

MISCELLANEA

INGV

Il Monitoraggio nelle aree vulcaniche campane attraverso un “occhio cartografico”



Direttore Responsabile

Valeria DE PAOLA

Editorial Board

Milena MORETTI - Editor in Chief (milena.moretti@ingv.it)

Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)

Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)

Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)

Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)

Luigi CUCCI (luigi.cucci@ingv.it)

Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)

Mauro DI VITO (mauro.divito@ingv.it)

Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)

Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)

Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)

Umberto SCIACCA (umberto.sciacca@ingv.it)

Alessandro SETTIMI (alessandro.settimi1@istruzione.it)

Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)

Segreteria di Redazione

Francesca DI STEFANO - Coordinatore

Rossella CELI

Robert MIGLIAZZA

Barbara ANGIONI

Massimiliano CASCONI

Patrizia PANTANI

Tel. +39 06 51860068

redazione@ingv.it

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale

di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

MISCELLANEA

INGV

Il Monitoraggio nelle aree
vulcaniche campane attraverso
un “occhio cartografico”

*Monitoring in Campania's volcanic areas
through a "cartographic eye"*

Eliana Bellucci Sessa, Giuseppe Borriello, Francesca Cirillo

INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano

Accettato 23 giugno 2022 | Accepted 23 June 2022

Come citare | How to cite Bellucci Sessa E., Borriello G., Cirillo F., (2022). Il Monitoraggio nelle aree vulcaniche campane attraverso un “occhio cartografico”. Misc. INGV, 71: 1-60, <https://doi.org/10.13127/misc/71>

In copertina Mappe e Reti di Monitoraggio | Cover Maps and Monitoring Networks

INDICE

Riassunto	7
<i>Abstract</i>	7
Introduzione	7
1. Una rappresentazione cartografica del Monitoraggio	8
1.1 Il Monitoraggio nelle aree vulcaniche Campane	8
1.1.1 Reti Sismiche	9
1.1.2 Reti Geodetiche	9
1.1.3 Rete Termica	9
1.1.4 Rete Geochimica	10
1.2 I vantaggi di fornire una rappresentazione cartografica delle Reti di Monitoraggio	10
2. Progettazione e Realizzazione delle mappe di monitoraggio: ArcGIS	10
2.1 ArcGIS come software per la realizzazione delle mappe di monitoraggio	11
2.1.1 Processo di Realizzazione	11
3. La banca dati Cartografica aperta a tutti (NAPLES)	13
3.1 NAPLES (moNitoring mAps of camPania voLcanoES)	13
4. Esempi di utilizzo delle Mappe	14
4.1 Software Sala di Monitoraggio e relativi Manuali di utilizzo	14
4.2 Comunicazioni verso il Dipartimento di Protezione Civile (DPC)	15
4.3 Nuovo Sito web dell'Osservatorio Vesuviano	15
4.4 Relazioni Scientifiche e Progetti di Ricerca	16
5. Sviluppi Futuri	16
Ringraziamenti	17
Bibliografia	17
Sitografia	18
ALLEGATO	19
Mappe di Monitoraggio NAPLES	21

Riassunto

La comunicazione non passa solo attraverso le parole. Da oltre 4.000 anni l'uomo si avvale di qualsiasi supporto per memorizzare luoghi e descrivere il territorio che ci circonda attraverso la cartografia. Con lo sviluppo della tecnologia si è passati da mappe disegnate al computer a mappe digitali georeferenziate, fino ad arrivare ai dati condivisi tramite *webgis*.

L'Osservatorio Vesuviano è la Sezione di Napoli dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, un ente di ricerca che si occupa del monitoraggio delle aree vulcaniche campane attraverso l'utilizzo di diversi tipi di reti (costituite da stazioni fisse e mobili), ognuna delle quali registra differenti parametri.

Per avere memoria e comprendere la distribuzione di queste reti, l'Osservatorio Vesuviano ha provveduto alla costruzione di una banca dati in ambiente GIS in continua evoluzione per gestire i dati geografici.

Questo lavoro presenta la banca dati aperta "moNitoring mAps of camPania voLcanoES" (NAPLES) che mette a disposizione le mappe delle reti di monitoraggio. È possibile accedere a NAPLES e scaricare le mappe desiderate, sia attraverso il sito web dell'Osservatorio Vesuviano che attraverso la banca dati aperta Zenodo.

Abstract

Communication is not only through words. Man has used any medium to memorize places and describe the area around him through cartography for over 4000 years. By means of new technologies we have passed from computer-drawn maps to georeferenced digital maps, up to georeferenced data shared via webgis.

The Osservatorio Vesuviano is the Sezione di Napoli of the Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, a research institution whose main purpose is the monitoring of Campania volcanic areas by means of different types of networks (consisting of fixed and mobile stations), each of which records different parameters.

The Osservatorio Vesuviano has built a constantly evolving GIS environment database to manage geographic data in order to remember and understand the distribution of these networks.

This paper presents the open access database "moNitoring mAps of camPania voLcanoES" (NAPLES), which provides monitoring networks maps. You can access NAPLES database and download the maps you need both from Osservatorio Vesuviano website or from Zenodo open database.

Keywords Monitoraggio aree vulcaniche; Geomatica; Mappe monitoraggio | Volcanic areas monitoring; Geomatics; Monitoring maps

Introduzione

La carta geografica, insomma, anche se statica, presuppone un'idea narrativa, è concepita in funzione d'un itinerario, è un'Odissea. (Italo Calvino).

In tale ottica, questo lavoro si pone l'obiettivo di far viaggiare il lettore nelle aree vulcaniche campane attraverso un set di mappe che consente di andare alla scoperta delle Reti di Monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano (OV).

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ed in particolare la Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano (INGV-OV) ha l'importante compito di vigilare in maniera continuativa e attenta su 3 grandi aree vulcaniche molto pericolose e a grande rischio a causa della notevole densità abitativa: Vesuvio, Campi Flegrei e Ischia.

Al fine di acquisire tutte le informazioni che possono essere di supporto agli scienziati per studiare le dinamiche vulcaniche, l'INGV-OV si serve di numerose tipologie di Reti di Monitoraggio ognuna delle quali effettua differenti misure di fattori determinanti per la conoscenza dello stato di attività dei vulcani. Nello specifico sono attive le Reti Sismologiche, Geodetiche, Vulcanologiche e Geochimiche. Tali Reti sono distribuite sul territorio in punti strategici per l'acquisizione dei dati.

Questo lavoro, in primo luogo, introduce brevemente le Reti esistenti, evidenzia i vantaggi che si ottengono da una loro rappresentazione cartografica e mostra sinteticamente come produrre una mappa, di semplice lettura ma ricca di informazioni, attraverso l'utilizzo del software della *ESRI ArcGIS for Desktop*.

In secondo luogo, si concentra sulla presentazione della banca dati aperta a tutti NAPLES, attraverso la quale è possibile scaricare tutte le mappe al fine di poterle utilizzare liberamente nell'ambito desiderato.

Il lavoro si conclude con una panoramica relativa ad alcuni significativi esempi di utilizzo delle mappe.

1. Una rappresentazione cartografica del Monitoraggio

1.1 Il Monitoraggio nelle aree vulcaniche campane

Una delle attività centrali svolte dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ed in particolare dalla Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano (INGV-OV), è quella del Monitoraggio e della Sorveglianza delle aree vulcaniche campane attraverso Reti disseminate sul territorio. Ciascuna Rete raccoglie dati relativi a specifici parametri che vengono analizzati dai ricercatori dell'Osservatorio Vesuviano per studiare lo stato dei vulcani e per fornire utili informazioni sia alla Protezione Civile che ai cittadini.

Nello specifico il Monitoraggio viene effettuato attraverso le seguenti Reti:

- Reti Sismiche
 - Rete Sismica Permanente
 - Rete Sismica Mobile
- Reti Geodetiche
 - Rete GPS
 - Rete Tiltmetrica
 - Rete Mareografica
 - Rete Gravimetrica
 - Campagne periodiche di livellazione - Rete Altimetrica
 - Interferometria SAR (a cura della IREA - CNR)
- Rete Termica
 - Rete Permanente di Telecamere Termiche
 - Campagne periodiche di Monitoraggio Termico con termocamera mobile, termocoppia e voli UAV con termocamera
- Rete Geochimica
 - Rete Geochimica permanente
 - Campagne periodiche

Di seguito viene riportata una breve descrizione delle singole Reti di Monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano. Per maggiori dettagli, si rimanda alla sezione Monitoraggio del nuovo sito web dell'Osservatorio Vesuviano (<https://www.ov.ingv.it/>).

1.1.1 Reti Sismiche

La Rete Sismica è costituita da 75 stazioni tra digitali ad alta dinamica e sismometri a larga banda. Grazie alle tecnologie utilizzate, tali reti sono in grado di registrare anche attività sismica di energia molto bassa oltre a consentire di localizzare con estrema precisione i terremoti. La Rete Sismica Mobile, costituita da 25 stazioni, consente, ove necessario, la registrazione del segnale continuo e dei transienti legati al degassamento vulcanico.

1.1.2 Reti Geodetiche

Il Monitoraggio geodetico dei vulcani campani viene effettuato sia con sistemi di acquisizione in continuo (Rete GPS, Rete Tiltmetrica, Rete Mareografica) sia attraverso campagne di misura periodiche (Rete Altimetrica, Rete Gravimetrica), sia tramite acquisizioni satellitari (Interferometria SAR). Di seguito una breve descrizione:

- La **Rete GPS** è costituita da 43 stazioni ed utilizza i segnali satellitari per definire le coordinate spaziali (latitudine, longitudine e quota) di ogni stazione. L'analisi dei dati consente di valutare eventuali spostamenti del sito nel tempo legati alla dinamica vulcanica.
- La **Rete Tiltmetrica** è costituita da 25 stazioni ed utilizza sensori ad alta sensibilità che misurano l'inclinazione del suolo nelle due direzioni radiale e trasversale. La composizione dei vettori di spostamento determina l'angolo di inclinazione e la sua entità. Lo studio delle serie temporali fornisce un importante strumento per la stima dell'evoluzione delle deformazioni del suolo.
- La **Rete Mareografica** è costituita da 9 stazioni ed utilizza dei sensori galleggianti per misurare in continuo le differenze relative tra il livello del mare e quello terrestre del sito su cui è installato.
- Periodicamente vengono effettuate delle campagne di misura altimetrica durante le quali vengono battuti i capisaldi della **Rete Altimetrica** di precisione, posizionati lungo linee di livellazione, organizzate in circuiti concatenati. Tale rete è composta da 970 capisaldi battuti lungo i circuiti dei tre vulcani monitorati. I risultati forniscono dettagli di alta precisione sulle deformazioni del suolo delle aree investigate.
- Le Campagne gravimetriche consentono di misurare le variazioni di gravità nei 91 punti fissati lungo la **Rete Gravimetrica**. Tali variazioni aiutano ad individuare eventuali movimenti di masse al di sotto dell'area investigata.
- La **Rete Dilatometrica** è costituita da 4 stazioni e misura la deformazione che subisce la roccia in seguito all'azione di una forza.

1.1.3 Rete Termica

L'obiettivo principale della Sorveglianza termica è quello di individuare eventuali variazioni nel tempo dei valori di temperatura misurati al suolo in aree che presentano anomalie termiche in modo da evidenziare variazioni sia di temperatura che di distribuzione areale del campo fumarolico.

A tal fine viene utilizzata sia una rete di telecamere fisse agli infrarossi che delle campagne di misura periodiche. Durante le campagne, oltre alle misure con termocamere mobili, vengono effettuate misure con termocoppie, al fine di ottenere un confronto ed una validazione dei dati. La Rete Permanente di telecamere agli infrarossi è costituita da 7 stazioni, mentre i punti misurati con telecamera termica mobile sono 24.

1.1.4 Rete Geochimica

Il Monitoraggio geochimico misura le variazioni delle emissioni dei gas tramite 6 stazioni che acquisiscono in continuo e periodicamente attraverso delle campagne di misura.

1.2 I vantaggi di fornire una rappresentazione cartografica delle Reti di Monitoraggio

La lettura di una mappa è:

- *naturale* poiché non si ha bisogno di lunghe e tediose spiegazioni,
- *universale* poiché si riesce a comprenderla indipendentemente dal linguaggio, dalla conoscenza e dalle esperienze,
- *istantanea* poiché essa contiene più informazioni che parole,
- *facile* poiché le informazioni, anche quelle più complicate e numerose, diventano semplici e immediate da acquisire.

Già da questa serie di aggettivi di carattere generale connessi all'utilizzo della cartografia è evidente quanto una rappresentazione delle reti di monitoraggio attraverso l'utilizzo delle mappe possa essere vantaggiosa.

Ma, in considerazione dell'importanza del contesto da rappresentare, i vantaggi vanno ben oltre tali validi ma basilari aspetti. Infatti, poter usufruire di mappe che rappresentano le reti di monitoraggio nelle aree vulcaniche campane, consente di avere a disposizione:

- un quadro completo e di immediata comprensione attraverso il quale i ricercatori dei diversi ambiti scientifici possono avere un quadro esatto della distribuzione delle reti multi-parametriche sul territorio di riferimento;
- una base dalla quale partire per individuare le aree meno sorvegliate e programmare nuove installazioni;
- una base su cui visualizzare le localizzazioni sismiche relative agli eventi che occorrono nelle specifiche aree;
- una base su cui i ricercatori all'occorrenza possono rappresentare i risultati della propria ricerca scientifica;
- uno strumento che porta con sé anche importanti implicazioni sociologiche; infatti poter vedere la fitta rete di monitoraggio distribuita nelle aree vulcaniche campane infonde ai cittadini ivi residenti una maggiore tranquillità e sicurezza.

2. Progettazione e realizzazione delle Mappe di monitoraggio: ArcGIS

Costruire una mappa che rappresenti le Reti di monitoraggio è un processo che richiede vari passi e che coinvolge figure differenti.

Le mappe sono state prodotte in ambiente Geographic Information System (GIS) in

collaborazione con i responsabili delle Reti di monitoraggio. Questi ultimi forniscono i dati dettagliati della localizzazione delle stazioni (latitudine, longitudine, quota, ecc.) e delle informazioni aggiuntive che devono essere rappresentate sulla mappa.

Il GIS è un sistema informativo geografico computerizzato che gestisce dati geografici permettendone: l'acquisizione; la registrazione; la visualizzazione; l'analisi, la condivisione; la presentazione.

La tecnologia GIS integra 2 sistemi, il sistema *Computer Aided Design* (CAD) e il database relazionale *Data Base Management System* (DBMS) permettendo così di unire le operazioni di analisi e ricerca proprie dei database, con l'analisi geografica e la rappresentazione tipica del CAD. La forza dei GIS è quella di consentire di analizzare simultaneamente: dati geometrici (forma, dimensione, posizione geografica degli oggetti); dati topologici (connessione, adiacenza e relazioni reciproche tra gli oggetti); dati informativi (dati numerici o testuali relativi agli oggetti). In pratica, si riesce ad analizzare un'entità geografica "simultaneamente" sotto diversi aspetti, in maniera più interattiva, efficace ed immediata.

Tra i vari software GIS disponibili, l'INGV-OV utilizza *ESRI ArcGIS for Desktop* [ESRI, 2022].

2.1 ArcGIS come software per la realizzazione delle mappe di monitoraggio

ArcGIS for Desktop è l'applicazione software *ESRI* che rende disponibili numerose e potenti funzionalità per la creazione di mappe, la visualizzazione, l'interrogazione, l'analisi spaziale e la distribuzione di dati geografici. Una vasta gamma di strumenti per l'individuazione di modelli e relazioni consente l'analisi dei fenomeni e delle variabili d'interesse dal punto di vista geospaziale, evidenziando correlazioni non sempre facilmente deducibili da un database, un foglio di calcolo o uno strumento di analisi statistica.

Oltre alla visualizzazione dei dati come elementi geometrici su una mappa, *ArcGIS for Desktop* permette la loro gestione e integrazione, l'analisi spaziale avanzata, la modellazione, la possibilità di automatizzare i processi operativi e la rappresentazione dei risultati su mappe di qualità professionale.

2.1.1 Processo di realizzazione

Di seguito si illustra brevemente il processo di realizzazione di una mappa appartenente alla banca dati NAPLES attraverso l'utilizzo di ArcGIS (Figura 1).

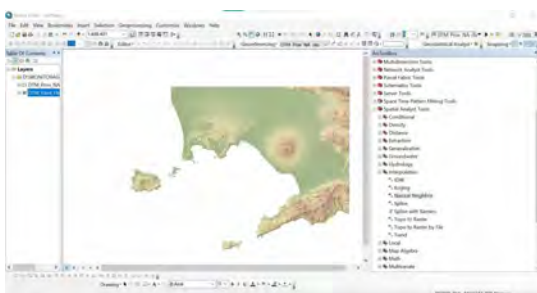


Figura 1 L'interfaccia di ArcGIS for Desktop, i moduli ArcMap (sinistra e centro) e ArcToolbox (destra).

Figure 1 The ArcGIS for Desktop interface, the ArcMap modules (left and center) and ArcToolbox (right).

La **fase preliminare** alla realizzazione delle mappe è stata quella di generare un Modello Digitale del Terreno (DTM) partendo dai dati della Carta Tecnica Regionale (CTR), scala 1:5.000. In particolare, sono stati estratti dalla CTR i dati delle curve di livello e dei punti quotati. Questi

ultimi sono stati verificati ed editati per permettere di generare il DTM tramite l'interpolatore *Interpolation Natural Neighbor* (NN). In questo modo è stato possibile avere una base topografica, utile anche per analisi territoriali. Inoltre, nelle aree in cui è necessario un maggiore dettaglio, è stato scaricato e mosaicato il DTM derivato da un volo LiDAR realizzato da Città Metropolitana di Napoli con risoluzione 1x1 m (<http://sit.cittametropolitana.na.it/>).

