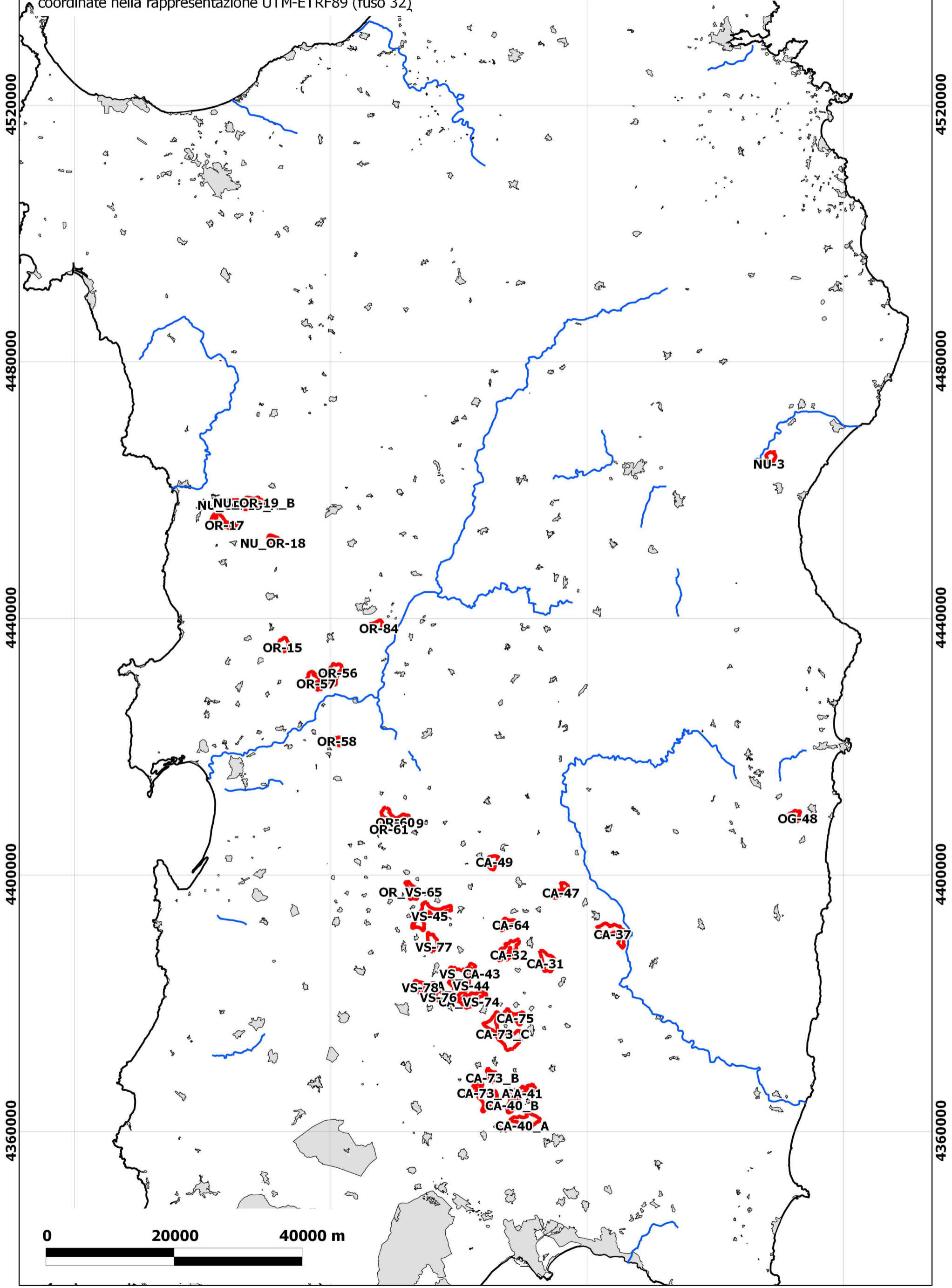
480000

520000

560000

# TAV.5 - Inquadramento siti macro-area ISOLE (Sardegna)

coordinate nella rappresentazione UTM-ETRF89 (fuso 32)



440000

480000

520000

560000