Alla fase preliminare è seguita la **fase di acquisizione** incentrata sulla raccolta e sull'inserimento di tutti i dati da rappresentare sulla mappa. Nello specifico i responsabili delle varie reti di monitoraggio hanno fornito i dati attraverso file codificati nei seguenti formati: KMZ (file Google Earth), GPX o GPS eXchange Format (uno schema XML progettato per il trasferimento di dati GPS), txt, Excel. Tali file sono stati convertiti in shapefile, il formato standard di ArcGIS, proiettati nel sistema di riferimento UTM WGS84 fuso 33. Lo shapefile è completato dalla tabella degli attributi in cui sono state inserite informazioni aggiuntive, quali Sigla della stazione, Data di installazione, Tipo di stazione, ecc.

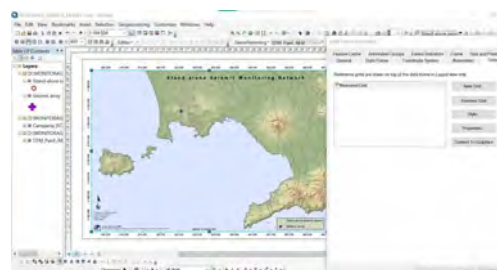
Figura 2 ArcMap, simbologia del layer delle stazioni di Ischia.
Figure 2 ArcMap, symbolism of the Ischia stations layer.



La Figura 3 (parte sinistra) mostra il caso di dati forniti attraverso un foglio Excel. Nello specifico questo contiene le coordinate (latitudine e longitudine) e la quota delle componenti di una rete posizionata sull'isola di Ischia

Nella **fase di restituzione del dato**, attraverso l'utilizzo della funzionalità *Symbol Selector*, vengono scelti i simboli (Figura 3 parte destra) da utilizzare per rappresentare il layer della specifica rete di monitoraggio.

Figura 3 ArcMap, Data Frame Properties.
Figure 3 ArcMap, Data Frame Properties.



Sempre in fase di restituzione, è necessario:

- definire le proprietà del layout della mappa attraverso l'utilizzo della funzionalità *Data Frame Properties* (Figura 3);
- inserire, attraverso la funzionalità *Insert* (Figura 4) il nord della mappa, la legenda, ecc.

Tutte le procedure hanno portato alla realizzazione di mappe, sia per le singole aree monitorate (Ischia, Campi Flegrei e Vesuvio) sia per l'intera area vulcanica.

La scala di riferimento utilizzata per la creazione delle mappe è stata definita in funzione della distribuzione dei dati.

Sono state realizzate anche delle mappe che mostrano l'intera regione Campania al fine di integrare le reti di pertinenza dell'Osservatorio Nazionale Terremoti dell'INGV (INGV-ONT).

Per la rappresentazione finale si è scelto di proiettare le mappe nel sistema di riferimento UTM WGS84 fuso 33.

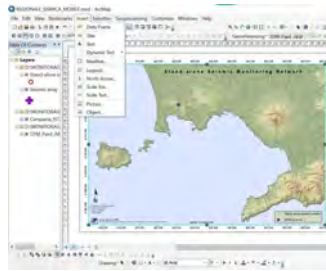


Figura 4 ArcMap, elementi del layout.
Figure 4 ArcMap, layout elements.

Tutte queste fasi hanno portato alla realizzazione delle mappe condivise attraverso la banca dati NAPLES.

3. La banca dati cartografica aperta a tutti (NAPLES)

3.1 NAPLES (moNitoring mAPs of camPania voLcanoES)

NAPLES è la banca dati a cui è possibile accedere liberamente per poter visionare e scaricare tutte le mappe aggiornate che mostrano le Reti di monitoraggio di pertinenza dell'Osservatorio Vesuviano. Le mappe sono in formato .jpeg e sono state catalogate sulla base della rete di monitoraggio che esse rappresentano.

NAPLES è liberamente accessibile attraverso Zenodo [Zenodo, 2022], il data repository multidisciplinare europeo nonché archivio digitale per i dati aperti [Fecher and Friesike, 2014; Watson, 2015; Masuzzo and Martens, 2017; Open Science, 2022] della ricerca (Figura 5).



Figura 5 Banca dati Zenodo e DOI.
Figure 5 Zenodo repository and DOI.

È possibile accedervi attraverso il DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.5886962> e citare la banca dati come di seguito riportato:

Bellucci Sessa Eliana, Borriello Giuseppe, Cirillo Francesca & Working Group NAPLES, (2022). NAPLES (moNitoring mAPs of camPania voLcanoES) (1.0) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5886962>

Inoltre, NAPLES è anche accessibile attraverso il sito web dell'Osservatorio Vesuviano alla sezione Banche Dati: <https://www.ov.ingv.it/index.php/monitoraggio-sismico-e-vulcanico-2/banche-dati>. Per completezza, le singole mappe saranno riportate anche nell'allegato al documento.

La condivisione di questa banca dati è il primo step di un percorso futuro, guidato dal paradigma di ArcGIS “*Build on what you already have*”, che porterà alla condivisione del *Geodatabase* [Pignone, 2007] e successivamente alla realizzazione di un *WebGIS* [High Level Group, 2017].

4. Esempi di utilizzo delle mappe

Le mappe realizzate si prestano a vari utilizzi in differenti ambiti. Di seguito si fornisce una panoramica del loro impiego che ne mette in evidenza anche la flessibilità di utilizzo nonché l'importanza che esse assumono nell'ambito della ricerca e della sicurezza.

4.1 Software Sala di Monitoraggio e relativi Manuali di utilizzo

Uno dei servizi nevralgici dell'INGV-OV è fornito dalla Sala di Monitoraggio. Il compito principale della Sala è comunicare al Dipartimento di Protezione Civile (DPC) l'occorrenza e la localizzazione di eventi sismici con magnitudo superiore alle soglie previste per i vulcani campani, di sciami sismici significativi e di altri eventi di potenziale rilevanza ai fini della Sorveglianza.

Tale compito può essere assolto grazie alle Reti Sismiche Permanenti presenti sul territorio. Esse acquisiscono i segnali e li convogliano in Sala dove sono operativi i sistemi di analisi automatica della sismicità che consentono il rilevamento e la localizzazione degli eventi sismici. Tali sistemi sono anche integrati con quelli di visualizzazione che consentono al personale in Sala di vedere in tempo reale i segnali e di procedere, in caso di necessità, ad una loro puntuale localizzazione che fornisce le coordinate precise dell'evento (latitudine e longitudine). Ovviamente, tali coordinate, per quanto precisissime senza un riferimento su una mappa non consentirebbero agli operatori di Sala di comprendere immediatamente l'area di riferimento.

A tal fine, la base grafica su cui vengono visualizzate le localizzazioni elaborate con il software di base *WinPick* [Giudicepietro, 2000] e con *WESSEL* [Peluso et al., 2020] è costituita dalle mappe delle specifiche aree. Grazie ad esse il personale può verificare in maniera immediata se l'evento è nella zona di pertinenza dell'INGV-OV e in quale specifica posizione è localizzato (es. zona craterica del Vesuvio, in mare, ecc.). Inoltre, può vedere subito quali sono le stazioni che hanno contribuito al calcolo della localizzazione (rappresentate in rosso nella Figura 6).

Tali mappe vengono anche adoperate nei Manuali di utilizzo del software (Figura 7) [Cirillo F. and Peluso R., 2020a; 2020b; 2021].

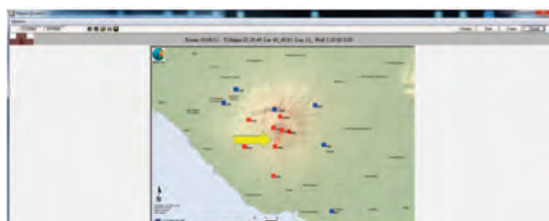
Figura 6 WinPick e le mappe per la localizzazione.

Figure 6 WinPick and localization maps.



Figura 7 Manuali di utilizzo e Mappe.

Figure 7 User manuals and Maps.



4.2 Comunicazioni verso il Dipartimento di Protezione Civile (DPC)

Come più volte evidenziato in questo documento, INGV-OV in collaborazione con il DPC svolge un ruolo primario per la Sorveglianza delle aree vulcaniche campane. Tale collaborazione è regolata da un Accordo Quadro (2012-2021- <https://istituto.ingv.it/index.php/it/2-non-categorizzato/199-accordo-quadro-2012-2021>) e dai suoi Allegati.

Come previsto nell'Allegato A, le comunicazioni tra l'INGV e il DPC, prevedono l'invio di Comunicati, Bollettini e Relazioni.

I **Comunicati** riguardano il verificarsi di eventi sismici significativi e/o di eventuali fenomeni associati. Questi devono essere comunicati nei primi minuti dopo l'occorrenza di un evento.

I **Bollettini** sono degli aggiornamenti periodici (giornalieri, mensili o settimanali, sulla base degli specifici accordi e dello stato dei vulcani) che l'INGV-OV inoltra al DPC e che contengono esplicite valutazioni vulcanologiche e di pericolosità relative ai fenomeni osservati e allo stato di attività vulcanica per la definizione della criticità da parte del DPC, oltre allo stato delle Reti di monitoraggio e alle valutazioni sintetiche dei parametri osservati attraverso le varie Reti presenti sul territorio.

Le **Relazioni**, di evento e di sequenza, sono volte a descrivere in maniera più completa ed esauriente il quadro complessivo per terremoti $M_L \geq 4.0$ e per sequenze sismiche. Una prima relazione "automatica" viene inviata dal Funzionario INGV di Sala entro 1 ora, mentre nelle ore successive ad un evento significativo viene elaborata una seconda relazione, di dettaglio, contenente anche elaborazioni e analisi sul fenomeno in atto fatte dal Funzionario di turno e/o dall'Unità di Crisi nel caso di eventi gravi.

Le Mappe della banca dati NAPLES vengono utilizzate in maniera massiva sia nei Bollettini (Figura 8) che nelle Relazioni al fine di fornire una rappresentazione grafica immediata, di facile interpretazione e sintetica.



Figura 8 Esempio di utilizzo di mappe nei Bollettini.
Figure 8 An example of maps in Bulletin.

4.3 Nuovo sito web dell'Osservatorio Vesuviano

Le Mappe, proprio grazie alla loro semplicità di lettura, sono state utilizzate anche per descrivere sul nuovo sito web dell'INGV-OV le attività di monitoraggio effettuate nelle aree vulcaniche campane (Figura 9).

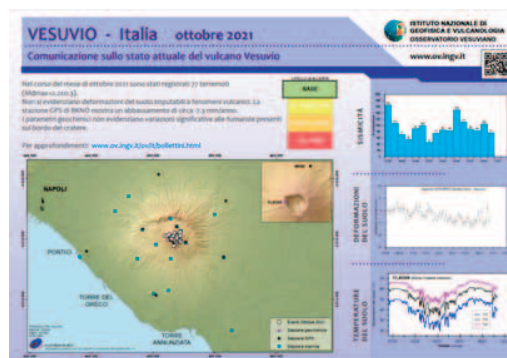
Come già specificato nel paragrafo 1.2 tale rappresentazione pubblica può contribuire ad infondere nei cittadini una maggiore serenità derivata dal puntuale e costante monitoraggio effettuato dell'INGV-OV grazie alle differenti Reti.

Di seguito anche un esempio di utilizzo delle Mappe nei Bollettini web (Figura 10) rilasciati dall'INGV-OV attraverso il sito web.

Figura 9 Sito web INGV-OV - Sezione monitoraggio.
 Figure 9 INGV-OV website - Monitoring section.



Figura 10 Mappe e Bollettini web.
 Figure 10 Maps and web Bulletins.

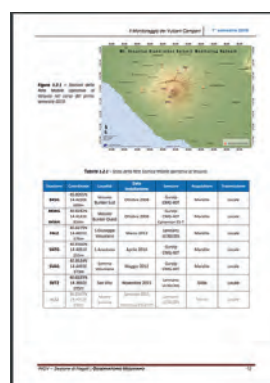


4.4 Relazioni scientifiche e Progetti di ricerca

Le Mappe vengono utilizzate in tanti altri ambiti, ad esempio nelle Relazioni scientifiche dei ricercatori [Aquino et al., 2021; 2021b] come base per presentare i propri lavori e anche in specifici Progetti di ricerca (es. MEDUSA¹).

Figura 11 Pagina tratta dal Report scientifico
 “Il Monitoraggio dei Vulcani Campani – Primo semestre
 2019”.

Figure 11 Page from the Scientific Report “Il Monitoraggio dei
 Vulcani Campani – Primo semestre 2019”.



5. Sviluppi futuri

Il lavoro presentato vuole essere un punto di partenza per la condivisione delle mappe NAPLES, attualmente rese disponibili in formato statico .jpeg. Infatti, il *geodatabase* che contribuisce alla realizzazione delle mappe non è ancora accessibile.

L'obiettivo futuro è quello di condividere anche il *geodatabase*. A tal fine sarà necessario coinvolgere i singoli gruppi di lavoro per ciascuna Rete e completare la tabella degli attributi

¹ <http://portale.ov.ingv.it/medusa/>

(latitudine, longitudine, data di installazione, sensore, ecc.) in modo da rendere il *geodatabase* completo e consistente.

Terminata la fase di omogeneizzazione di tutte le informazioni associate alle Reti di monitoraggio, basterà convertire il *geodatabase* in *Feature service* al fine di realizzare un *WebGIS*.

In tal modo chiunque potrà “comporre” la propria mappa utilizzando come base la “mappa dinamica” messa a disposizione.

Ringraziamenti

Si ringrazia il *Working Group NAPLES* (Giovanna Berrino, Stefano Caliro, Mario Castellano, Prospero De Martino, Bellina Di Lieto, Danilo Galluzzo, Sergio Guardato, Enrica Marotta, Massimo Orazi, Ciro Ricco, Fabio Sansivero) per aver condiviso il Progetto. Si ringrazia inoltre il Dott. Rocco Mari della Direzione Strutturazione e Pianificazione dei servizi Pubblici di interesse generale di Ambito Metropolitano – Ufficio S.I.T. – Sistema Informativo Territoriale della Città Metropolitana di Napoli.

Bibliografia

- Aquino I., Augusti V., Avino R., Bagnato E., Bellomo S., Bellucci Sessa E., Belviso P., Benincasa A., Berrino G., Borgstrom S., Borriello G., Brandi G., Buongiorno F., Buonocunto C., Caliro S., Capecchiacci F., Caputo A., Caputo T., Carandente A., Cirillo F., Correale A., Cusano P., D'Alessandro A., D'Alessandro W., D'Errico V., De Cesare W., De Martino P., Di Filippo A., Dolce M., Federico C., Gagliano Candela E., Galluzzo D., Gattuso A., Giuffrida G., Guardato S., La Pica L., La Rocca A., Liguoro F., Lo Bascio D., Marotta E., Martino C., Minopoli C., Misseri M.G., Nardone L., Nave R., Orazi M., Pecoraino G., Peluso R., Pinto S., Polcari M., Prano V., Ricciardi G., Ricciolino P., Ricco C., Sansivero F., Santi A., Scaletta C., Scarpato G., Silvestri M., Torello V., Tramelli A., Vilardo G., (2021a). *Il Monitoraggio dei Vulcani Campani - Primo semestre 2019*, Rapporto Febbraio 2021. Earth-Prints, <http://hdl.handle.net/2122/14589>
- Aquino I., Augusti V., Avino R., Bagnato E., Bellomo S., Bellucci Sessa E., Belviso P., Benincasa A., Berrino G., Borgstrom S., Borriello G., Brandi G., Buongiorno F., Buonocunto C., Caliro S., Capecchiacci F., Caputo A., Caputo T., Carandente A., Cirillo F., Correale A., Cusano P., D'Alessandro A., D'Alessandro W., D'Errico V., De Cesare W., De Martino P., Di Filippo A., Dolce M., Esposito R., C. Federico C., Gagliano Candela E., Galluzzo D., Gattuso A., Gaudiosi G., Giuffrida G., Guardato S., La Pica L., La Rocca A., Liguoro, F., Lo Bascio D., Marotta E., Martino C., Minopoli C., Misseri M.G., Nardone L., Nave R., Orazi M., Pecoraino G., Peluso R., Pinto S., Polcari M., Prano V., Ricci G. T., Ricciardi G., Ricciolino P., Ricco C., Sansivero F., Santi A., Scaletta C., Scarpato G., Silvestri M., Siniscalchi V., Torello V., Tramelli A., Vilardo G., (2021b). *Il Monitoraggio dei Vulcani Campani - Secondo semestre 2019*, Rapporto Febbraio 2021. Earth-Prints, <http://hdl.handle.net/2122/14820>
- Cirillo F., Peluso R., (2020a). *Manuale di Supporto alla gestione degli eventi sismici presso la Sala Operativa dell'Osservatorio Vesuviano*. Rapp. Tec. INGV, 424: 1-52, <https://doi.org/10.13127/rpt/424>
- Cirillo F., Peluso R., (2020b). *Manualistica di riferimento per la Sala di Monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano: Procedure Operative per i Comunicati e Utilizzo del nuovo Software WESSEL*. In: Misc. INGV, 57: 41-45, <https://doi.org/10.13127/misc/57/6>
- Cirillo F., Peluso R., (2021). *Procedure Operative per i Comunicati in uso presso la Sala di Monitoraggio dell'INGV - Osservatorio Vesuviano*. Rapp. Tec. INGV, 432: 1-148, <https://doi.org/10.13127/rpt/432>

- Fecher B. and Friesike S., (2014). *Open Science: One Term, Five Schools of Thought*. doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_2
- Giudicepietro F., (2000). *Windrum: a program for the continuous seismic monitoring*, Osservatorio Vesuviano. Open File Report n.5.
- High Level Group, (2017). *Europe's future. Open innovation, Open Science, open to the world: reflections of the Research, Innovation and Science Policy Experts (RISE)*. doi.org/10.2777/79895
- Masuzzo P. and Martens L., (2017). *Do you speak Open Science? Resources and tips to learn the language*. doi.org/10.7287/peerj.preprints.2689v1
- Peluso R., Benincasa A., Cirillo F., Di Filippo A., Scarpato G., (2020). *Lo sviluppo dei nuovi sistemi integrati di Sala, il sistema WESSEL ed i suoi simbiotici*. In: Misc. INGV, 57: 37-40, <https://doi.org/10.13127/misc/57/5>
- Pignone M., Moschillo R., Selvaggi G., Moro M., Castello B., (2007). *Realizzazione del geodatabase del catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (CSI 1.0)*. Rend. Soc. Geol. It. 4.
- Watson M., (2015). *When will 'Open Science' become simply 'science'?* <https://doi.org/10.1186/s13059-015-0669-2>

Sitografia

- ESRI, visitato il 20 Aprile 2022, www.esriitalia.it
- Open Science, visitato il 20 Aprile 2022, <https://www.fosteropenscience.eu/taxonomy/term/100>
- Zenodo, visitato il 20 Aprile 2022, <https://zenodo.org/>

ALLEGATO

Mappe di Monitoraggio NAPLES

Di seguito sono riportate tutte le mappe. Nello specifico, per ogni tipologia di Rete, saranno presentate prima le mappe a livello regionale, poi quelle con il dettaglio sulle aree vulcaniche campane (di competenza dell'OV) ed infine le mappe delle singole aree, nell'ordine Vesuvio, Campi Flegrei e Ischia.

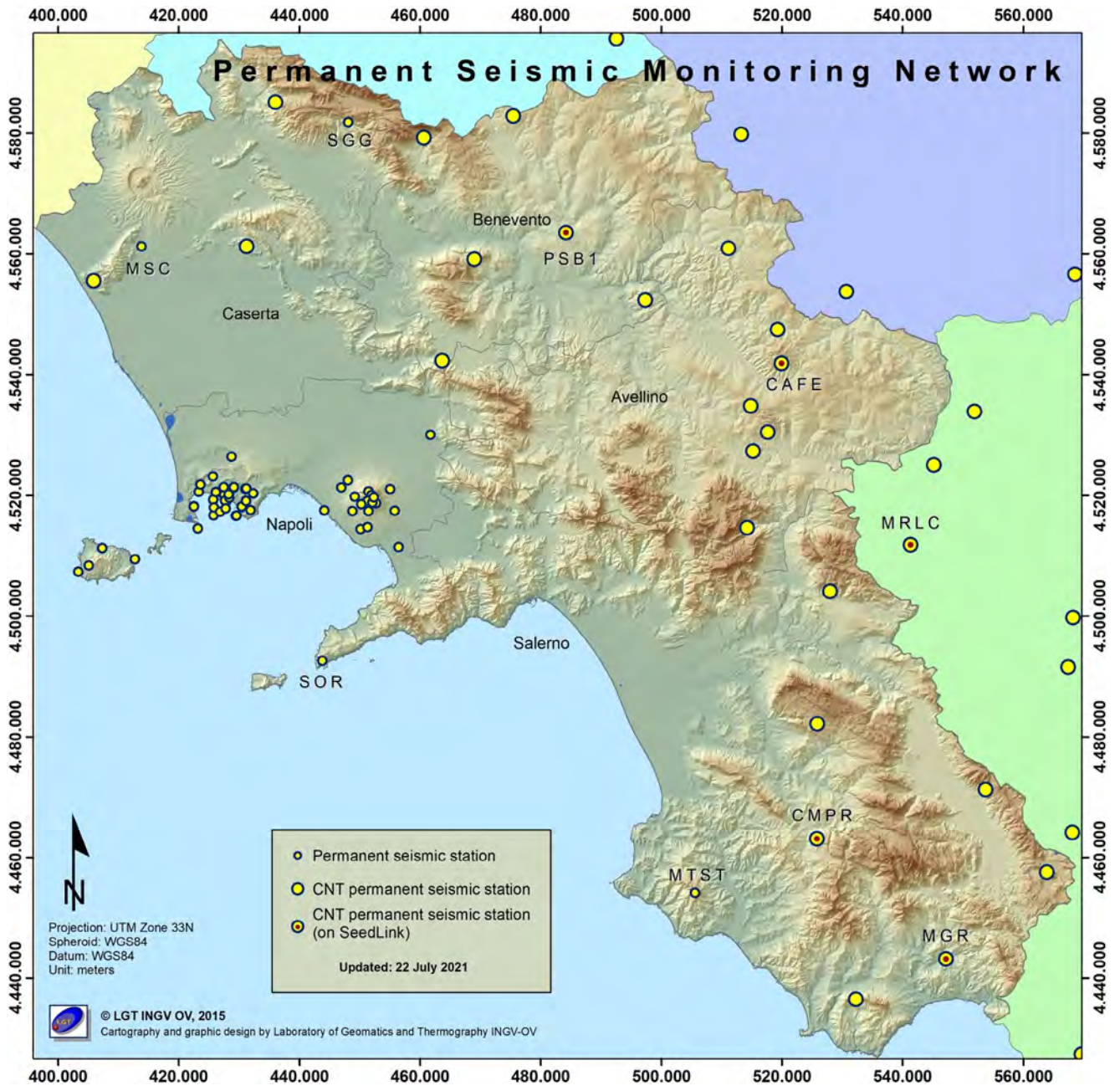


Figura 12 Campania Permanent Seismic Monitoring Network.

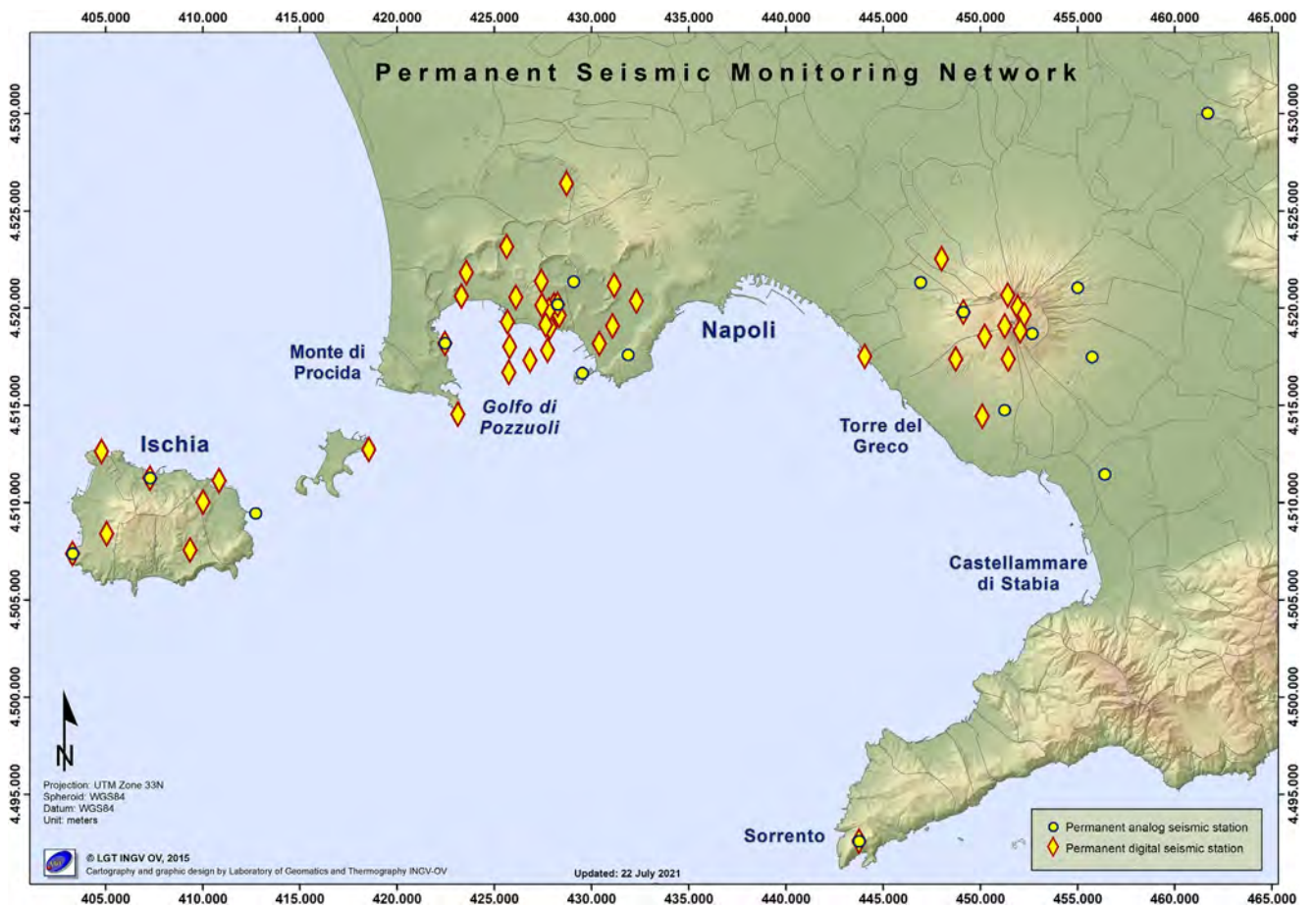


Figura 13 Volcanic Area Permanent Seismic Monitoring Network.

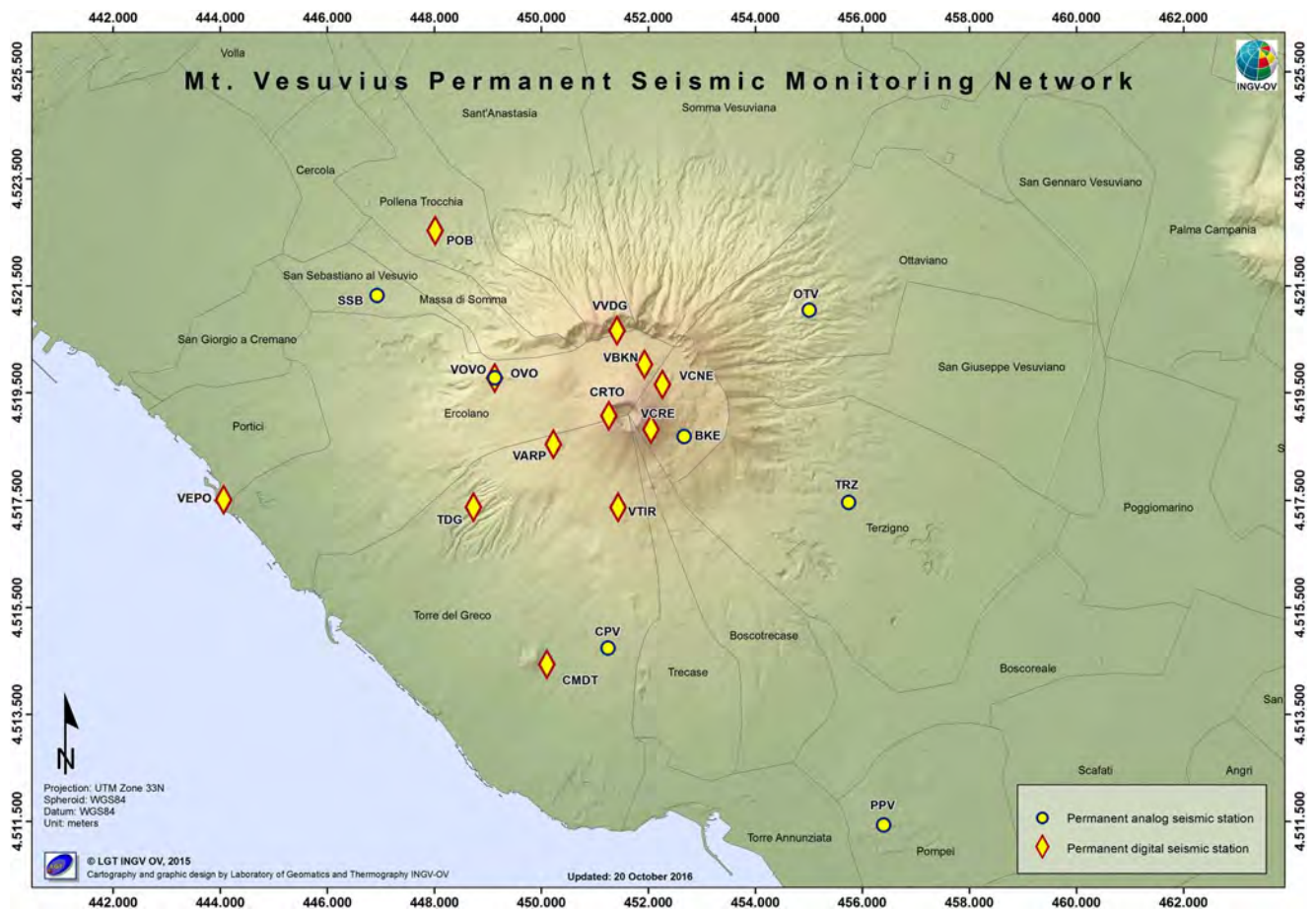


Figura 14 Vesuvio Permanent Seismic Monitoring Network.

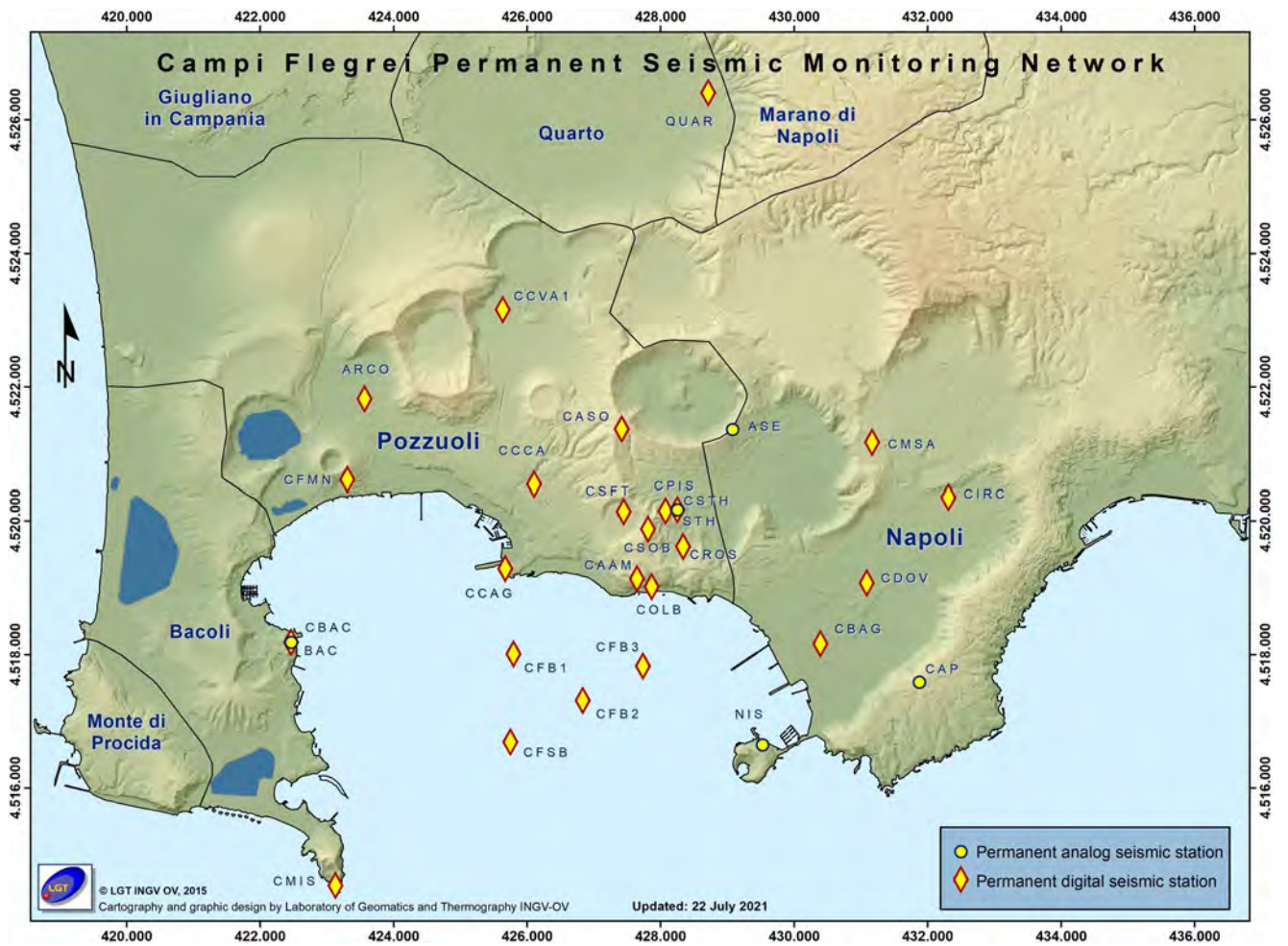


Figura 15 Campi Flegrei Permanent Seismic Monitoring Network.

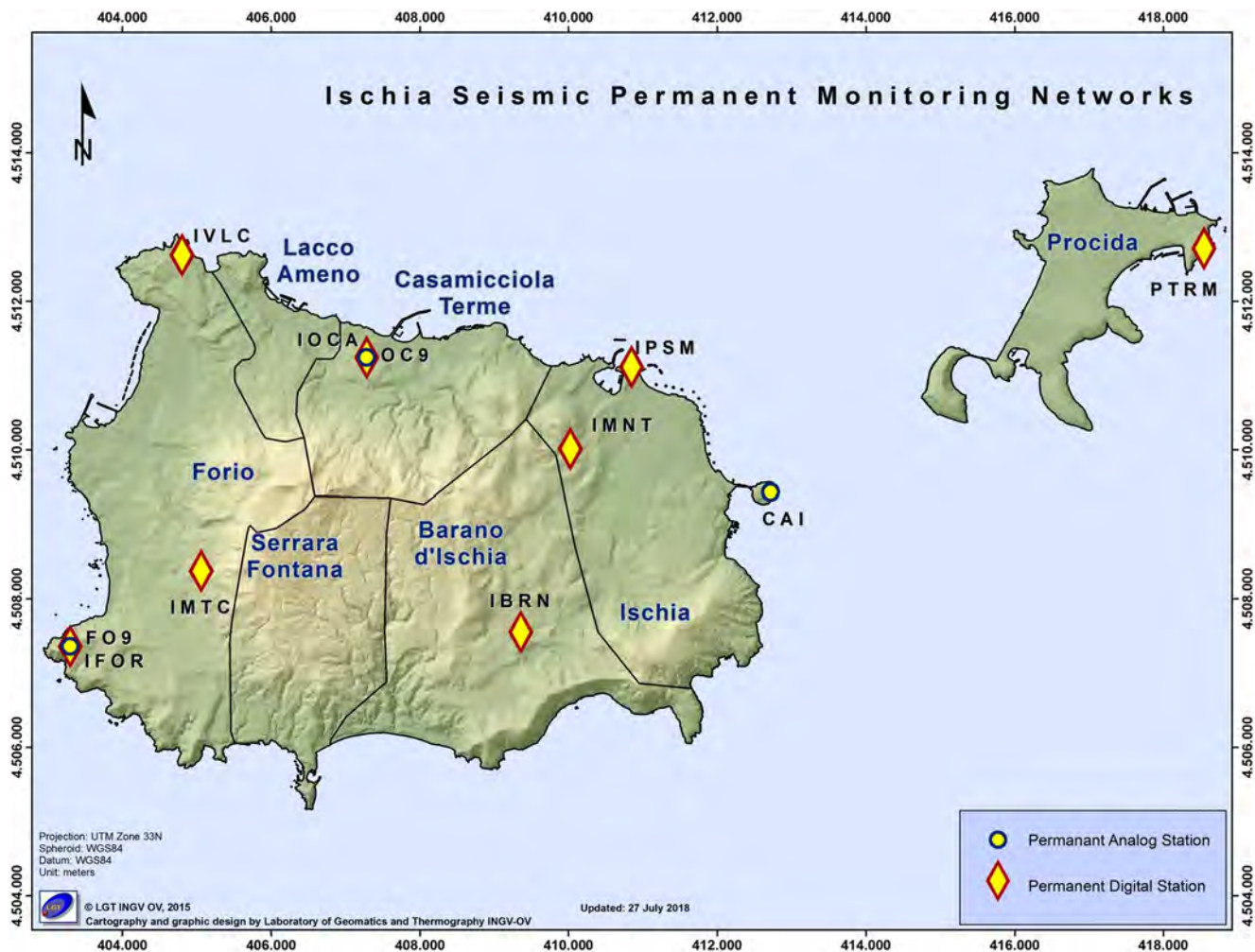


Figura 16 Ischia Permanent Seismic Monitoring Network.

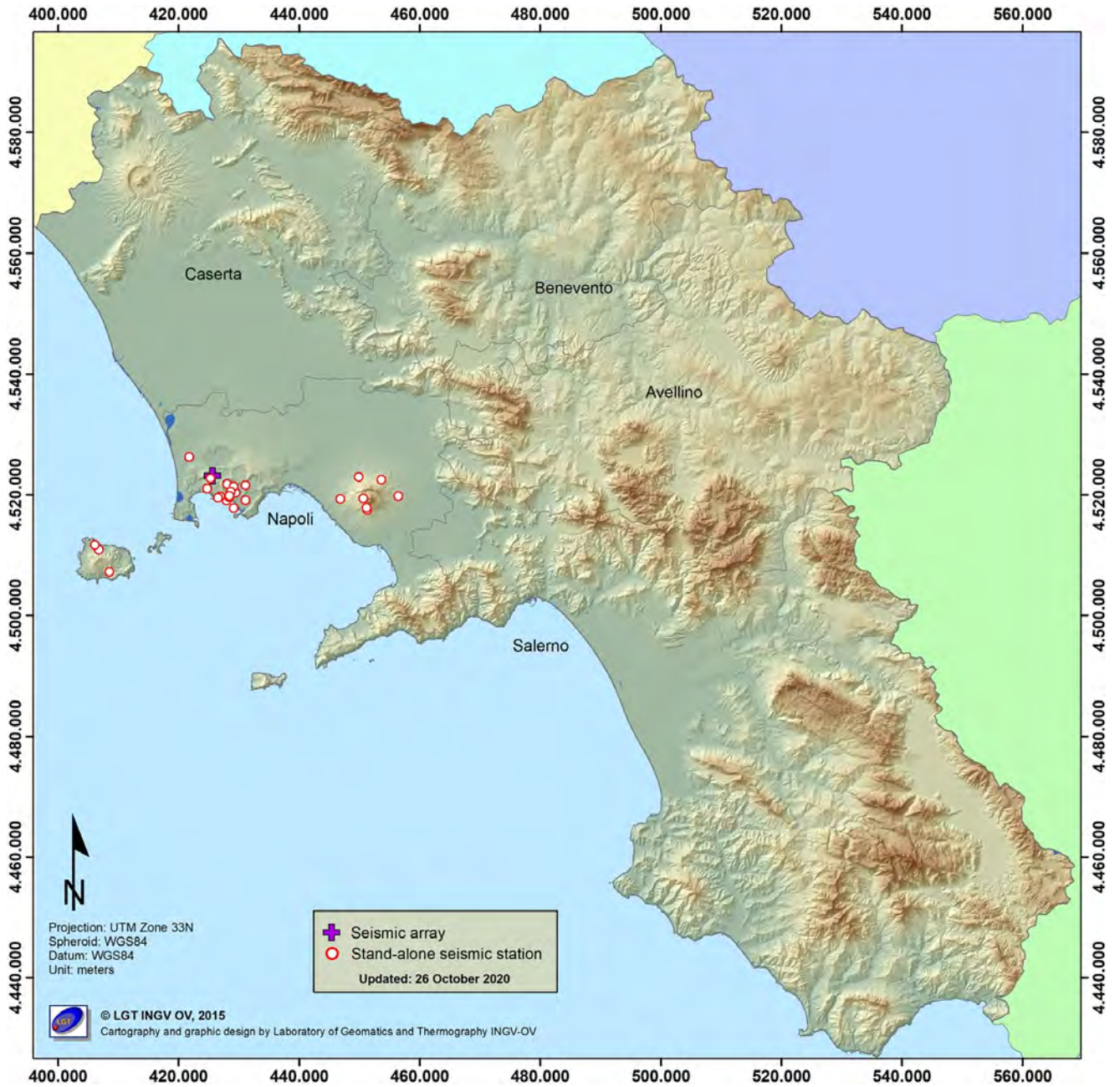


Figura 17 Campania Stand-alone Seismic Monitoring Network.

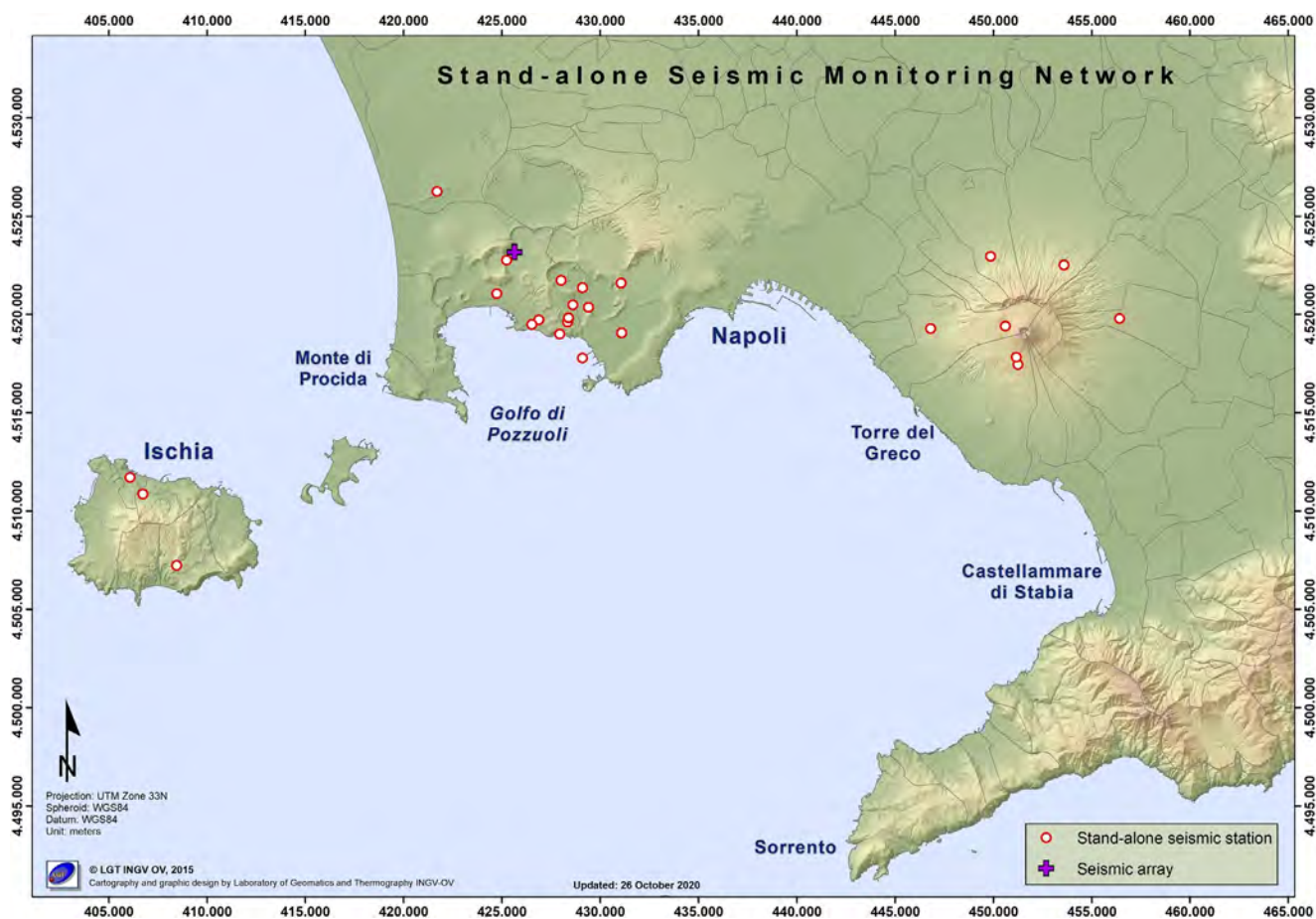


Figura 18 Volcanic Area Stand-alone Seismic Monitoring Network.



Figura 19 Vesuvio Stand-alone Seismic Monitoring Network.



Figura 20 Campi Flegrei Stand-alone Seismic Monitoring Network.

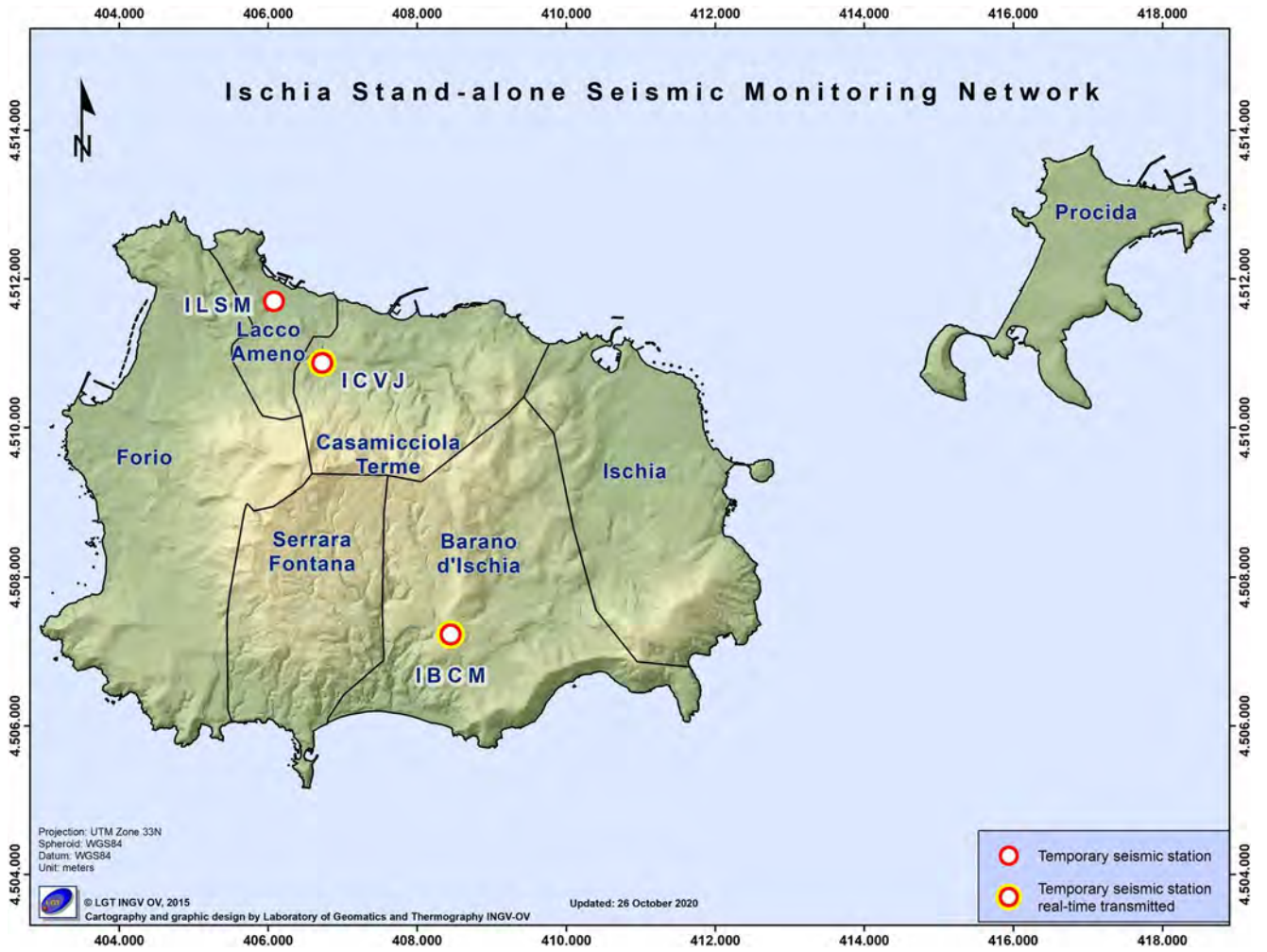


Figura 21 Ischia Stand-alone Seismic Monitoring Network.

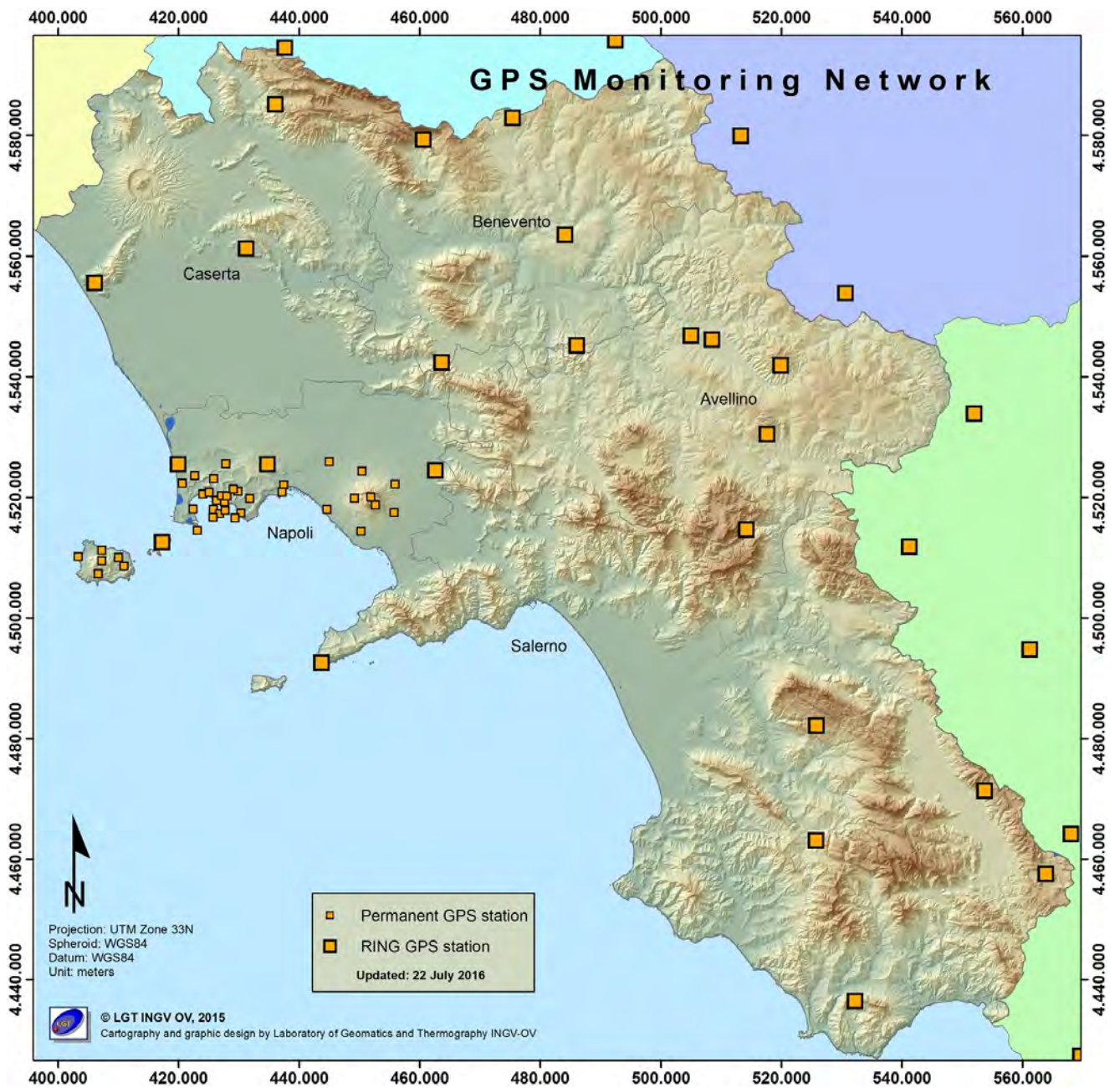


Figura 22 Campania GPS Monitoring Network.

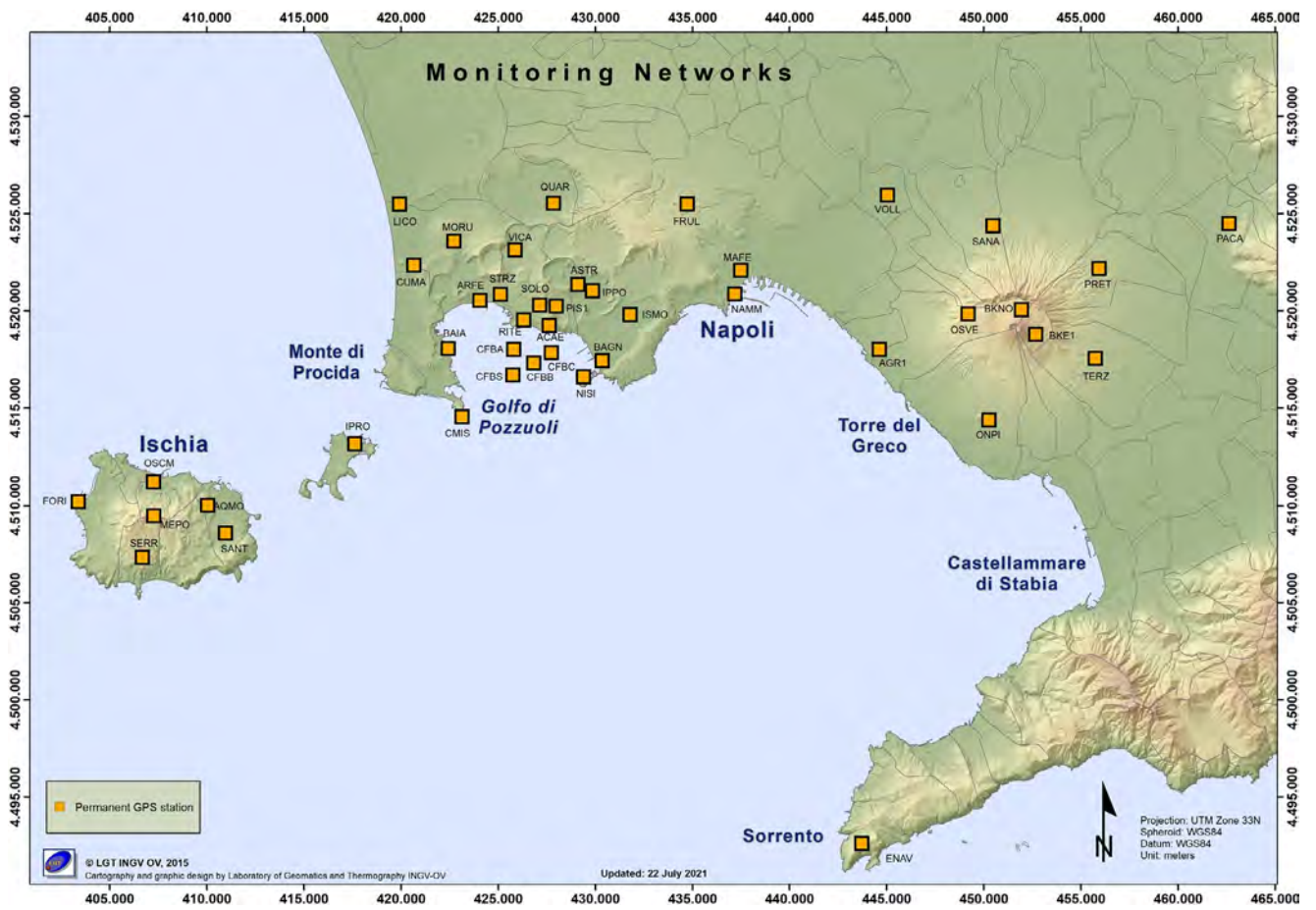


Figura 23 Volcanic Area GPS Monitoring Network.



Figura 24 Vesuvio GPS Monitoring Network.

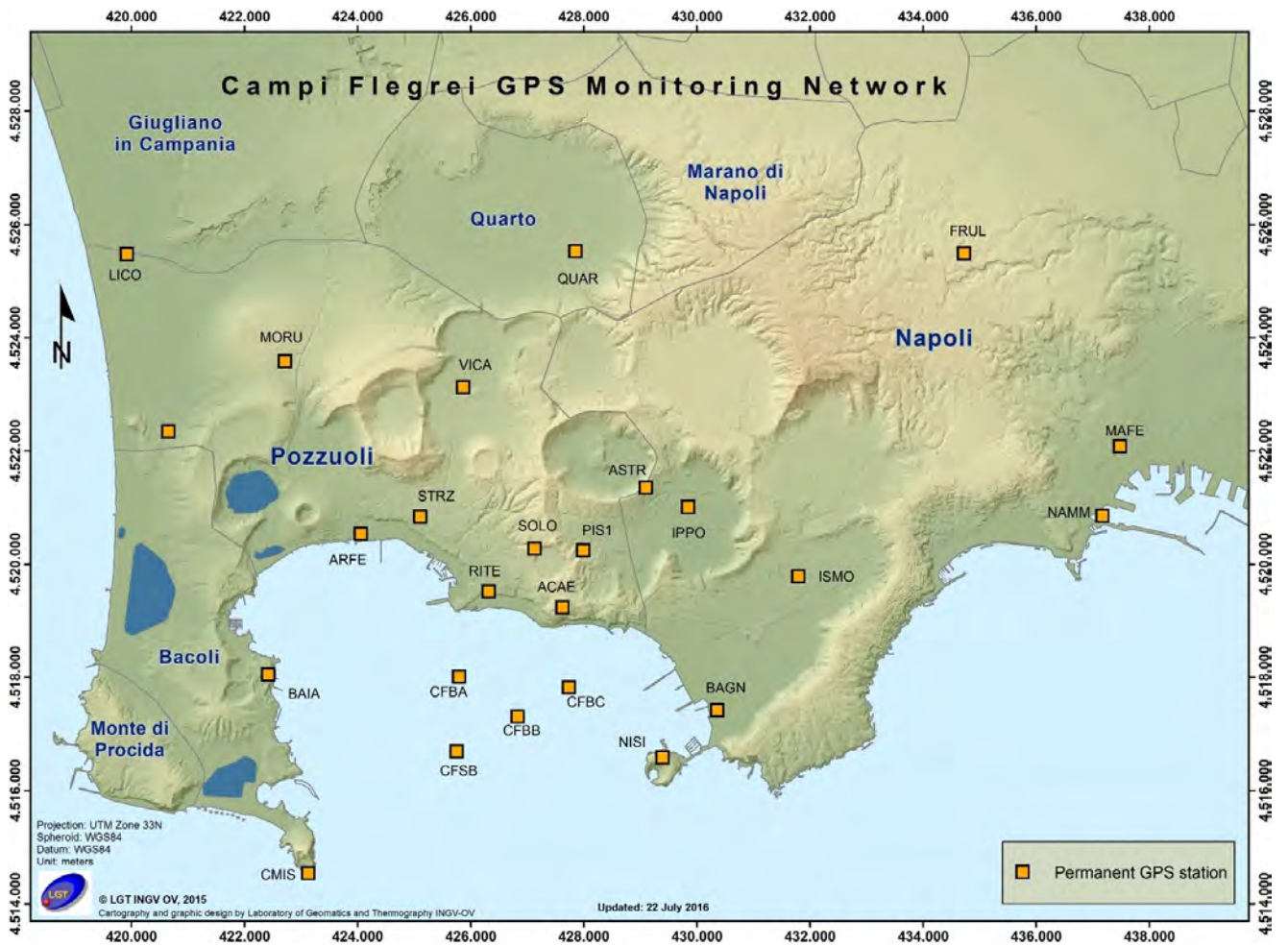


Figura 25 Campi Flegrei GPS Monitoring Network.

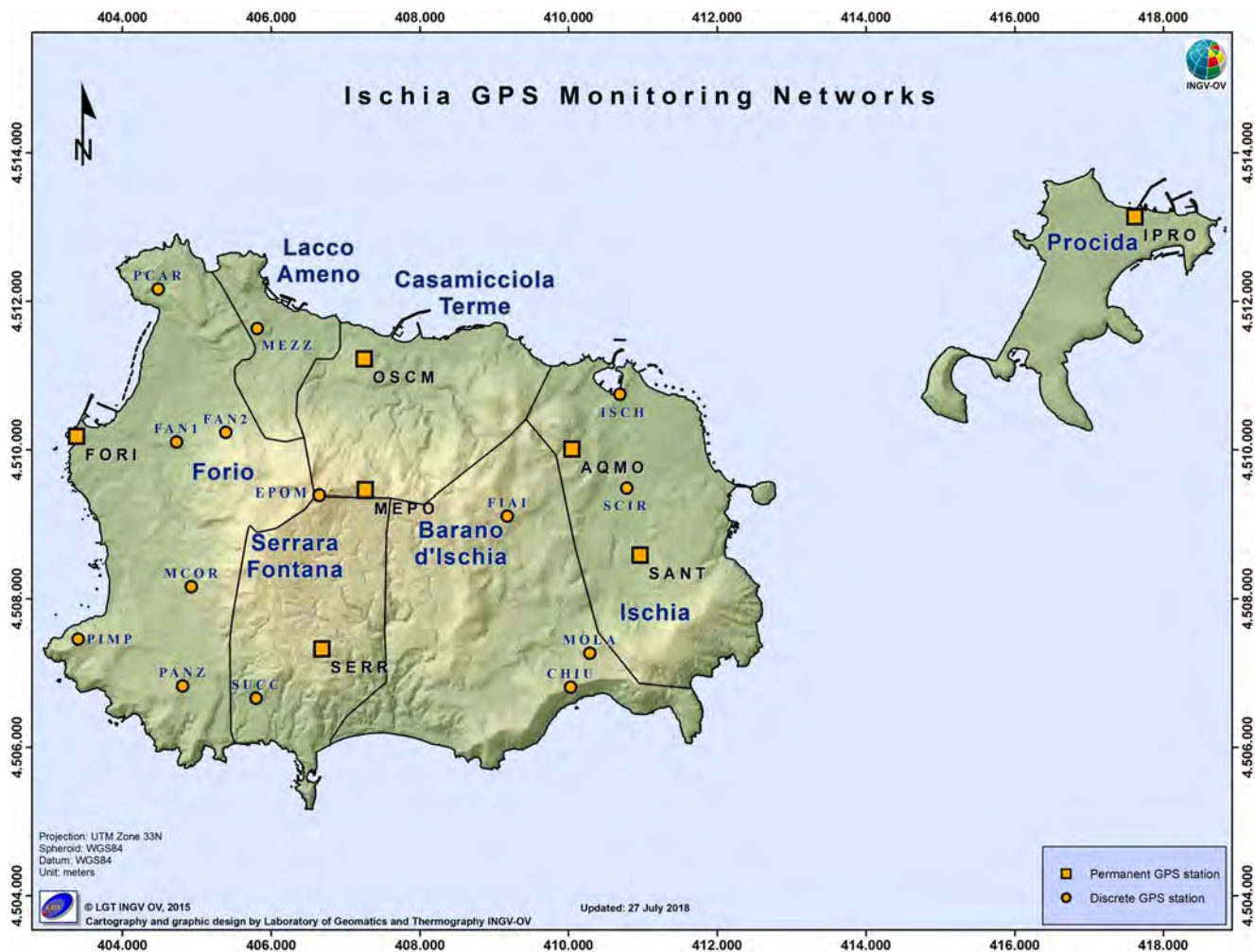


Figura 26 Ischia GPS Monitoring Network.

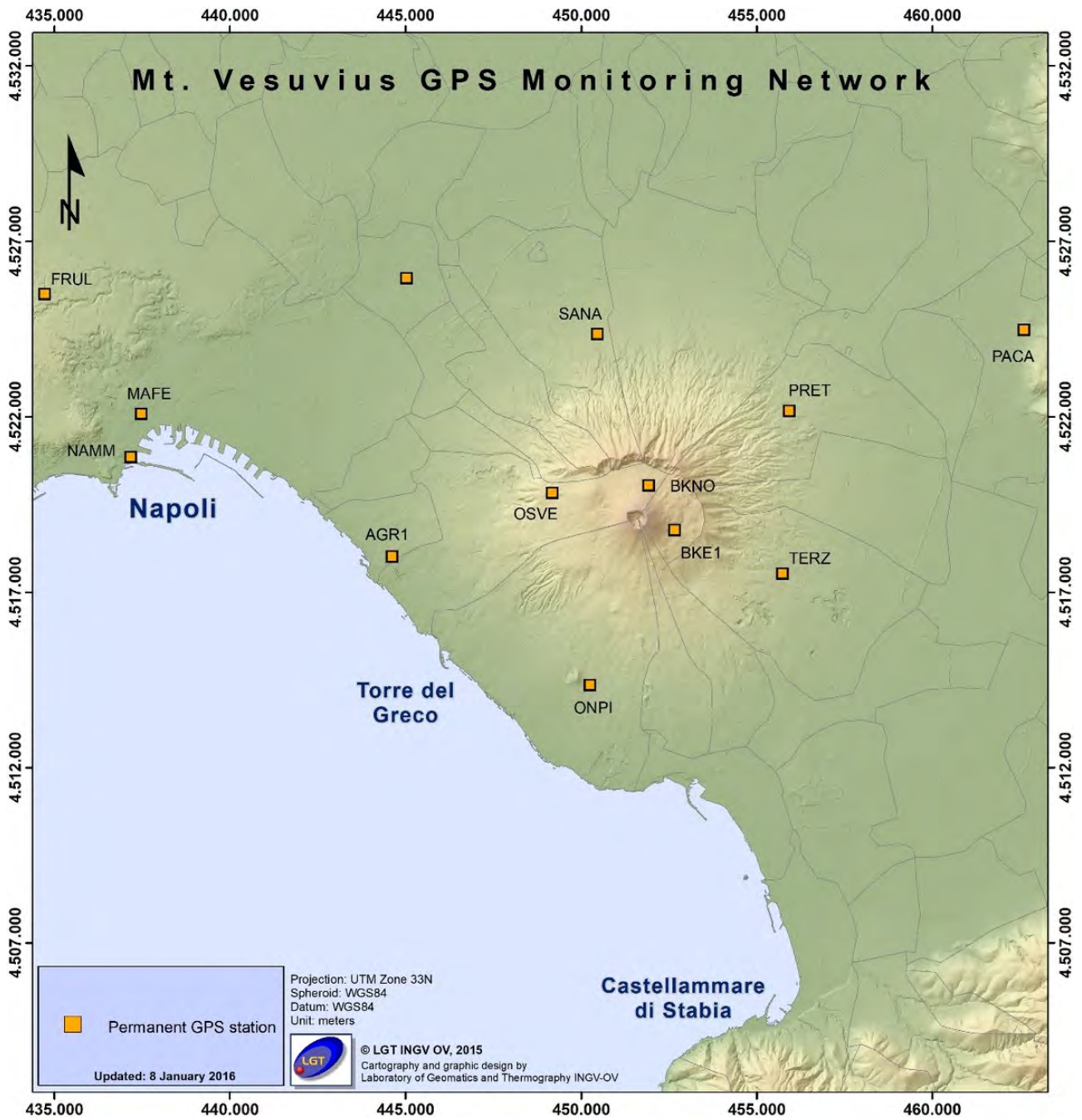


Figura 27 Volcanic Area Tiltmeter Monitoring Network.



Figura 28 Vesuvio Tiltmeter Monitoring Network.

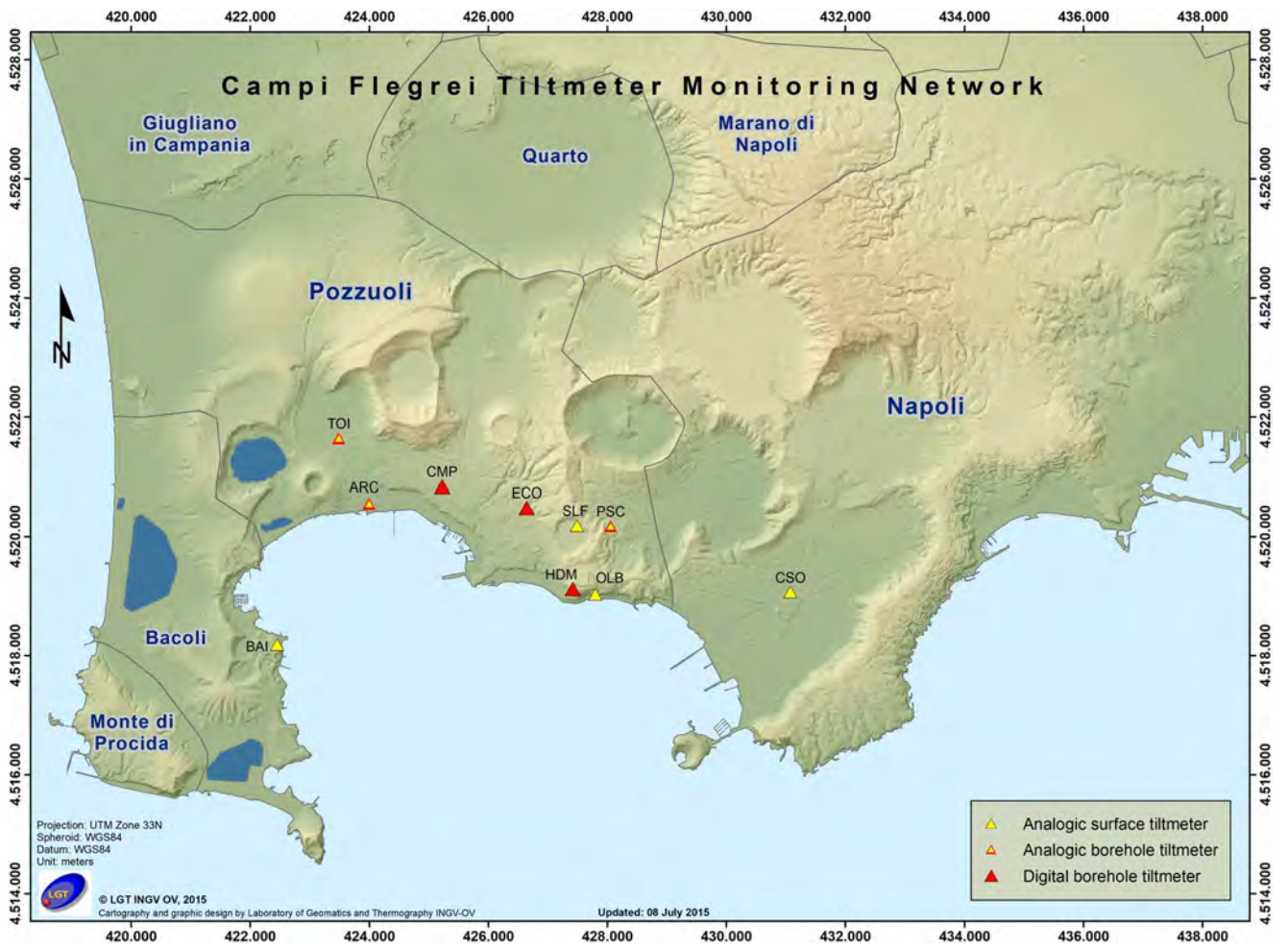


Figura 29 Campi Flegrei Tiltmeter Monitoring Network.



Figura 30 Ischia Tiltmeter Monitoring Network.

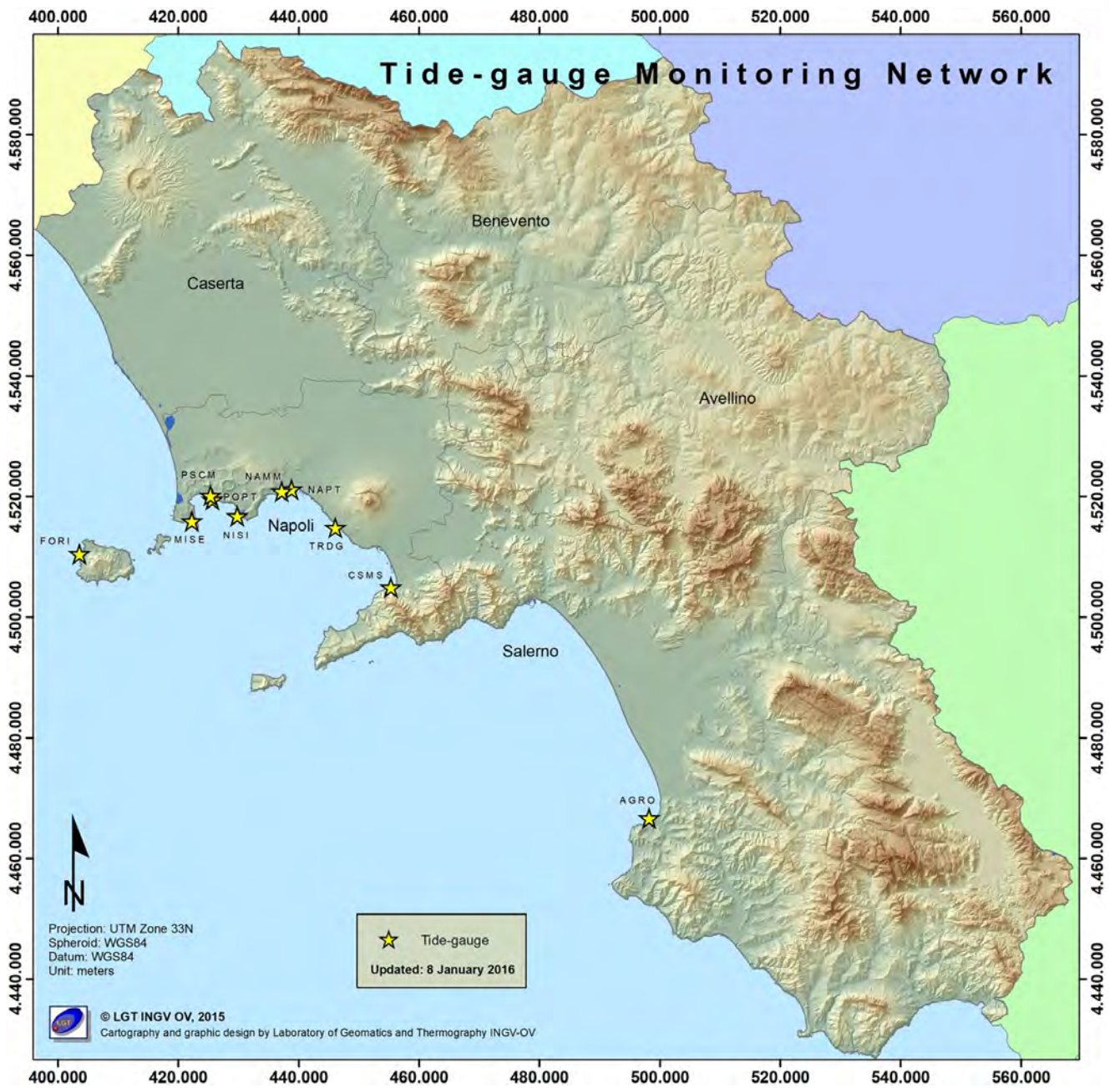


Figura 31 Campania Tide-gauge Monitoring Network.

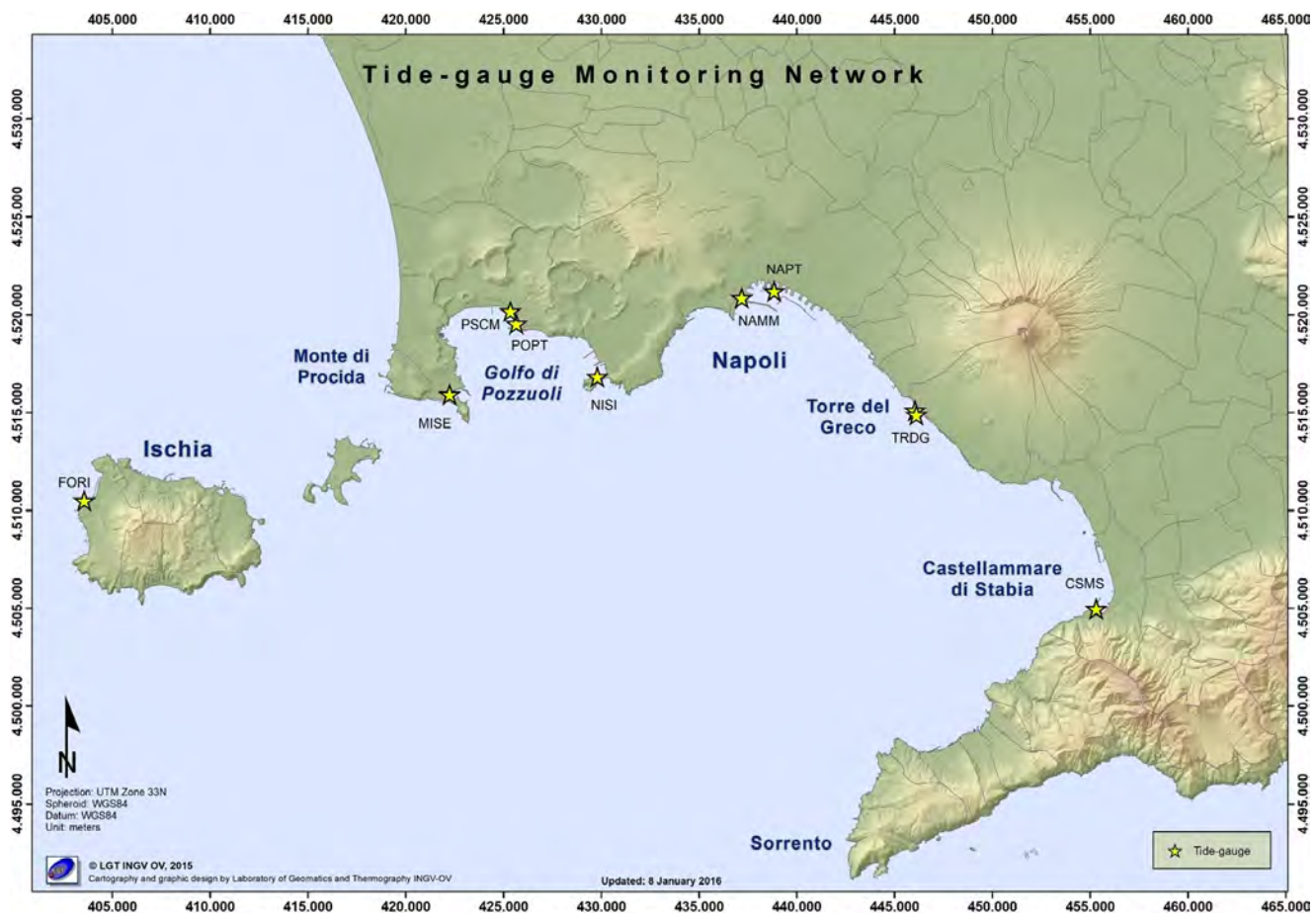


Figura 32 Volcanic Area Tide-gauge Monitoring Network.

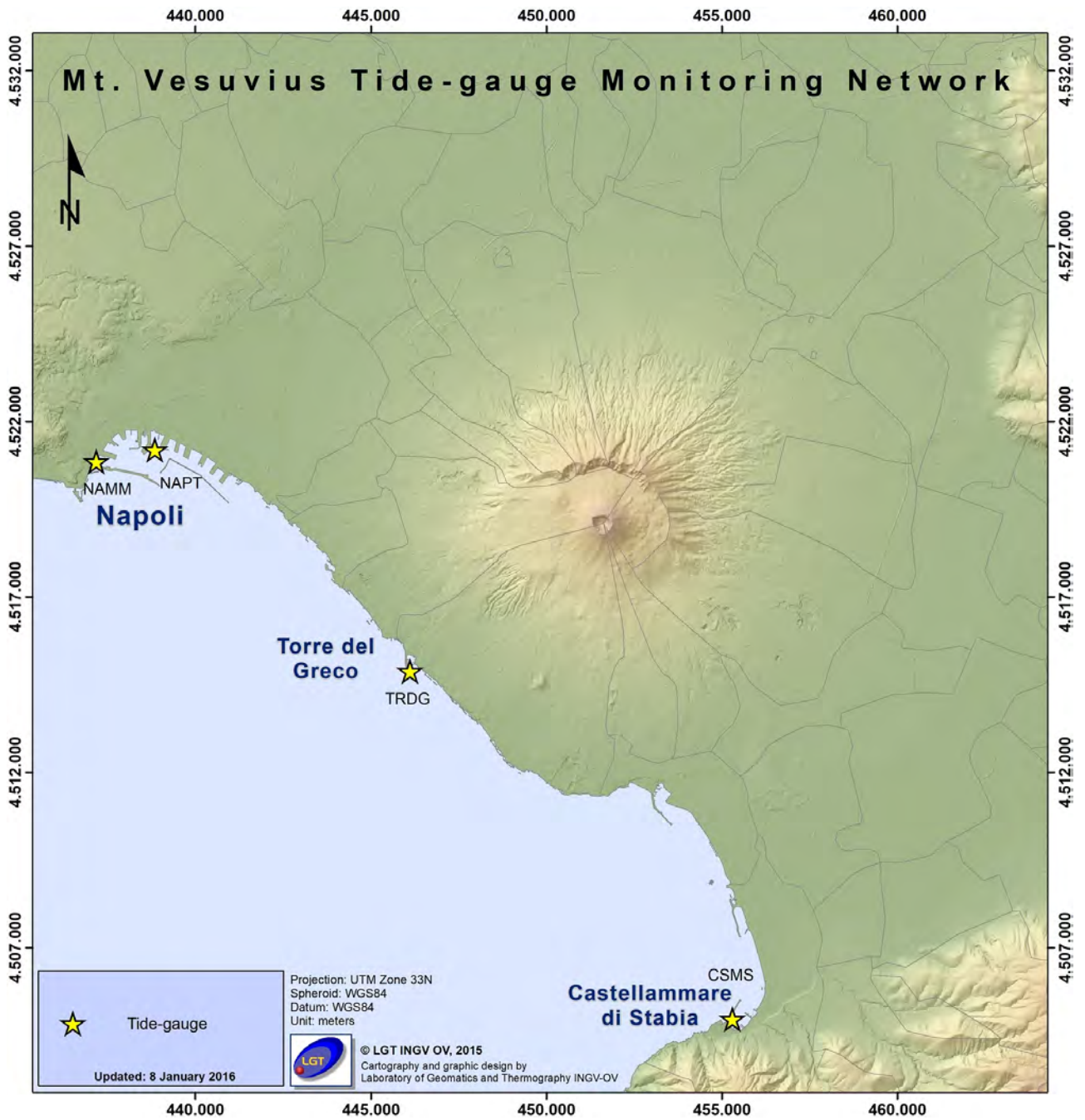


Figura 33 Vesuvio Tide-gauge Monitoring Network.

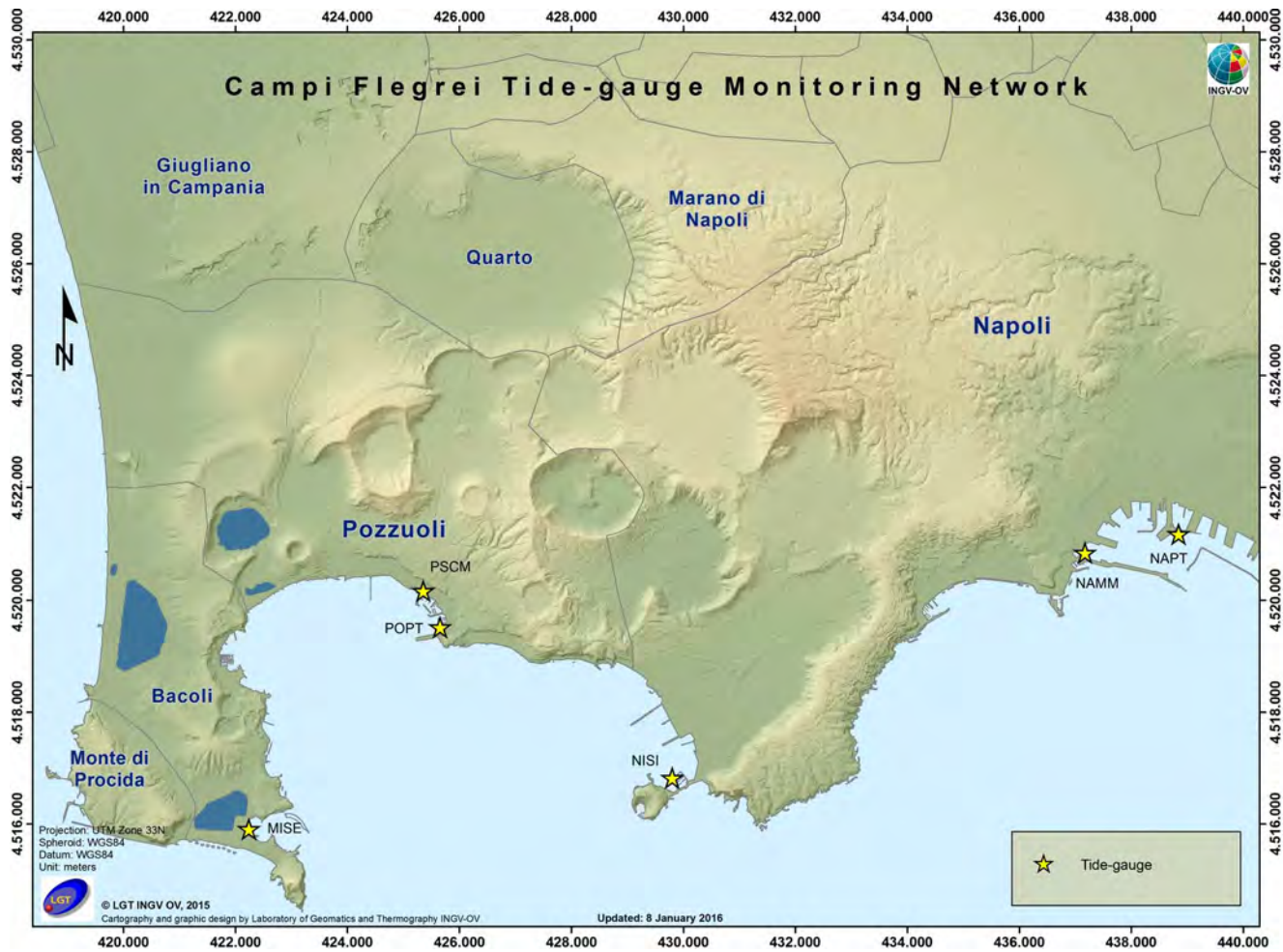


Figura 34 Campi Flegrei Tide-gauge Monitoring Network.



Figura 35 Ischia Tide-gauge Monitoring Network.

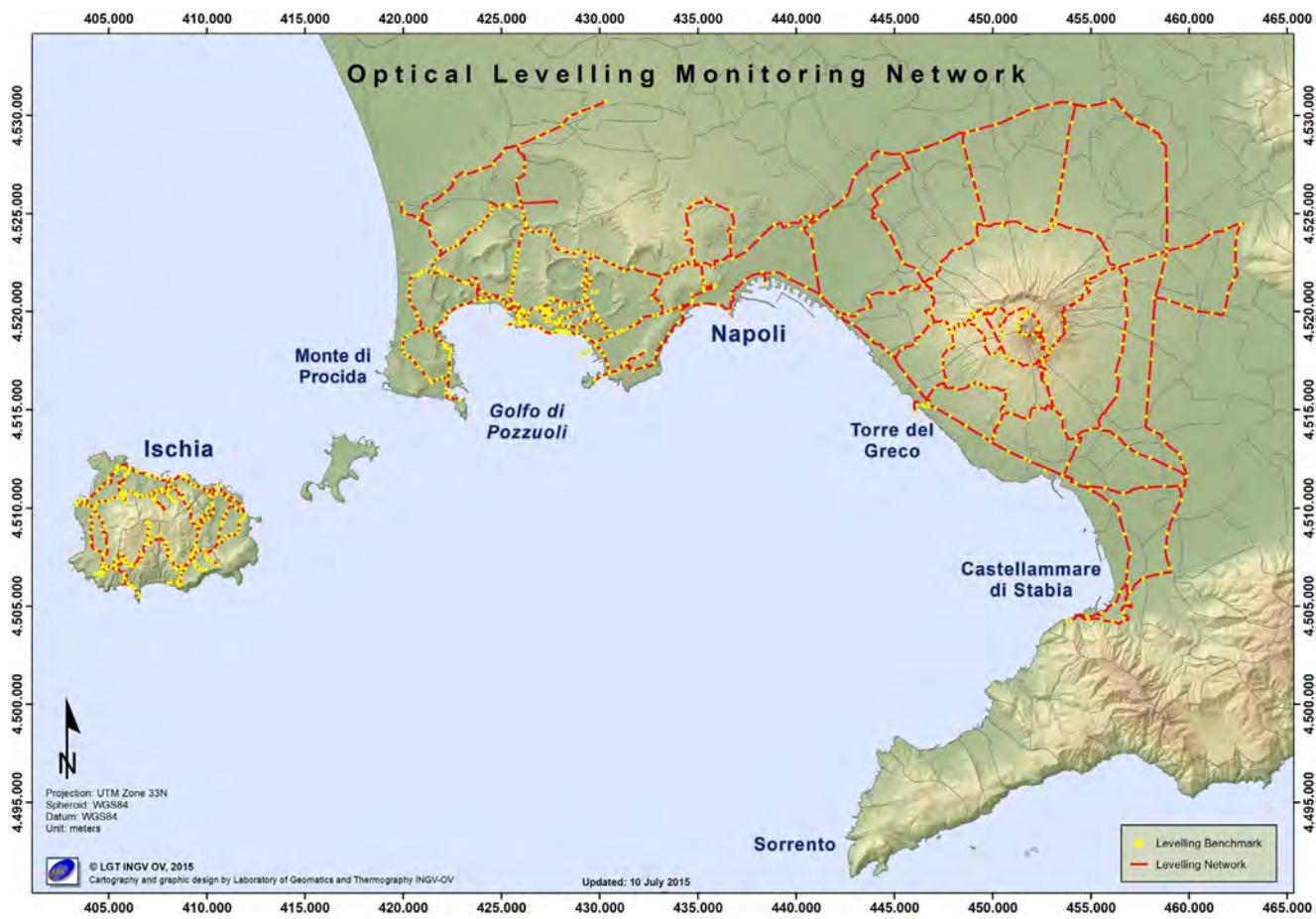


Figura 36 Volcanic Area Optical Levelling Monitoring Network.

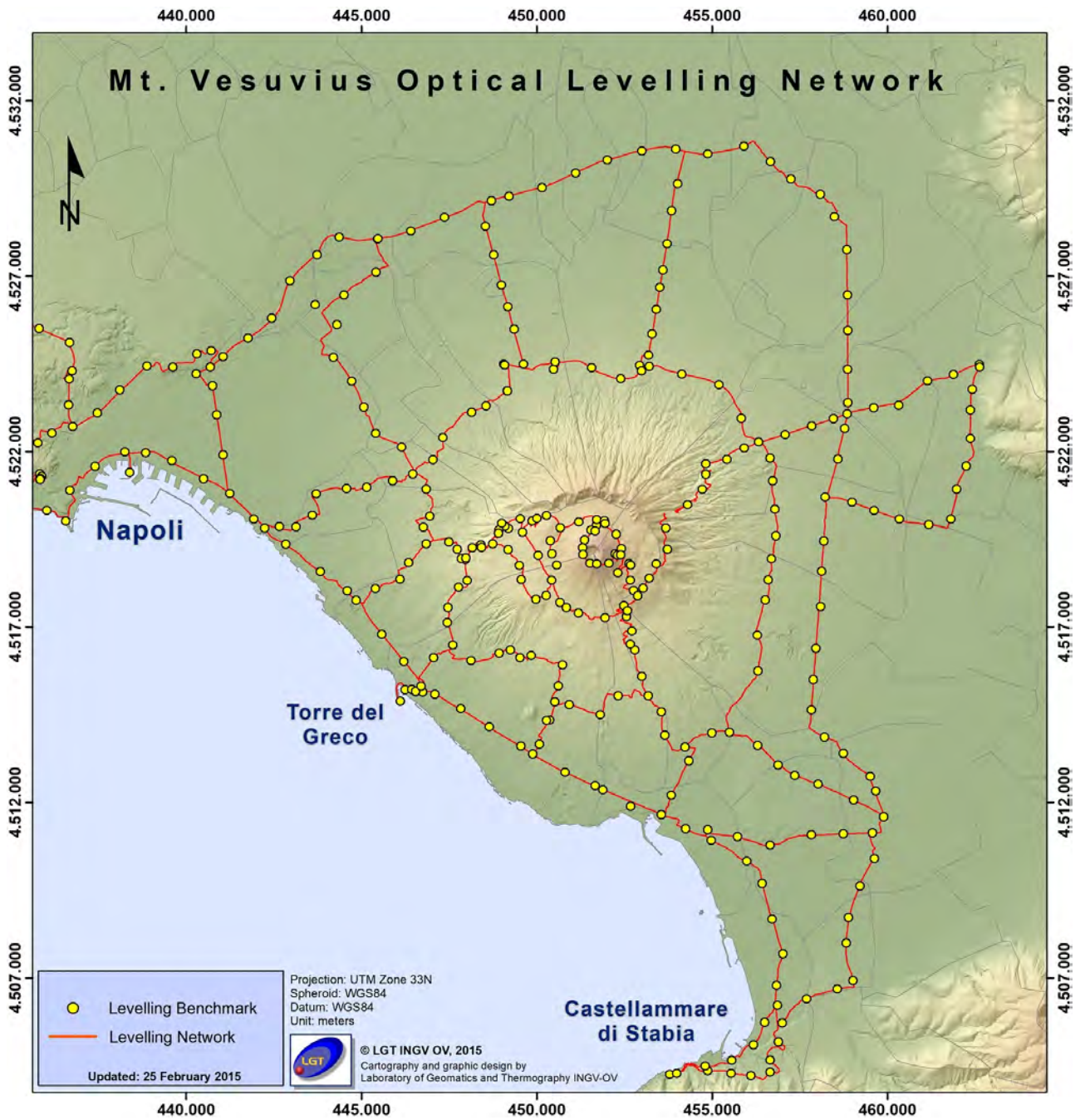


Figura 37 Vesuvio Optical Levelling Monitoring Network.

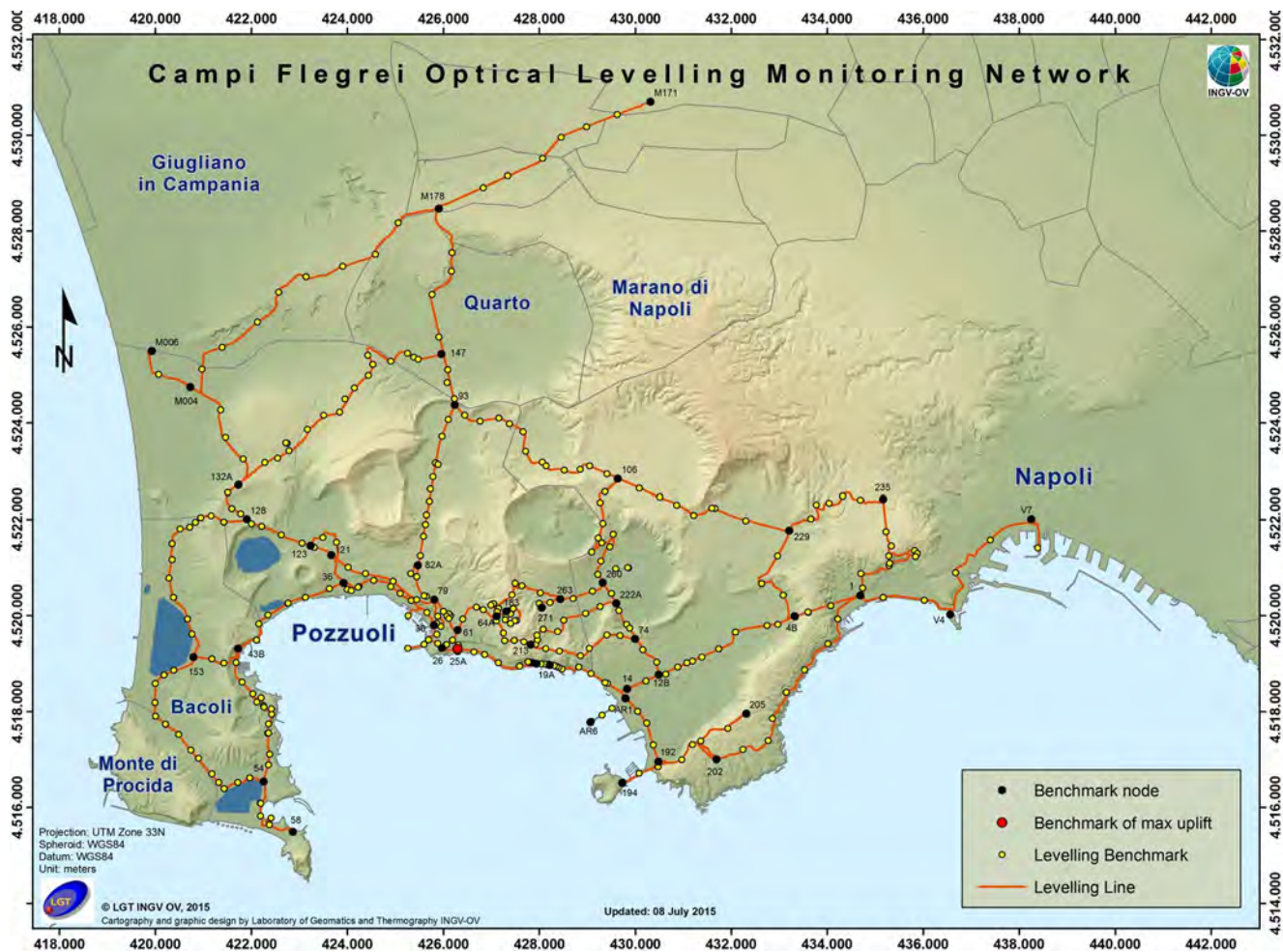


Figura 38 Campi Flegrei Optical Levelling Monitoring Network.



Figura 39 Ischia Optical Levelling Monitoring Network.

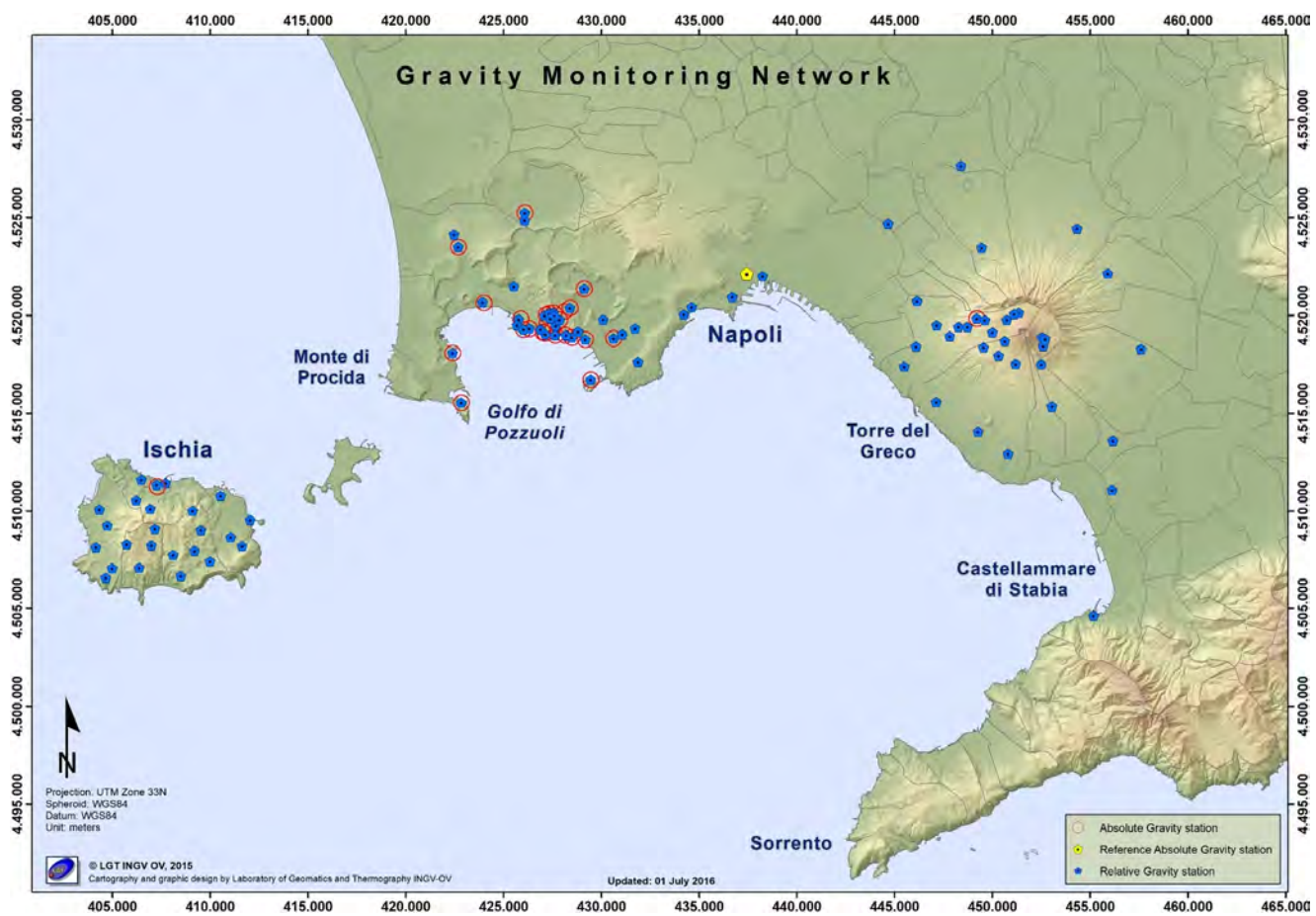


Figura 40 Volcanic Area Gravity Monitoring Network.

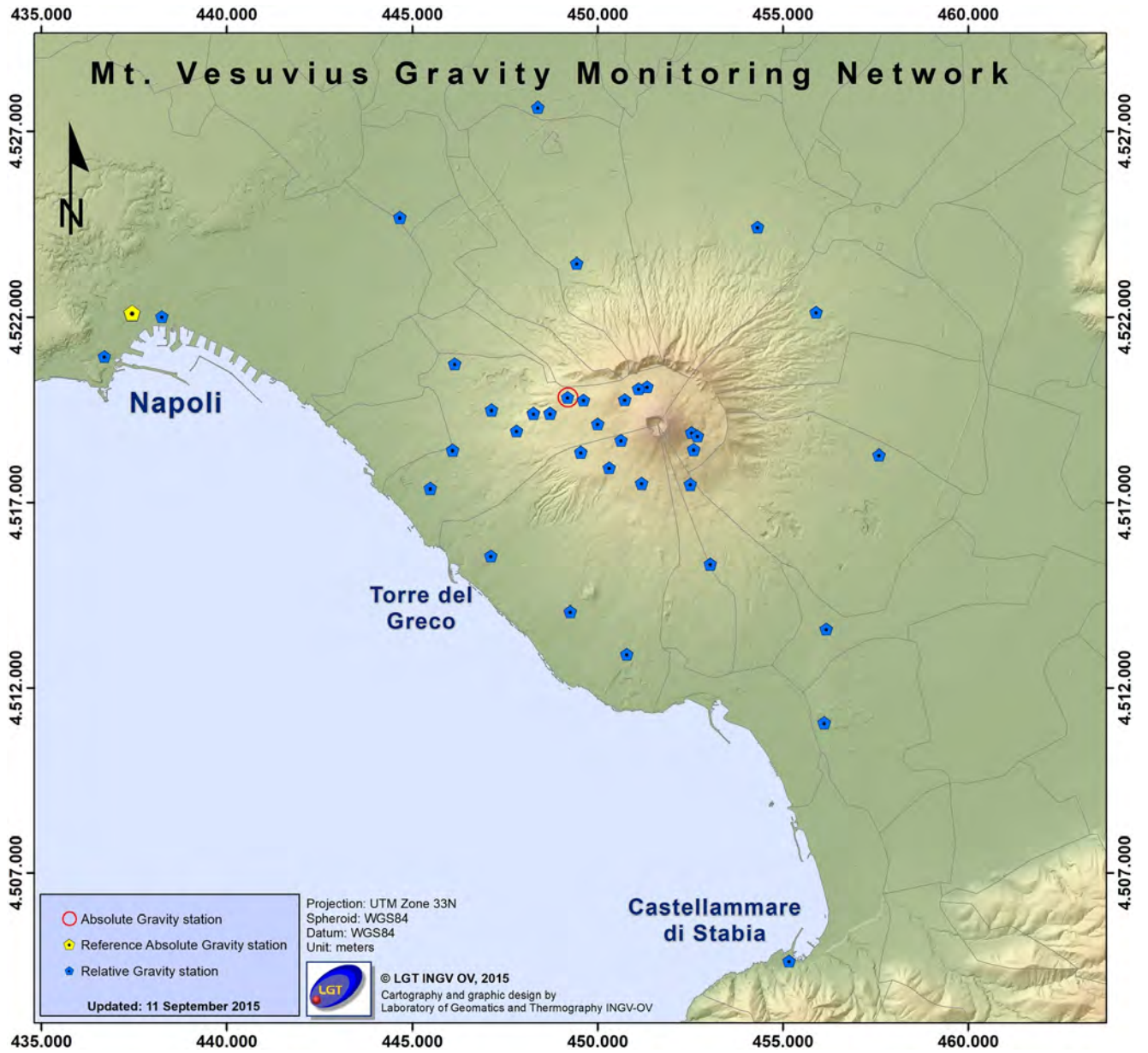


Figura 41 Vesuvio Gravity Monitoring Network.

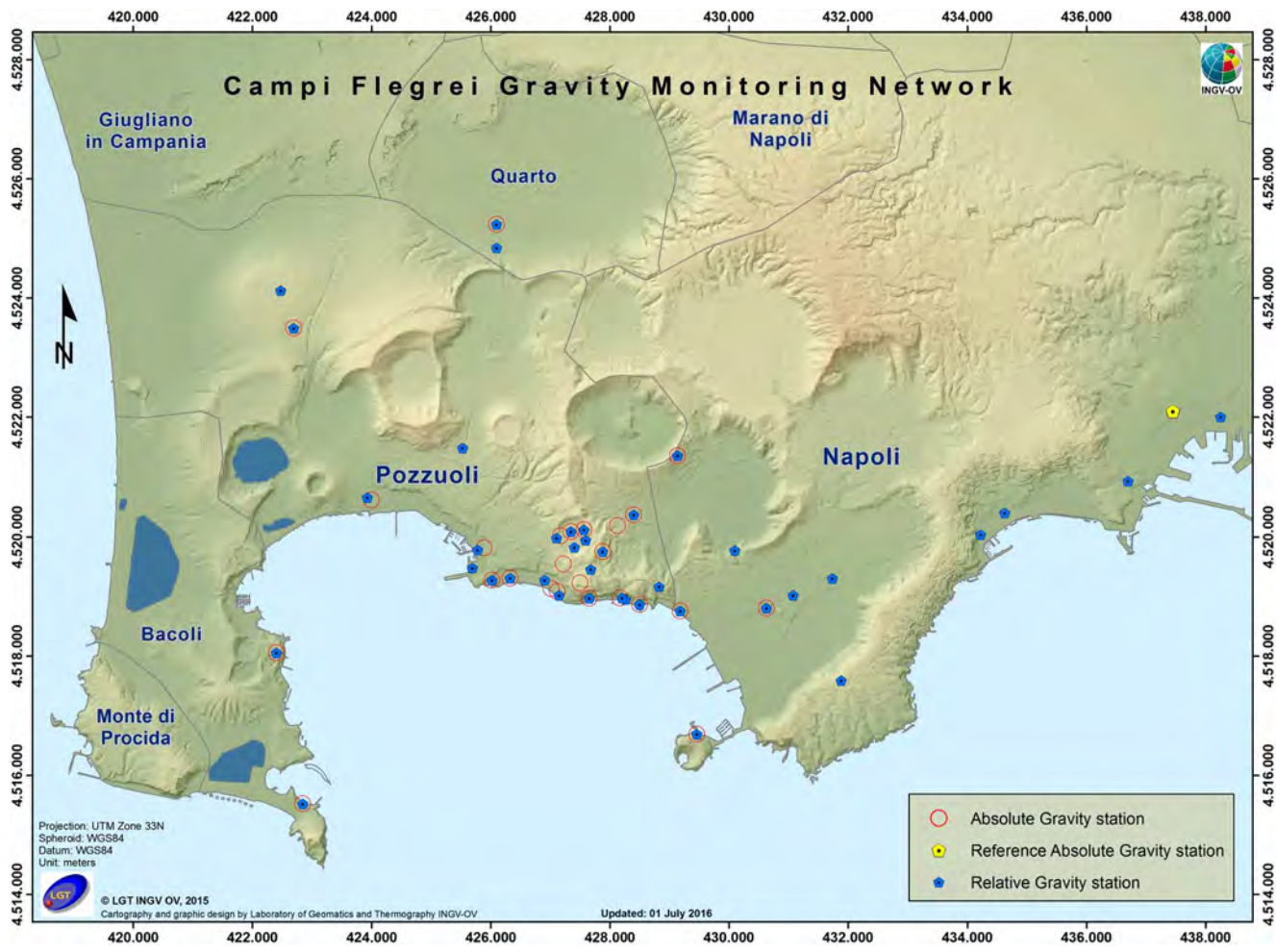


Figura 42 Campi Flegrei Gravity Monitoring Network.



Figura 43 Ischia Gravity Monitoring Network.

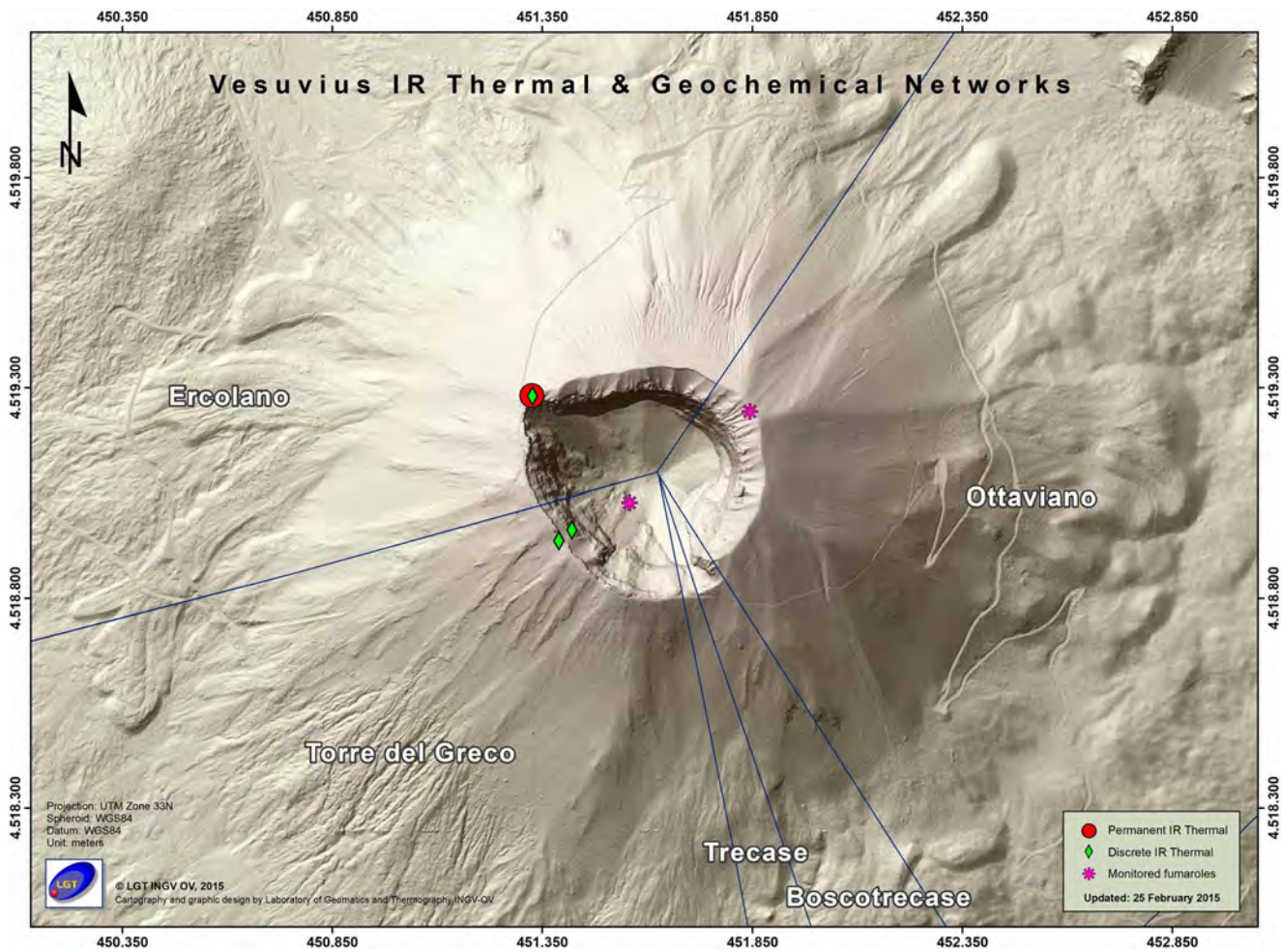


Figura 44 Vesuvio IR Thermal & Geochemical Network.

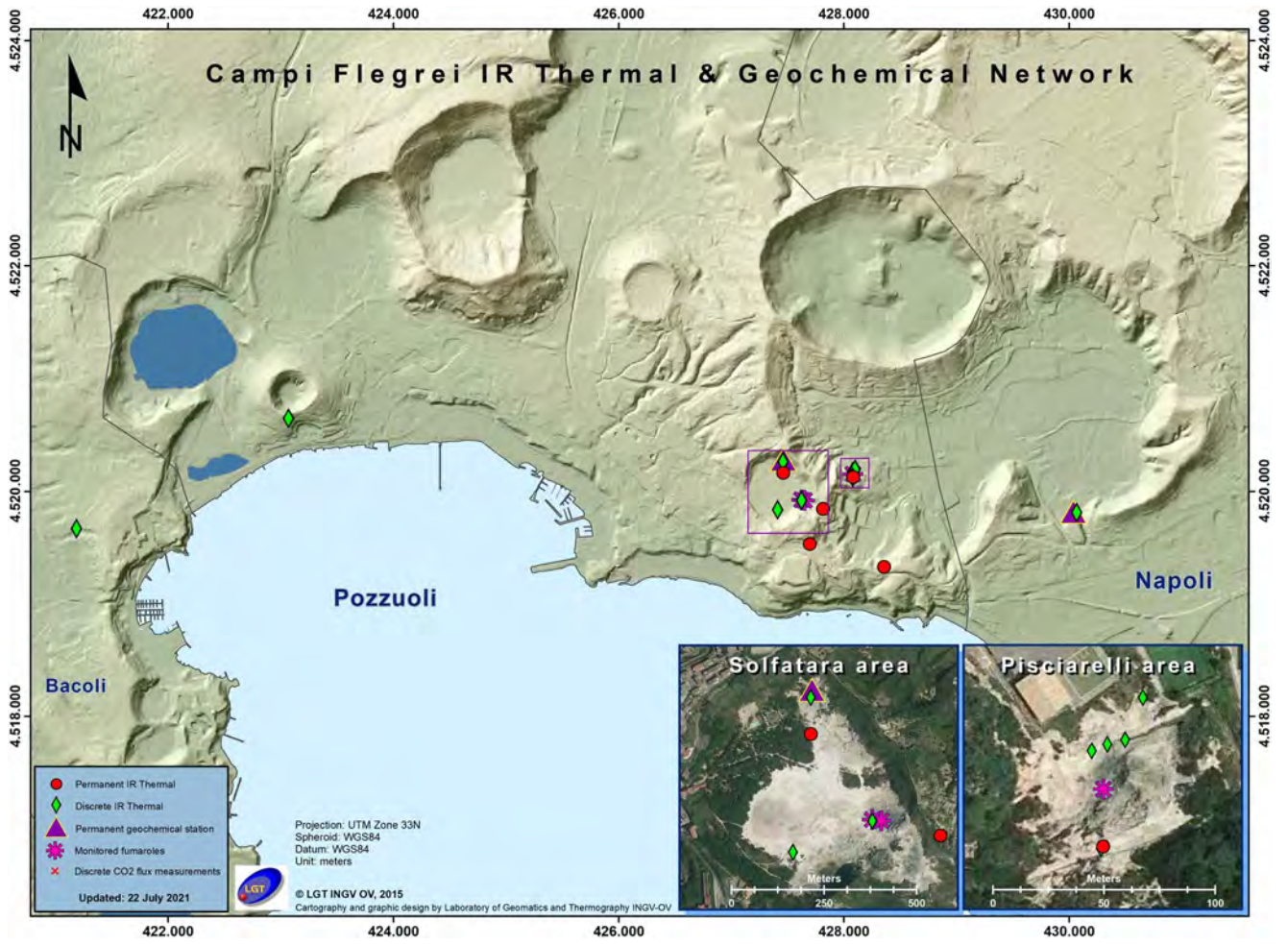


Figura 45 Campi Flegrei IR Thermal & Geochemical Network.



Figura 46 Ischia IR Thermal Network.

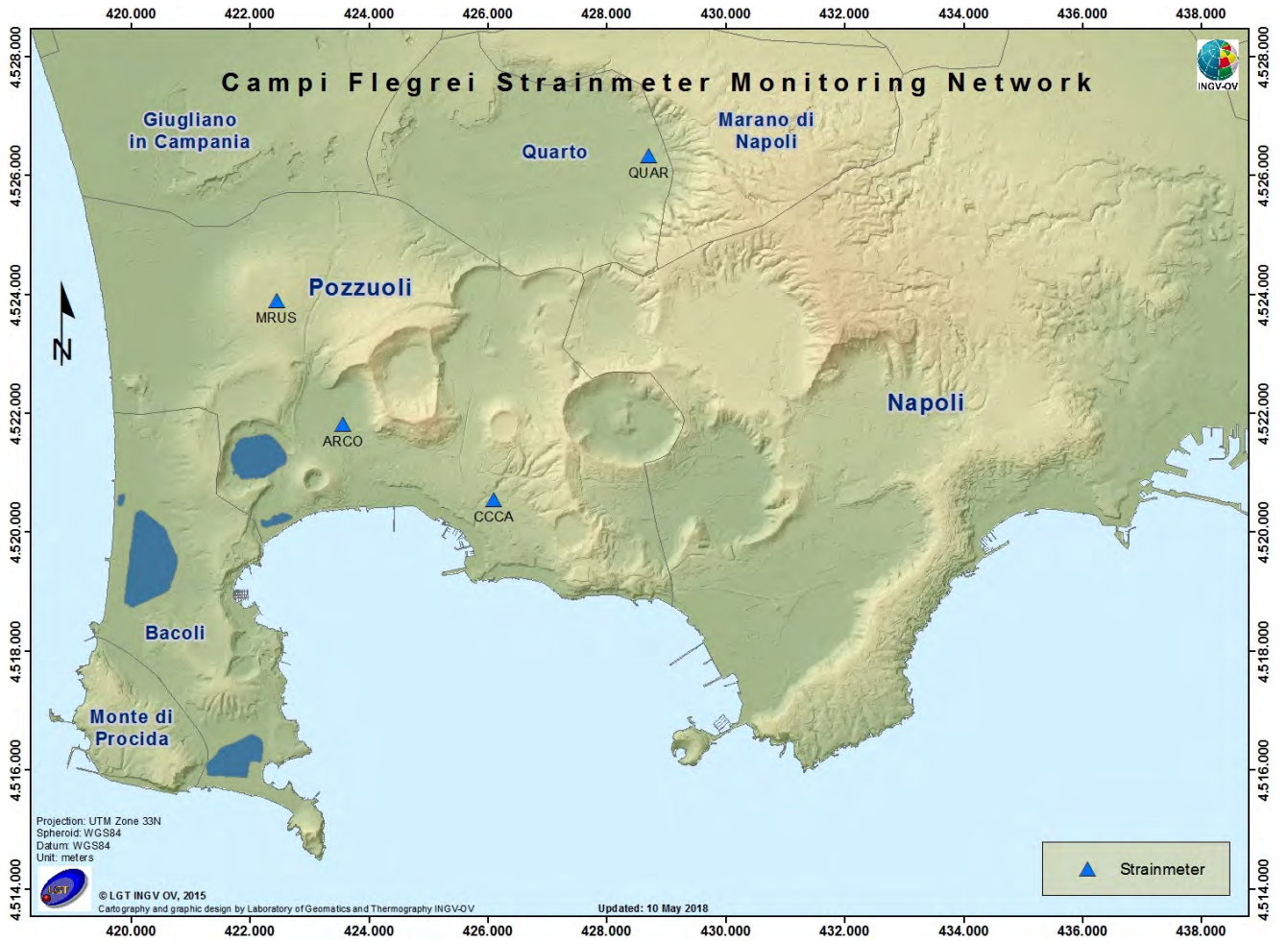


Figura 47 Campi Flegrei Strainmeter Monitoring Network.

QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

Coordinamento editoriale

Francesca DI STEFANO
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Progetto grafico

Barbara ANGIONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Impaginazione

Barbara ANGIONI
Patrizia PANTANI
Massimiliano CASCONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

©2022

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605
00143 Roma
tel. +39 06518601

www.ingv.it



Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Monitoraggio
Sismico

Monitoraggio
Geodetico

Monitoraggio
Vulcanologico

Monitoraggio
Geochimico



VESUVIO

CAMPI FLEGREI



ISCHIA



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA