



RAPPORTI TECNICI INGV

SISMIKO: Strumenti operativi per la
gestione delle emergenze sismiche
sviluppati in ArcGIS



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

499



Direttore Responsabile

Daniela VERSACE

Editor in Chief

Milena MORETTI

Editorial Board

Laura ALFONSI

Christian BIGNAMI

Simona CARANNANTE

Viviana CASTELLI

Luca COCCHI

Luigi CUCCI

Lorenzo CUGLIARI

Alessia DI CAPRIO

Roberto DI MARTINO

Domenico DI MAURO

Domenico DORONZO

Filippo GRECO

Alessandro IAROCCI

Mario MATTIA

Daniele MELINI

Anna NARDI

Lucia NARDONE

Marco OLIVIERI

Pierangelo ROMANO

Maurizio SOLDANI

Sara STOPPONI

Umberto TAMMARO

Andrea TERTULLIANI

Stefano URBINI

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.173 | 2014, 23 LUGLIO

© INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Presidente INGV

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma

Tutti i diritti riservati

www.ingv.it



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

RAPPORTI TECNICI INGV

SISMIKO: Strumenti operativi per la gestione delle emergenze sismiche sviluppati in ArcGIS

SISMIKO: Operational tools for the management of seismic emergencies based on ArcGIS

Marina Pastori^{1,*}, Sergio Falcone¹, Raffaele Moschillo², Adriano Cavaliere¹, Lucia Nardone³, Michele D'Ambrosio⁴

¹INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Nazionale Terremoti

²INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Irpinia

³INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Vesuviano

⁴INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa

*Corresponding author

Accettato 28 maggio 2025 | Accepted May 28, 2025

How to cite | Come citare Pastori M., Falcone S., Moschillo R., Cavaliere A., Nardone L., D'Ambrosio M., (2025). SISMIKO: Strumenti operativi per la gestione delle emergenze sismiche sviluppati in ARCGIS. Rapp. Tec. INGV, 499: 1-30, <https://doi.org/10.13127/rpt/499>

In copertina | Interfaccia dell'applicazione web Pianificazione Emergenza Sismica | Cover | Web application interface of the Pianificazione Emergenza Sismica

499

INDICE

Riassunto	7
<i>Abstract</i>	7
Introduzione	7
1. Manuale Operativo: l'applicazione web Pianificazione Emergenza Sismica	9
1.1 Pianificazione di una emergenza sismica	10
1.2 Progettazione della rete sismica teorica	11
1.3 Risorse aggiuntive	13
2. Manuale Operativo: la scheda stazione digitale SISMIKO Survey	14
2.1 Installazione e download della scheda stazione digitale	15
2.2 Compilazione del modulo di rilevamento	16
2.3 Gestione dei moduli compilati	18
2.4 Archiviazione e condivisione delle informazioni	19
2.5 Integrazione delle tabelle geografiche e i dati raccolti in campagna	20
3. Interoperabilità tra Survey123 e Make	21
3.1 Struttura dello scenario	21
4. La dashboard: Interventi di Manutenzione alla Rete di Pronto Intervento	23
5. Report cartografico	24
6. Conclusioni	25
Ringraziamenti	26
Bibliografia	26
Sitografia	27

Riassunto

In questo lavoro presentiamo una serie di strumenti sviluppati in ambiente ArcGis dal Gruppo di Attività *Piattaforma Condivisione Dati* del Gruppo Operativo in emergenza SISMIKO, dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Tali strumenti permettono la pianificazione delle installazioni, la condivisione delle informazioni con le squadre operative sul campo, la raccolta dei dati di campagna e la generazione di schede stazione e *report* aggiornati durante le emergenze sismiche. La piattaforma *cloud ArcGIS Online* svolge un ruolo centrale nell'archiviazione dei dati geografici, nell'accesso remoto alle informazioni e nella condivisione immediata di mappe e *report*, migliorando l'efficacia della risposta e la gestione delle risorse durante situazioni di emergenza. Le funzionalità avanzate di creazione di mappe interattive e di analisi geospaziale ottimizzano il processo decisionale, mentre i sistemi di sicurezza e controllo degli accessi garantiscono che solo gli utenti autorizzati possano consultare e gestire i dati.

Questi strumenti, sviluppati per soddisfare le esigenze di SISMIKO, ottimizzano i processi di raccolta, condivisione e analisi delle informazioni sulle installazioni in tempo quasi reale, fornendo un supporto efficace e tempestivo alle attività di gestione delle operazioni sul campo durante le emergenze sismiche.

Abstract

In this work, we present a suite of tools developed within the ArcGIS environment by the Piattaforma Condivisione Dati Task Group of the SISMIKO Emergency Operational Group, part of the Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. These tools support the planning of station deployments, real-time information sharing with field teams, systematic collection of field data, and the automated production of station forms and updated reports during the seismic emergencies.

The ArcGIS Online cloud platform plays a central role in storing geographic data, enabling remote access to information, and facilitating the immediate sharing of maps and reports. This enhances the effectiveness of emergency response efforts and resource management. Its advanced features for creating interactive maps and performing geospatial analyses further support decision-making processes, while robust security and access control systems ensure that only authorized users are able to view and manage the data.

Specifically developed to meet the operational needs of SISMIKO, these tools streamline the processes of data collection, sharing, and analysis related to sensor deployments in near real-time, providing timely and effective support to field operations during seismic emergencies.

Keywords SISMIKO; ArcGIS; Strumenti Operativi; Gestione delle emergenze | Operational Tools; Emergency Management

Introduzione

SISMIKO è uno dei sei Gruppi Operativi (GO) di cui attualmente dispone l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) per la gestione di una emergenza sismica o da maremoto [Moretti et al., 2023];[1]. Il GO si attiva automaticamente in seguito a eventi sismici di magnitudo $M_L \geq 5.0$ o durante sequenze sismiche prolungate che interessano il territorio italiano.

L'obiettivo principale di SISMIKO consiste nel potenziamento della Rete Sismica Nazionale (RSN [Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2005];[2]) in area epicentrale attraverso l'installazione tempestiva di stazioni sismiche temporanee a integrazione di quelle permanenti.

Questa implementazione è utile per aumentare la capacità di detezione dei terremoti e la qualità delle localizzazioni, offrendo una visione più dettagliata e affidabile della distribuzione della sismicità. SISMIKO è presente in diverse sedi dell'INGV e, dal 2020, è organizzato in Gruppi di Attività (GdA) tematici, con l'obiettivo di armonizzare il contributo delle unità di personale afferenti al gruppo operativo.

Nell'ambito dell'Accordo Quadro vigente fra l'INGV e il Dipartimento di Protezione Civile (DPC) (Task 9.3 dell'Allegato Tecnico, Prodotto 5 "Piattaforme di scambio prodotti e dati geografici su piattaforma cloud GIS in emergenza sismica" [Pignone et al., 2025]), il GdA *Piattaforma Condivisione Dati* (PCD) ha sviluppato una serie di funzionalità specifiche per le necessità di SISMIKO utilizzando diversi strumenti *software* (Figura 1), tra cui *ArcGis Online* [3], la piattaforma *Make* [4] e *ArcGisPro Desktop* [5].

La prima è una applicazione *web* denominata "**Pianificazione Emergenza Sismica**", sviluppata su *ArcGis Online* utilizzando lo strumento *Web AppBuilder*. Essa fornisce strumenti avanzati per la pianificazione della geometria della rete sismica temporanea e una visualizzazione interattiva delle informazioni necessarie per la gestione delle emergenze. La piattaforma facilita inoltre la condivisione in tempo reale delle informazioni con le squadre operative sul campo, migliorando la tempestività e l'efficacia delle operazioni.

La seconda funzionalità è la scheda stazione digitale denominata "**SISMIKO Survey**", sviluppata con *ArcGIS Survey123 Connect* e accessibile tramite *ArcGIS Survey123 Field App* [6]. Questo applicativo consente agli operatori sul campo di raccogliere in modo dettagliato i dati dell'installazione delle stazioni sismiche temporanee attraverso la compilazione di moduli digitali. Le informazioni raccolte vengono trasmesse in tempo reale, ottimizzando la gestione delle risorse e garantendo il monitoraggio delle diverse fasi operative durante l'emergenza.

Per l'automazione dei processi e l'integrazione delle informazioni è stato utilizzato *Make*, una piattaforma di automazione *no-code* che consente di collegare applicazioni, servizi e strumenti digitali eterogenei (come moduli *online*, *database* e piattaforme GIS) per ottimizzare i flussi di lavoro. Mediante questa piattaforma è stato possibile automatizzare processi ripetitivi, integrando in modo fluido le informazioni provenienti da diverse fonti operative.

Un'altra funzionalità sviluppata è la *dashboard* interattiva, denominata "**Interventi di Manutenzione alla Rete di Pronto Intervento**", un'applicazione *web* sviluppata con *ArcGIS Dashboard*, che combina dati geografici e tabellari in tempo reale. Questa fornisce visualizzazioni personalizzabili tramite mappe, grafici e indicatori, supportando efficacemente le attività di analisi e le decisioni operative durante le emergenze.

Infine, *ArcGIS Pro*, il nuovo *GIS Desktop* sviluppato da *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), è stato impiegato per generare il *report* cartografico. Attraverso l'utilizzo dei *feature layers* condivisi con le altre piattaforme ESRI, è stato possibile realizzare *report* aggiornati, assicurando un flusso informativo costante e accurato per le esigenze del gruppo operativo.

L'integrazione di questi strumenti ha permesso al GO di sviluppare una soluzione tecnologica completa per la gestione delle emergenze sismiche, garantendo una maggiore efficienza operativa, una condivisione immediata delle informazioni e un miglioramento complessivo della capacità decisionale.



Figura 1 Insieme di strumenti utilizzati dal GdA PCD per lo scambio di dati geografici e la generazione della reportistica automatica in caso di emergenze sismiche.

Figure 1 Set of tools used by the PCD Working Group for the exchange of geographic data and the generation of automated reports during seismic emergencies.

1. Manuale Operativo: l'applicazione web Pianificazione Emergenza Sismica

L'applicazione web *Pianificazione Emergenza Sismica*, accessibile esclusivamente agli utenti in possesso delle credenziali di SISMIKO, presenta un'interfaccia intuitiva e *user-friendly*, costituita da una mappa interattiva centrata sull'area interessata dall'emergenza in corso. La mappa include diversi *layer* tematici, attivabili in base alle esigenze. Tra i principali figurano la sismicità e le stazioni della RSN, della Rete Accelerometrica Nazionale (RAN) gestita dal DPC [Presidency of Council of Ministers-Civil Protection Department,1972];[7] e di SISMIKO (Figura 2).

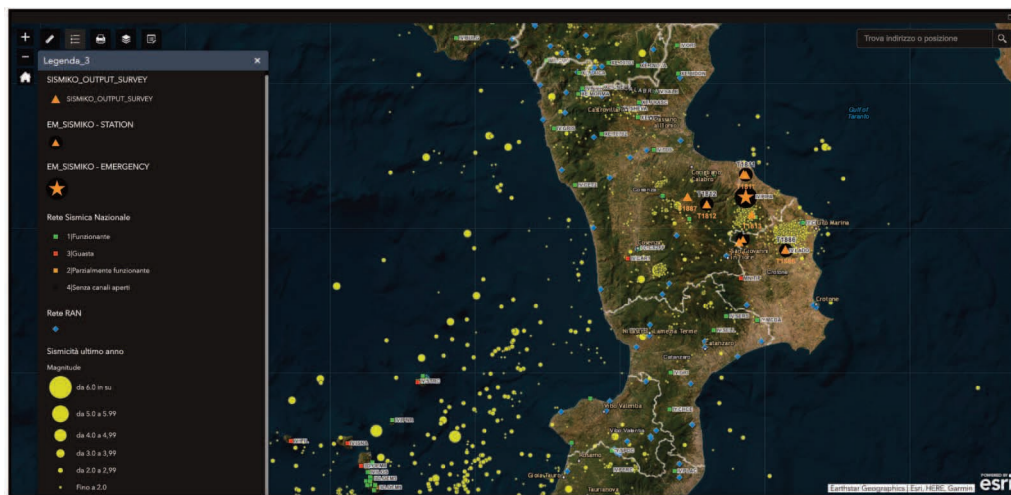


Figura 2 Interfaccia dell'applicazione web *Pianificazione Emergenza Sismica* centrata sull'area interessata dall'emergenza sismica in corso. In questo caso è mostrata l'ultima emergenza gestita e ancora in corso, relativa all'evento sismico di Pietrapaola [Costanzo et al., 2024];[8]. I cerchi gialli rappresentano la sismicità limitata all'ultimo anno che si aggiorna in tempo reale; la dimensione dei cerchi è proporzionale alla magnitudo degli eventi. I triangoli arancioni rappresentano le stazioni temporanee installate da SISMIKO durante l'emergenza sismica in corso, mentre i triangoli arancioni su sfondo nero indicano i siti pianificati. I quadrati indicano le stazioni sismiche della RSN; il colore varia a seconda dello stato di funzionamento. I rombi celesti rappresentano le stazioni della RAN.

Figure 2 Web application interface of the *Pianificazione Emergenza Sismica* tool, focused on the epicentral area of the ongoing seismic emergency. In this case, the interface displays the most recent emergency, i.e., the seismic event in Pietrapaola [Costanzo et al., 2024];[8]. Yellow circles represent seismicity from the past 12 months, update in real-time; symbols size scales with event magnitude. Orange triangles represent the temporary stations installed by SISMIKO during the ongoing seismic emergency, while orange triangles on a black background indicate the planned sites. Squares indicate RSN permanent seismic stations with colour indicating operational status. Light blue diamonds correspond to RAN stations.

L'interfaccia consente l'interazione diretta con l'applicazione web tramite un insieme di icone che offrono diverse funzionalità (Figura 3). Tra queste, la possibilità di modificare la scala di visualizzazione, misurare distanze e superfici, consultare la legenda, stampare la mappa, attivare o disattivare i vari *layer* e individuare un indirizzo o una posizione, inserendo le coordinate geografiche in diversi formati. È inoltre possibile inserire le coordinate epicentrali dell'evento sismico che ha originato l'emergenza in corso e pianificare l'ubicazione delle stazioni temporanee.



Figura 3 Funzionalità delle icone presenti nell'interfaccia dell'applicazione web, con relative finestre *pop-up*: A) misurazione di lunghezze o superfici, con possibilità di scelta dell'unità di misura; B) visualizzazione della legenda della mappa; C) stampa della mappa, con opzioni di risoluzione e qualità di stampa; D) attivazione/disattivazione dei *layer* cartografici; E) creazione e gestione delle emergenze, con inserimento dell'epicentro e posizionamento delle stazioni temporanee; F) ricerca di un luogo per indirizzo o coordinate geografiche (longitudine e latitudine) in diversi formati.

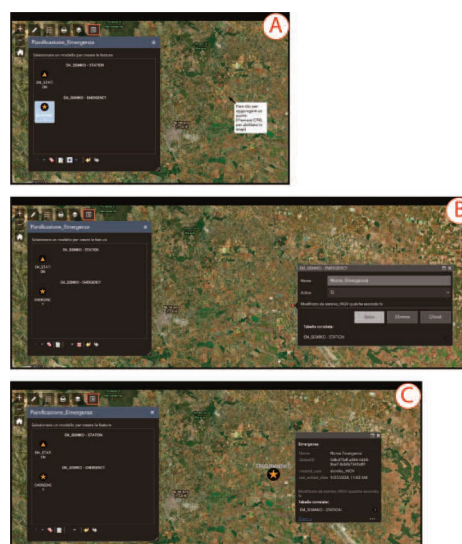
Figure 3 Functionality of the icons available in the web application interface, each associated with a dedicated *pop-up* window: A) measurement of distances or areas, with selectable units of measurement; B) display of the map legend; C) map printing functionality, with customizable resolution and print quality settings; D) toggling of map layers on and off; E) creation and management of seismic emergency scenarios, including the epicenter location and the temporary station placements; F) location search by address or geographic coordinates (longitude and latitude) in multiple supported formats.

1.1 Pianificazione di una emergenza sismica

Per creare una nuova emergenza e pianificare la geometria della rete sismica temporanea, integrandola con quella permanente, è necessario utilizzare l'icona **Pianificazione Emergenza** (Figura 4). Il *pop-up* visualizzato consente di selezionare una delle due opzioni disponibili: 1) EM_SISMIKO - STATION; 2) EM_SISMIKO - EMERGENCY. La prima permette la progettazione della rete sismica temporanea teorica, descritta nel Paragrafo 2.3, mentre la seconda consente l'inserimento del punto che andrà a identificare l'emergenza in corso. Per effettuare questa operazione, è necessario muovere il cursore nel punto desiderato (generalmente identificato dalle coordinate epicentrali dell'evento principale) e cliccando sulla mappa come indicato dal *pop-up* (Figura 4A).

Figura 4 Procedura per la definizione di una emergenza sismica tramite l'interfaccia dell'applicazione web *Pianificazione Emergenza Sismica*: A) individuazione e posizionamento del punto epicentrale sulla mappa; B) assegnazione di un identificativo univoco o denominazione all'emergenza sismica; C) visualizzazione delle principali informazioni descrittive associate all'emergenza definita.

Figure 4 Procedure for defining a seismic emergency within the *Pianificazione Emergenza Sismica* web application interface: A) identification and placement of the epicentral point on the map; B) assignment of a unique identifier or name to the seismic emergency; C) display of the main metadata associated with the specific emergency event.



Dopo aver posizionato il punto sulla mappa, si aprirà un pop-up in cui sarà possibile assegnare il nome all'emergenza nel campo **Name** (generalmente corrispondente alla località epicentrale) (Figura 4B). Il campo **Active** è impostato di *default* su **Si**, indicando che l'emergenza è in corso. Questo valore rappresenta lo stato dell'emergenza (attiva o conclusa) e può essere utilizzato come filtro per escludere dalla mappa le emergenze concluse, visualizzando esclusivamente quelle in corso. Dopo aver salvato il punto, l'icona cambia aspetto da punto rosso a stella arancione su cerchio nero. Cliccandoci sopra, comparirà un *pop-up* con le informazioni principali: I) nome dell'emergenza; II) nome dell'utente che ha creato l'emergenza; III) data dell'ultima modifica; IV) **GlobalID**, che rappresenta l'identificativo univoco dell'emergenza a cui faranno riferimento le stazioni che verranno pianificate successivamente (Figure 4C).

1.2 Progettazione della rete sismica teorica

La progettazione della rete sismica temporanea teorica è finalizzata alla definizione della geometria ottimale dei siti di installazione, fornendo alle squadre presenti sul campo le indicazioni geografiche necessarie per l'esecuzione dei sopralluoghi preliminari. Nel *pop-up* relativo all'emergenza, all'interno della sezione **Tabelle correlate**, è presente la voce **EM_SISMIKO-STATION** (Figura 5A). Selezionandola, si apre la finestra **EM_SISMIKO-EMERGENCY** che consente, tramite il tasto + (Figura 5B), l'inserimento di un nuovo punto sulla mappa, seguendo la medesima procedura adottata per l'aggiunta del *layer* relativo all'emergenza.

Individuato il sito destinato a ospitare la stazione temporanea, è necessario compilare la finestra **EM_SISMIKO-STATION** (Figura 5C), inserendo il codice identificativo della stazione nel campo **Station Code** (es. TXXXX). Il campo relativo al riferimento dell'emergenza, ossia il **GlobalID**, generato durante la fase di configurazione iniziale, viene popolato automaticamente; qualora ciò non avvenga, il valore dovrà essere inserito manualmente (Figura 5C). Al salvataggio del punto, l'icona associata si aggiorna graficamente, modificandosi da un punto rosso a un triangolo arancione su sfondo circolare nero (Figura 5D).

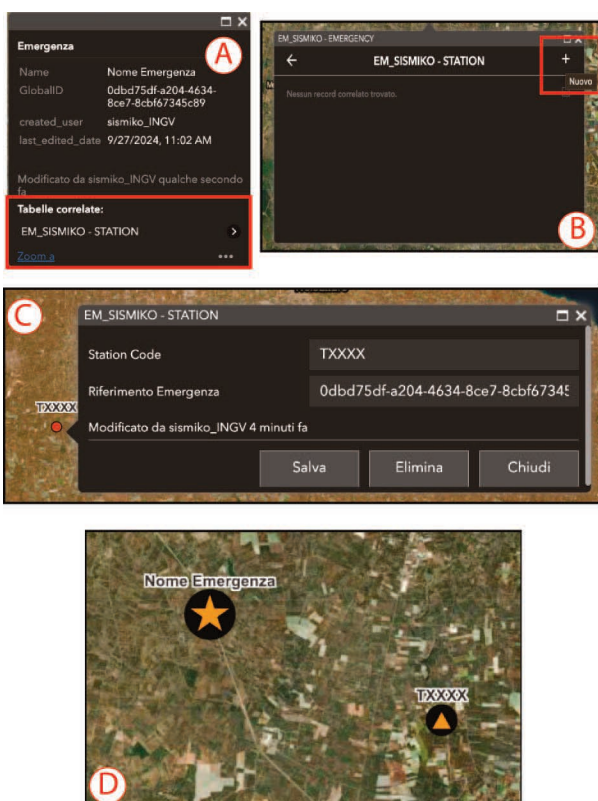


Figura 5 Procedura per la progettazione della rete sismica temporanea teorica: A) accedere alla sezione *Tabelle correlate* per aggiungere una nuova stazione o consultare l'elenco delle stazioni già installate; B) utilizzare il tasto + per inserire un nuovo punto sulla mappa; C) compilare la finestra relativa al nuovo punto, specificando il codice identificativo della stazione nel campo *Station Code* (es. TXXXX) e verificando che il campo *GlobalID* risulti correttamente precompilato; D) salvata la stazione, l'icona associata verrà aggiornata graficamente, passando da un punto rosso a un triangolo arancione su sfondo circolare nero a rappresentare la stazione pianificata.

Figure 5 Procedure for designing the theoretical temporary seismic network: A) access the *Tabelle correlate* section to add a new station or review the list of already installed stations; B) use the + button to insert a new point on the map; C) complete the data entry form for the newly added point by specifying the station identifier in the *Station Code* field (e.g., TXXXX), and verifying that the *GlobalID* field is correctly auto-populated; D) once the station has been saved, the associated icon will be graphically updated, changing from a red dot to an orange triangle within a black circular background, indicating a planned station.

Questa procedura dovrà essere ripetuta per ciascuna delle installazioni da pianificare. Sarà necessario selezionare il simbolo della stazione all'interno del *pop-up Pianificazione_Emergenza* il quale, a partire dall'inserimento della prima stazione, verrà aggiornato come mostrato in Figura 6A. Al termine della pianificazione, sarà sufficiente cliccare sul tasto verde **Fine**. In Figura 6B è riportata la configurazione pianificata della rete sismica temporanea predisposta per la gestione dell'emergenza.

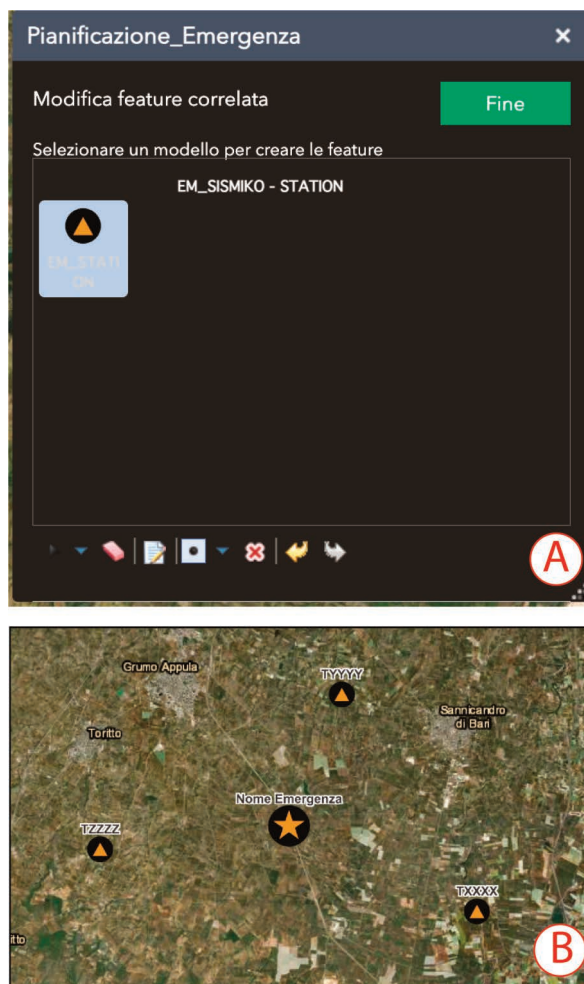


Figura 6 A) Esempio di selezione di una stazione dalla finestra *pop-up Pianificazione_Emergenza* durante la fase di progettazione della rete, con possibilità di completare la procedura tramite il pulsante **Fine**; **B)** visualizzazione su mappa della configurazione pianificata della rete sismica temporanea.

Figure 6 A) Example of station selection from the *Pianificazione_Emergenza* pop-up window during the network design phase, with the option to complete the procedure using the **Fine** button; **B)** map visualization of the planned configuration of the temporary seismic network.

Durante la gestione di una emergenza sismica, potrebbe rendersi necessario modificare la geometria della rete, integrando nuovi siti di installazione. Per procedere, è necessario selezionare nuovamente il simbolo associato dell'emergenza in corso (rappresentato da una stella arancione su sfondo circolare nero) e accedere alla sezione **Tabelle correlate**, selezionando la voce **EM_SISMICO-STATION** (Figura 7A). Nel *pop-up* contenente l'elenco delle stazioni già associate all'emergenza selezionata, occorre cliccare sull'icona con i tre puntini in basso a destra e selezionare l'opzione **Modifica** (Figura 7B). A questo punto, la procedura di inserimento dei nuovi siti segue le stesse modalità già descritte per la fase di pianificazione iniziale.

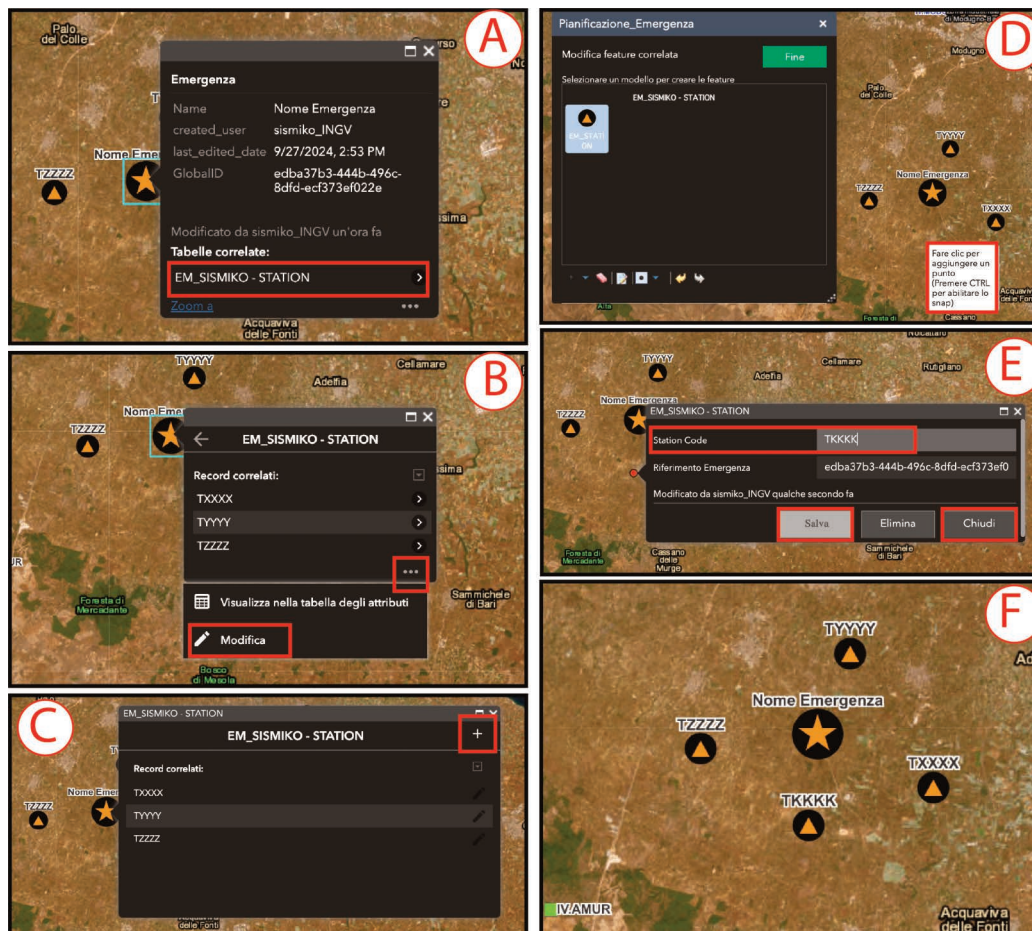


Figura 7 Procedura per la modifica della geometria della rete mediante l'aggiunta di un nuovo sito:

A) accesso alla sezione di consultazione delle *Tabelle correlate* relative all'emergenza precedentemente configurata; B) selezione dell'opzione *Modifica* per variare la geometria della rete; C) e D) inserimento di un nuovo punto sulla mappa mediante gli strumenti dedicati; E) compilazione dei campi relativi al nuovo sito, con specifica del codice identificativo della stazione nel campo *Station Code* (es. TKKKK); F) visualizzazione in mappa delle icone corrispondenti ai nuovi punti salvati.

Figure 7 Procedure for modifying the network geometry by adding a new site: A) access the section for reviewing the *Tabelle correlate* associated with the previously configured emergency; B) select the *Modifica* option to modify the network geometry; C) and D) add a new point on the map using the dedicated tools; E) complete the fields related to the new site, specifying the station identifier in the *Station Code* field (e.g., TKKKK); F) display of the corresponding icons on the map for the newly saved points.

1.3 Risorse aggiuntive

Al completamento della fase di pianificazione della geometria teorica della rete, è possibile visualizzare le informazioni anche in formato tabellare. L'accesso avviene tramite l'icona situata nella parte inferiore della mappa (Figura 8A). Vengono visualizzate tre tabelle: **EM_SISMIKO-EMERGENCY** (Figura 8B), **EM_SISMIKO-STATION** (Figura 8C) e **SISMIKO-OUTPUT-SURVEY** (Figura 8D). Le prime due contengono i dati generati durante le fasi di creazione dell'emergenza e di pianificazione della rete. La terza tabella, inizialmente vuota, verrà popolata successivamente una volta completate le installazioni delle stazioni e compilato il progetto **SISMIKO Survey** da parte degli operatori di campagna, come descritto nel Capitolo 3.

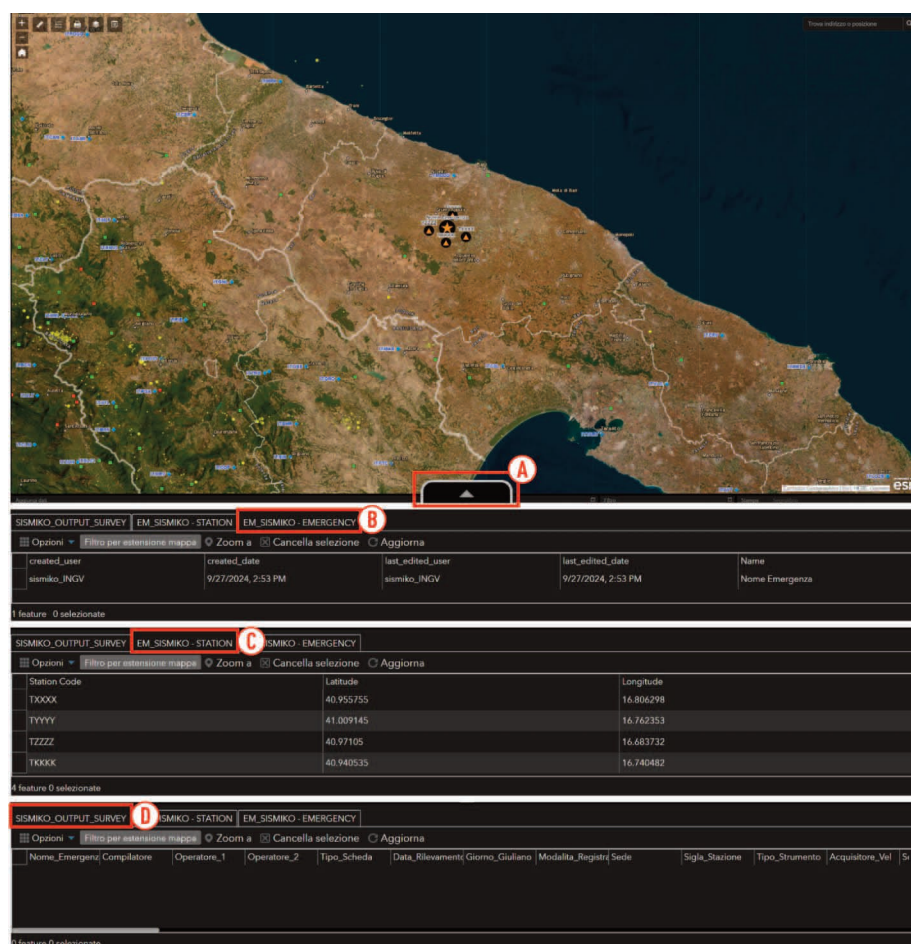


Figura 8 A) Icona per l'accesso alle tabelle riepilogative: B) *EM_SISMIKO-EMERGENCY*, contenente i dati relativi all'emergenza sismica in corso; C) *EM_SISMIKO-STATION*, con le informazioni sulle stazioni sismiche pianificate; D) *SISMIKO_OUTPUT_SURVEY*, destinata a raccogliere i dati delle stazioni effettivamente installate.

Figure 8 A) Icon for accessing summary tables: B) *EM_SISMIKO-EMERGENCY*, containing data on the current seismic emergency; C) *EM_SISMIKO-STATION*, including information on the planned seismic stations; D) *SISMIKO_OUTPUT_SURVEY*, designated to store data from the stations actually deployed.

2. Manuale Operativo: la scheda stazione digitale SISMIKO Survey

Le soluzioni *cloud* di ESRI, integrate nella piattaforma *ArcGIS Online*, forniscono strumenti avanzati per la pianificazione delle attività sul campo e per la gestione in tempo reale del flusso informativo, tramite la trasmissione e la raccolta dei dati da parte delle squadre operative. La piattaforma consente inoltre l'archiviazione e l'accesso remoto ai dati geografici, permettendo la condivisione immediata di mappe e report, con l'obiettivo di ottimizzare la gestione delle risorse e la risposta operativa durante situazioni di emergenza sismica.

Nell'ambito di tale infrastruttura, per la realizzazione del progetto **SISMIKO Survey** è stato impiegato *ArcGIS Survey123 Connect*, uno strumento dedicato alla progettazione avanzata dei moduli di rilevamento personalizzati. In questo contesto, il termine moduli si riferisce ai formulari digitali utilizzati per la raccolta strutturata di dati sul campo. Ogni modulo è costituito da una serie di campi e controlli logici, configurabili attraverso la sintassi *XLSForm*, che consentono di definire il comportamento dinamico del questionario, come l'attivazione condizionata di sezioni, l'applicazione di vincoli di validazione e l'inserimento di valori precompilati.

È fondamentale distinguere tra:

- *Survey123 Connect*, ambiente di sviluppo e configurazione dei moduli, destinato agli utenti tecnici e ai progettisti GIS, i quali definiscono la struttura e le regole di compilazione dei formulari;
- *Survey123 Field*, l'applicazione utilizzata per la compilazione dei moduli da parte degli operatori sul campo. Supporta l'inserimento dei dati sia in modalità online che *offline* e ne consente la sincronizzazione sicura con *ArcGIS Online* o *ArcGIS Enterprise*.

I dati raccolti sono accessibili in tempo reale attraverso dashboard, mappe o altri strumenti della piattaforma *ArcGIS*, assicurando un flusso informativo efficiente, tracciabile e integrato nel sistema di gestione dell'emergenza.

2.1 Installazione e download della scheda stazione digitale

L'applicazione *ArcGIS Survey123 Field*, compatibile con i sistemi operativi Android e IOS è scaricabile sul proprio dispositivo mobile dalla pagina ufficiale dei prodotti *ArcGIS* di ESRI [9]. Una volta scaricata e installata, l'utente può accedere al progetto della scheda stazione digitale **SISMIKO Survey** (Figure 9A, B e C) autenticandosi con le credenziali di SISMIKO. In caso di accesso riuscito, il nome dell'utente **GO SISMIKO** comparirà nell'angolo superiore destro dell'interfaccia dell'applicazione. Qualora il progetto non fosse presente nella schermata iniziale, sarà necessario scaricarlo manualmente (Figure 9D, E, F e G), per renderlo disponibile alla compilazione *offline* direttamente sul dispositivo.

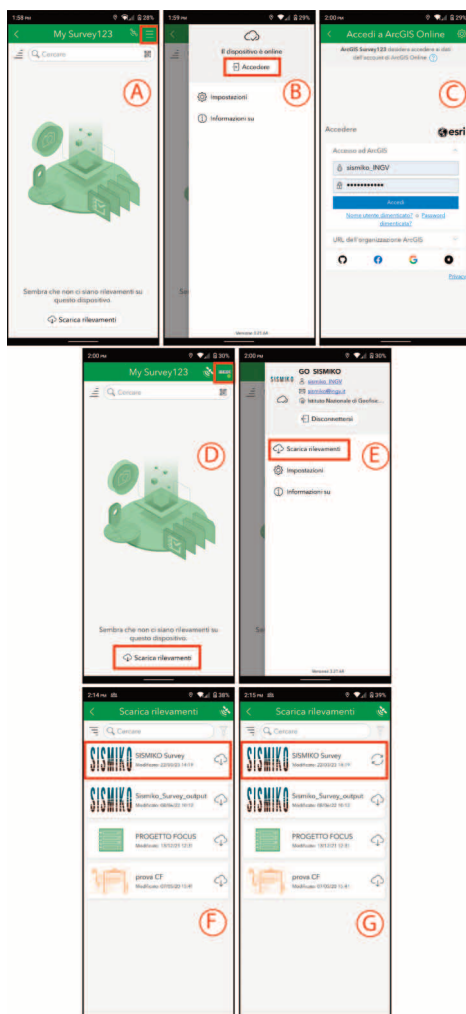


Figure 9 Fasi di accesso e configurazione dell'applicazione *ArcGIS Survey123 Field*: A) schermata principale dell'applicazione, da cui è possibile accedere al menù di navigazione tramite l'icona con tre linee orizzontali; B) apertura del pannello laterale per avviare la procedura di login; C) schermata di autenticazione per l'inserimento delle credenziali SISMIKO; D) accesso alla sezione *Scarica rilevamenti* tramite l'icona del profilo utente; E) apertura del menù laterale contenente l'elenco dei rilevamenti disponibili; F) download del progetto *SISMIKO Survey* mediante l'icona di scaricamento; G) aggiornamento del modulo, se già installato, tramite l'icona di aggiornamento.

Figure 9 Steps for accessing and configuring the *ArcGIS Survey123 Field* application: A) main screen of the application, from which the navigation menu can be accessed via the three-bar icon; B) opening of the side panel to initiate the login process; C) authentication screen for entering SISMIKO credentials; D) access to the *Scarica rilevamenti* section via the user profile icon; E) opening of the side menu displaying the list of available surveys; F) download of the *SISMIKO Survey* project using the download icon; G) update of the survey form, if already installed, via the update icon.

2.2 Compilazione del modulo di rilevamento

La schermata iniziale di *Survey123 Field* mostra l'elenco dei progetti già scaricati sul dispositivo (Figura 10A). Accedendo al progetto **SISMIKO Survey** è possibile avviare un nuovo modulo di rilevamento geospaziale tramite il pulsante **Raccogli** (Figura 10B).

Il modulo guida l'utente nella raccolta strutturata delle informazioni relative all'installazione delle stazioni della rete temporanea in risposta all'emergenza in corso. Le sezioni principali includono: posizione geografica, anagrafica, strumentazione, alimentazione, configurazione installazione, descrizione sito, logistica, foto e note (Figura 10C).

Se il dispositivo dispone di GPS attivo, la posizione geografica e la località del sito di installazione vengono rilevate automaticamente. Il modulo carica di default la mappa **SISMIKO Survey** (Figura 11A), che integra gli elementi informativi derivanti dall'applicazione web **Pianificazione Emergenza Sismica**, tra cui: l'epicentro dell'evento sismico (stella arancione su sfondo circolare nero), i siti pianificati dal GO (triangoli arancioni su sfondo circolare nero), le stazioni della rete RSN (quadrati, colorati in funzione dello stato di funzionamento), i siti della RAN (rombi azzurri) e le stazioni della rete temporanea già installate nell'ambito dell'emergenza in corso (triangoli arancioni). L'utente ha anche la possibilità di selezionare mappe alternative tra quelle disponibili nell'applicazione (Figura 11B).

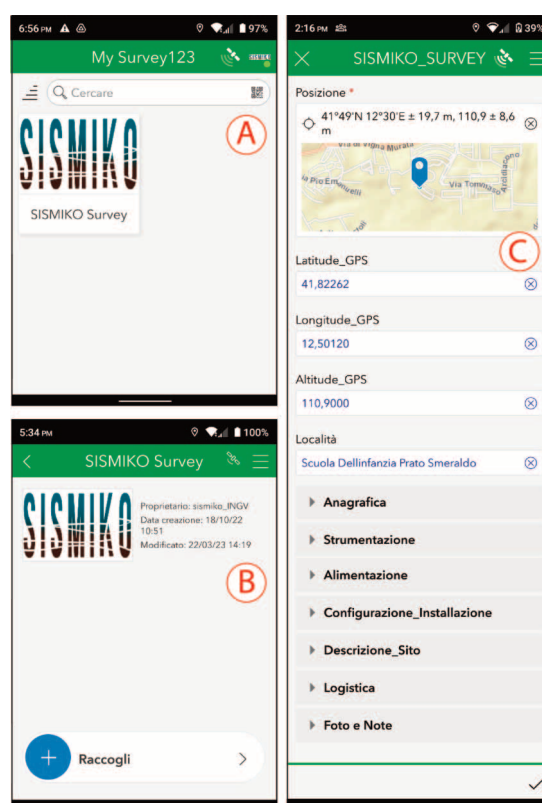


Figura 10 Schermate dell'applicazione *Survey123 Field* che mostrano: A) la selezione del progetto di rilevamento di interesse; B) l'avvio di un nuovo modulo di rilevamento; C) la visualizzazione della scheda stazione digitale, articolata in sezioni tematiche: localizzazione geografica, anagrafica, strumentazione, alimentazione, configurazione dell'installazione, descrizione del sito, logistica, documentazione fotografica e note.

Figure 10 Screenshots from the *Survey123 Field* application showing the following functionalities: A) selection of the desired survey project; B) initiation of a new survey form; C) visualization of the digital station form, structured into thematic sections: localizzazione geografica, anagrafica, strumentazione, alimentazione, configurazione dell'installazione, descrizione del sito, logistica, documentazione fotografica e note.

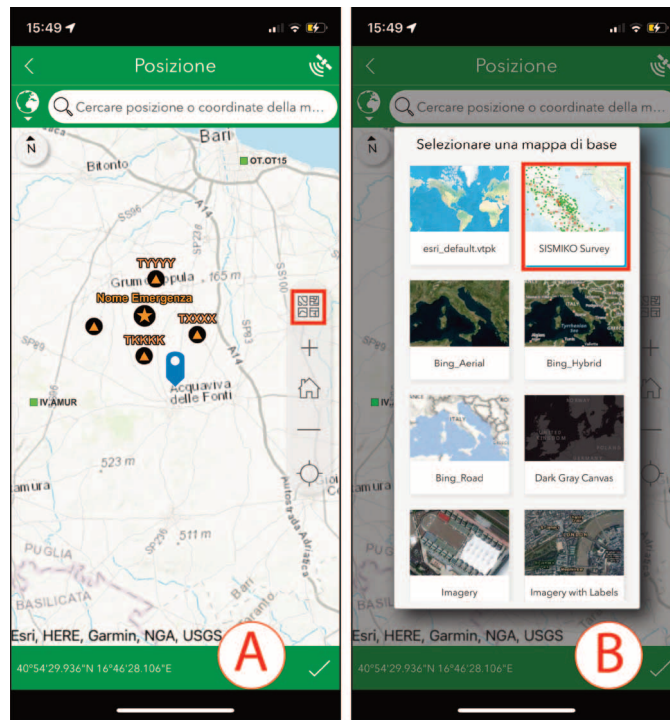


Figura 11 A) Interfaccia per la selezione della mappa base: il pulsante evidenziato in rosso consente di accedere all'elenco delle mappe disponibili da utilizzare come sfondo cartografico; B) visualizzazione della mappa di base predefinita *SISMIKO Survey* (evidenziata dal riquadro rosso), contenente i principali layer informativi derivanti dall'applicazione web di pianificazione.

Figure 11 A) Interface for selecting the basemap: the button highlighted in red allows access to the list of available basemaps that can be used as cartographic backgrounds; B) display of the default *SISMIKO Survey* basemap (highlighted by the red frame), which includes the main informational layers imported from the web-based planning application.

Le restanti informazioni richieste dal modulo di rilevamento possono essere inserite attraverso i menù a tendina presenti nel progetto. Molti campi vengono compilati automaticamente in base alle scelte effettuate nei passaggi precedenti. Ad esempio, il menù relativo alla strumentazione si popola automaticamente selezionata nel menù **Anagrafica**, la sede di lavoro del personale afferente a SISMIKO responsabile dell'installazione. A ciascuna sede è infatti associata una configurazione strumentale predefinita, comprensiva del codice delle stazioni, definite durante la fase di pre-registrazione nel database INGV *SeisNet*, accessibile tramite l'interfaccia grafica *SeisFace* [Pintore et al., 2012].

Per completare correttamente il rilevamento è necessario compilare tutti i campi obbligatori, identificati da un asterisco rosso. Una volta inserite tutte le informazioni richieste, è possibile concludere la sessione cliccando sull'icona a forma di spunta situata nell'angolo inferiore destro dello schermo. Al termine della compilazione, il sistema propone tre opzioni (Figura 12A):

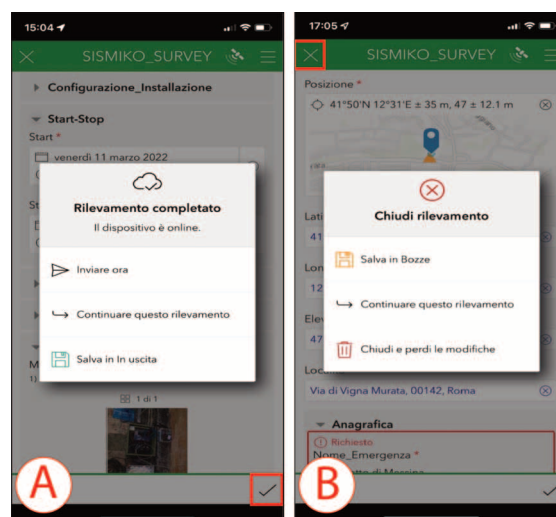
1. inviare il modulo compilato;
2. proseguire con la compilazione;
3. salvare il modulo come bozza per un completamento successivo.

In qualsiasi momento è possibile annullare la sessione di rilevamento selezionando l'icona **X**, situata nell'angolo superiore sinistro. In tal caso, l'utente ha a disposizione 3 opzioni (Figura 12B):

1. salvare il modulo come bozza;
2. continuare la compilazione;
3. chiudere senza salvare le modifiche effettuate.

Figura 12 A) Schermata di completamento del modulo del rilevamento, accessibile tramite l'icona a forma di spunta evidenziata dal riquadro rosso; **B)** Opzione per l'interruzione del rilevamento, attivabile mediante l'icona a forma di X, anch'essa evidenziata dal riquadro rosso. In entrambi i casi viene visualizzato un *pop-up* di conferma, che consente di scegliere tra: invio del modulo, salvataggio come bozza, oppure annullamento senza salvataggio.

Figure 12 A) Screen for completing the survey form, accessible via the checkmark icon highlighted in red; **B)** Option to cancel the survey, triggered by the X icon, also highlighted. In both cases, a confirmation pop-up appears, allowing the user to select one of the following actions: submit the form, save as draft, or discard without saving.



2.3 Gestione dei moduli compilati

Una volta completato un rilevamento, l'utente torna alla schermata principale del progetto, dove sono disponibili diverse sezioni (Figura 13):

- **Posta in arrivo:** consente la revisione e modifica dei moduli ricevuti;
- **Bozze:** raccoglie i moduli salvati provvisoriamente;
- **In uscita:** contiene i moduli pronti per l'invio.

Figura 13 Schermata iniziale del progetto *SISMICO Survey* all'interno dell'applicazione *ArcGIS Survey123 Field*. Oltre al pulsante *Raccogli*, sono visibili ulteriori sezioni funzionali: *Posta in arrivo*, *Bozze* e *In uscita*, attivate in seguito all'utilizzo dell'applicazione, che permettono una gestione avanzata dei moduli di rilevamento.

Figure 13 Initial screen of the *SISMICO Survey* project within the *ArcGIS Survey123 Field* application. In addition to the *Raccogli* button, additional functional sections become available following app usage: *Posta in arrivo*, *Bozze* and *In uscita*, which enable advanced management of survey forms.



Ogni sezione contiene l'elenco dei rilevamenti (Figure 14A, B e C) e ciascuno è accompagnato da un menù contestuale, visualizzabile selezionando i tre puntini laterali (Figure 14D, E e F), che consente di:

- navigare verso il punto del rilevamento;
- visualizzare il punto su mappa;
- cancellare il rilevamento (solo per **Bozze** e **In uscita**).

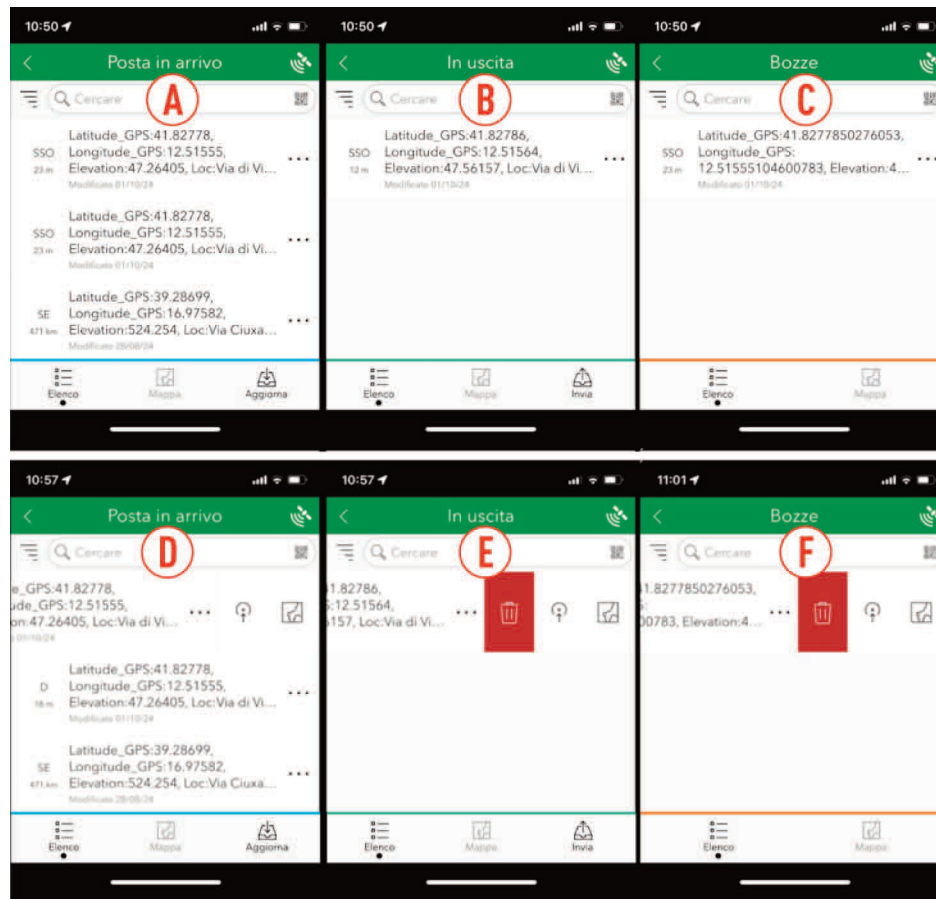


Figura 14 Schermate delle sezioni *Posta in arrivo* (A e D), *In uscita* (B e E) e *Bozze* (C e F), con l'elenco dei moduli di rilevamenti raccolti e le relative azioni disponibili per ciascun elemento.

Figure 14 Screenshots of the *Posta in arrivo* (A and D), *In uscita* (B and E) e *Bozze* (C and F) sections, displaying the list of collected survey entries and the set of available actions for each item.

Se un rilevamento si trova in **Posta in arrivo** (Figure 14A-D) è possibile modificarne i contenuti e rinviarlo. Se si accede dalla sezione **In uscita** (Figure 14B e E), il sistema visualizzerà una finestra di conferma che richiede all'utente di indicare se il modulo è da considerarsi concluso e, in tal caso, se si intende procedere con la modifica. Selezionando **Sì**, il rilevamento verrà aperto in modalità *editing* e potrà essere trasmesso mediante la funzione di invio (spunta in basso). In caso contrario, l'operazione verrà annullata. Infine, dalla sezione **Bozze** (Figure 14C-F) è possibile completare e inviare i rilevamenti precedentemente salvati in modalità provvisoria.

2.4 Archiviazione e condivisione delle informazioni

Una volta compilati e trasmessi, i moduli di rilevamento sono automaticamente archiviati in una cartella condivisa su *Google Drive* gestita dal GdA PCD e inoltrati via posta elettronica ai membri del GdA. Le schede stazione generate (Figura 15) sono prodotte in formato PDF e includono la documentazione fotografica acquisita in fase di rilievo. Le immagini associate sono esportate singolarmente in formato JPG e archiviate in una sottodirectory dedicata all'interno della cartella condivisa.

Parallelamente, le informazioni raccolte sono accessibili nel *cloud* di *ArcGIS Survey123*, solo agli utenti autorizzati. La rappresentazione geospaziale delle installazioni e il monitoraggio dello stato di attività sono visualizzabili tramite la *dashboard* interattiva descritta nel Capitolo 5.

 SISMICO ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA		EMERGENZA: PIETRAPAOLA	
TIPO SCHEDA: installazione			
Sigla: T1811	Codice rete: 3Q	Località: Crosia	
Operatori: Anselmi - Migliari, Ruffo, Falcone		Data: August 2, 2024 5:11 PM (gg 215)	
Numeri telefono: Domenico custode : *****			
STRUMENTAZIONE			
ACQUISITORI (Tipo e S/N):		Velocimetro: Reftek - s/n: 9317	
		Accelerometro: Reftek - s/n: 9317	
SENSORI (Tipo e S/N):		Velocimetro tipo: Lennartz3D 1s - s/n: I-680	
		Accelerometro tipo: EPISENSOR-4G - s/n: 1646	
		GPS tipo: - s/n:	
COORDINATE			
Latitudine: 39.56923		Longitudine: 16.772	Altitudine: 224.96
ALIMENTAZIONE			
Tipo alimentazione: Fotovoltaico		Numero batterie: 1	Amperaggio batterie: W
Check_Batteria_Tester:	Check_Batteria_Ext_Palmare:	Check_Batteria_Int_Palmare:	
N. pannelli solari: 1		Potenza pannelli: W	
CONFIGURAZIONE INSTALLAZIONE			
Velocimetro interrato: SI		Accelerometro ancorato: NO	
ACQUISIZIONE			
Start: August 2, 2024 5:00 PM		Stop:	Restart:
DESCRIZIONE SITO			
Luogo: Esterno		Durezza: Soffice	Strutture vicine: Edifici, Pali
Rumore antropico:		Tipo superficie contatto: Terra	
NOTE SITO: Crosia Chiesa dietro Cimitero			
NOTE INTERVENTO:			
FOTO			
			

Figura 15 Esempio di scheda stazione in formato PDF, contenente i dettagli dell'installazione inseriti tramite l'applicazione ArcGIS Survey123 Field.

Figure 15 Example of a station form in PDF format, containing installation details entered via the ArcGIS Survey123 Field application.

2.5 Integrazione delle tabelle geografiche e i dati raccolti in campagna

La rete teorica progettata con l'applicazione web *Pianificazione Emergenza Sismica*, descritta nel Capitolo 2, viene archiviata all'interno di due tabelle geografiche denominate **EM_SISMICO-EMERGENCY** ed **EM_SISMICO-STATION**. I dati raccolti dagli operatori durante le attività in campagna tramite l'applicativo *Survey123 Field* sono invece memorizzati all'interno della tabella **SISMICO_OUTPUT_SURVEY**.

Le tre tabelle geografiche sono ospitate all'interno dell'infrastruttura *cloud* di ESRI, e sono rese disponibili attraverso dei *feature services* dedicati, che permettono operazioni di visualizzazione, inserimento, modifica e cancellazione dei dati in tempo reale.

Il progetto **SISMICO Survey** include una mappa base dove viene visualizzata la geometria della rete teorica. Per garantire tale funzionalità, è stato necessario integrare tra le *basemap* disponibili

anche il *feature service* **EM_SISMIKO**, contenente sia il *layer* relativo all'emergenza che quello delle stazioni pianificate.

Questo *baselayer* aggiuntivo permette agli operatori in campagna di localizzare con precisione i siti previsti per l'installazione delle stazioni temporanee.

3. Interoperabilità tra Survey123 e Make

Make è una piattaforma di automazione *no-code* che consente di integrare e far interagire diversi servizi e applicazioni (es. *Gmail*, *Google Drive*, *Excel* e *Survey123*), per automatizzare processi ripetitivi. Il suo funzionamento si basa sulla creazione di scenari, ovvero flussi di lavoro personalizzati composti da una sequenza di moduli, ciascuno dei quali esegue una specifica azione (ad esempio, inviare un messaggio di posta elettronica, archiviare un *file*, interrogare un *database*). L'avvio di uno scenario è determinato da un *trigger*, cioè un evento che determina l'attivazione automatica del flusso di lavoro (ad esempio, la registrazione di un nuovo rilevamento in *Survey123*). Grazie a una interfaccia grafica *user-friendly*, *Make* consente anche agli utenti privi di competenze di programmazione la definizione di scenari personalizzati. In contesti operativi che richiedono tempestività e precisione nella condivisione delle informazioni raccolte, come la gestione di un'emergenza, *Make* si configura come una soluzione altamente efficiente per l'automatizzazione dei flussi di lavoro relativi ai rilevamenti. La piattaforma consente di minimizzare l'intervento manuale, incrementando significativamente l'efficienza operativa. L'elevato grado di interoperabilità con *Survey123* ne valorizza ulteriormente le potenzialità, rendendola uno strumento innovativo e versatile per la creazione di un sistema avanzato di elaborazione e gestione delle informazioni acquisite sul campo.

3.1 Struttura dello scenario

Nella piattaforma *Make* è stato realizzato uno scenario denominato **SISMIKO** (Figura 16), finalizzato all'automazione dei processi di gestione e archiviazione dei rilevamenti effettuati tramite *Survey123*.

L'esecuzione del flusso inizia con il modulo **Watch Survey** (Figura 16A), configurato per intercettare in tempo reale l'arrivo di nuovi rilevamenti inviati da *Survey123*. Per garantirne il corretto funzionamento, a *Make* è stato associato l'*account* *ArcGIS Online* di SISMIKO. L'autenticazione consente al modulo di accedere in modo sicuro e diretto ai *layer* e ai dati pubblicati su *ArcGIS Online*, rendendoli disponibili per l'elaborazione automatizzata del flusso. Una volta intercettato un nuovo rilevamento, l'esecuzione prosegue con il modulo **Router** (Figura 16B) che consente di ramificare l'automazione in percorsi distinti in base ai criteri definiti.

Il primo flusso utilizza il modulo **Google Sheets - Add Row** (Figura 16C), per registrare le informazioni di *Survey123* in una tabella riepilogativa utile sia per mantenere uno storico degli interventi che per la creazione e l'aggiornamento di mappe web.

Il secondo utilizza il modulo **Iterator** (Figura 16D) per elaborare le fotografie scattate sul campo. Le immagini vengono recuperate con **HTTP - Get a File** e archiviate nella cartella condivisa del GdA tramite **Google Drive - Upload a File** (Figura 16E).

I flussi terzo, quarto e quinto, compilano tabelle specifiche per i GdA "Report", "Web" e "Acquisizione e Diffusione Dati", registrando solo le nuove installazioni tramite **Google Sheets - Add a Row** (Figura 16F). Al termine, le tabelle aggiornate vengono inviate tramite e-mail alle mailing list dei rispettivi GdA con **Gmail - Send a Mail**.

Il sesto flusso genera report personalizzati in PDF tramite il modulo **Survey123 - Create Report** (Figura 16G), usando un *template* predefinito. I **report** vengono scaricati con **HTTP - Get a File**, e

archiviati nella cartella dedicata all'emergenza tramite **Google Drive - Upload a File** (Figura 16H). Al termine del flusso di lavoro, e solo se tutti i passaggi precedenti sono stati completati correttamente, il modulo **Gmail - Send a Mail** (Figura 16I) viene attivato per inviare un messaggio di posta elettronica ai membri del GdA PCD. L'oggetto del messaggio riporta la sigla della stazione, mentre il corpo dell'e-mail include un riepilogo degli interventi effettuati, i **link** alle cartelle contenenti foto e **report** e il collegamento alla **dashboard** per la visualizzazione dello stato di salute della rete. Infine, l'intero scenario è eseguito in modalità **Immediately as data arrives** (Figura 16L), che assicura l'elaborazione automatica e in tempo reale di ogni nuovo dato ricevuto, eliminando la necessità di intervento manuale.

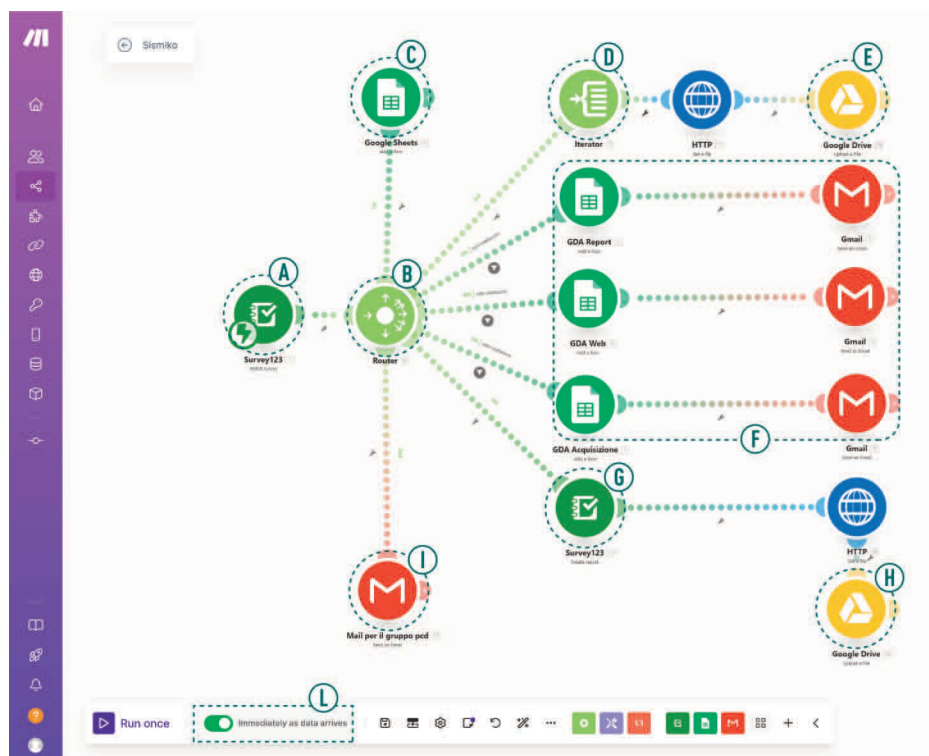


Figura 16 Scenario Make configurato per il progetto *SISMIKO*: automazione del flusso dati tra *Survey123* e gli strumenti di archiviazione, elaborazione e distribuzione. Lo scenario è suddiviso nei seguenti moduli:

A) Router per la suddivisione del flusso in percorsi distinti; B) *Survey123 - Watch Survey* per l'intercettazione dei nuovi rilevamenti; C) *Google Sheets - Add a Row* per la registrazione dei dati in una tabella riepilogativa; D) *Iterator* per l'elaborazione delle immagini associate al rilevamento; E) *Google Drive - Upload a File* per l'archiviazione centralizzata delle immagini; F) *Google Sheets - Add a Row* per la compilazione delle tabelle specifiche per determinati GdA; G) *Survey123 - Create Report* per la generazione dei report personalizzati; H) *Google Drive - Upload a File* per l'archiviazione dei report nella cartella dedicata all'emergenza; I) *Gmail - Send a Mail* per l'invio automatico delle tabelle aggiornate ai rispettivi GdA. La descrizione dettagliata di ciascun modulo è riportata nel testo principale.

Figure 16 Make scenario configured for the *SISMIKO* project: automation of the data flow between *Survey123* and the storage, processing, and distribution tools. The scenario is divided into the following modules: A) Router for splitting the flow into distinct paths; B) *Survey123 - Watch Survey* for intercepting new survey entries; C) *Google Sheets - Add a Row* for recording data into a summary table; D) *Iterator* for processing images associated with the survey; E) *Google Drive - Upload a File* for centralized image storage; F) *Google Sheets - Add a Row* for compiling tables specific to particular operational groups; G) *Survey123 - Create Report* for generating custom reports; H) *Google Drive - Upload a File* for storing reports in the emergency-specific folder; I) *Gmail - Send a Mail* for the automatic dispatch of updated tables to the respective operational groups. A detailed description of each module is provided in the main text.

4. La dashboard: Interventi di Manutenzione alla Rete di Pronto Intervento

La *dashboard* interattiva di ArcGIS Online, denominata **Interventi di Manutenzione alla Rete di Pronto Intervento** (Figura 17) è un'applicazione *web* sviluppata per la visualizzazione e l'analisi di dati geografici. Accessibile esclusivamente agli utenti in possesso di credenziali di SISMIKO, integra *widget* personalizzabili, tra cui grafici, tabelle, elenchi e indicatori, che ne fanno uno strumento estremamente versatile, concepito per il monitoraggio in tempo reale, l'analisi operativa e il supporto decisionale.

A differenza dell'applicazione *web* *Pianificazione Emergenza Sismica*, sviluppata con *Web AppBuilder*, questa soluzione consente anche la gestione e la visualizzazione dinamica di dati provenienti da tabelle esterne, come quelle generate in *Google Sheet*, aggiornate in tempo reale. Nel contesto del progetto **SISMIKO**, prima della configurazione della *dashboard*, il file **Tabella_nuove_installazioni**, generato e aggiornato automaticamente da *Make* tramite il modulo **Google Sheets-Add a Row**, è stato importato su ArcGIS Online e configurato come layer all'interno della *web map* **webmap_interventi_emergenza**, che costituisce la base cartografica della *dashboard* (Figura 17A). Il layer rappresenta lo storico georeferenziato degli interventi effettuati sulla rete di pronto intervento, rappresentati da cerchi colorati la cui dimensione e intensità cromatica variano in funzione del numero di interventi registrati.

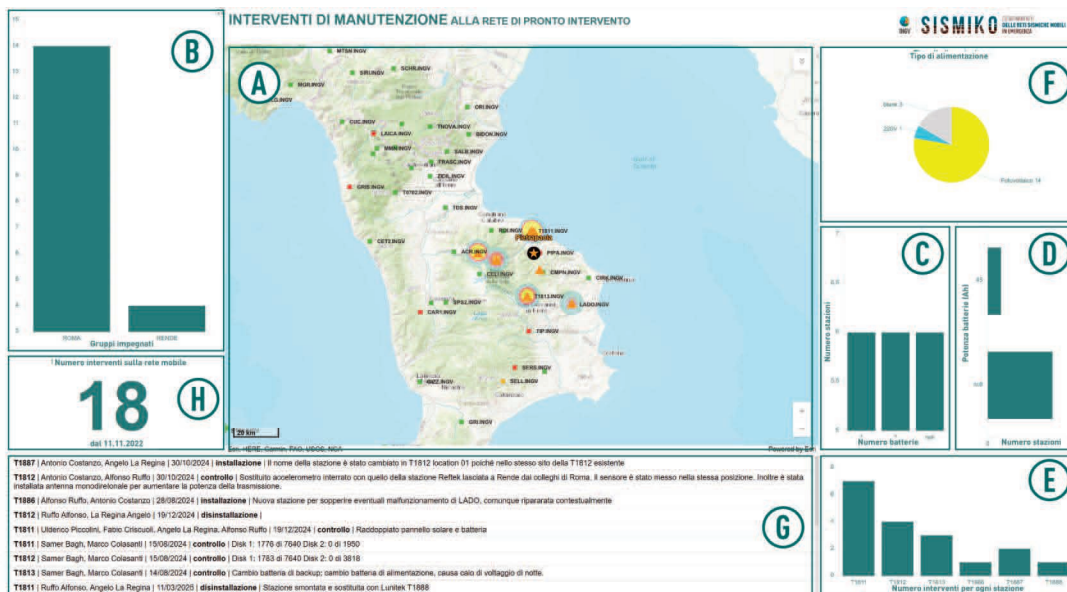


Figura 17 Struttura della *dashboard* che riassume le attività sul campo derivanti dai rilevamenti inviati. Le sezioni includono: A) mappa che visualizza lo storico degli interventi (cerchi colorati), le stazioni temporanee (triangoli arancioni) e quelle permanenti, classificate in base allo stato (quadrati verdi per attive, rossi per non funzionanti o parzialmente funzionanti); B) rappresentazione delle sedi coinvolte nelle operazioni di emergenza; C) distribuzione delle batterie impiegate; D) numero di interventi effettuati per ciascun sito; E) tipologia di alimentazione delle stazioni (corrente alternata o solare); F) elenco dei rilevamenti inviati, visualizzati in ordine cronologico; G) indicatore numerico del totale degli interventi effettuati.

Figure 17 Dashboard structure summarizing field activities based on submitted surveys. The sections include: A) map displaying the intervention history (colored circles), temporary stations (orange triangles), and permanent stations categorized by status (green squares for active, red for non-functional or partially functional); B) representation of the locations involved in emergency operations; C) distribution of batteries used; D) number of interventions per site; E) power supply type for stations (AC or solar); F) list of submitted surveys displayed in chronological order; G) numeric indicator of the total interventions performed.

La struttura tabellare del *layer*, derivata da *Google Sheet*, ha inoltre permesso la configurazione e l'interconnessione dei principali *widgets* della *dashboard*, tra cui grafici a torta e a colonne, elenchi dinamici e indicatori numerici, garantendo un'elevata flessibilità nella visualizzazione e nell'analisi dei dati.

Tra i grafici a colonne configurati, si distinguono diverse categorie informative: il primo rappresenta le sedi di SISMICO coinvolte nelle attività sul campo (Figura 17B); il secondo mostra la distribuzione del numero di batterie impiegate (Figura 17D); il quarto indica il numero totale di interventi effettuati su ogni sito della rete (Figura 17E). Nei casi in cui le informazioni risultino mancanti, i grafici restituiscono il valore *null* e/o *blank*.

Il grafico a torta relativo alla tipologia di alimentazione (Figura 17F) mostra la distribuzione delle stazioni, distinguendo tra quelle alimentate a corrente alternata (220V) e quelle alimentate tramite pannelli solari (fotovoltaico).

L'elenco in Figura 17G è strutturato per visualizzare le informazioni in ordine cronologico, mostrando alcuni dei dati contenuti nelle schede inviate tramite *Survey123*. Le informazioni vengono visualizzate seguendo il seguente ordine sigla della stazione, operatori coinvolti, tipo di intervento, data dell'intervento e problema riscontrato sul sito.

L'indicatore numerico (Figura 17H) rappresenta il numero complessivo degli interventi effettuati dall'inizio dell'emergenza.

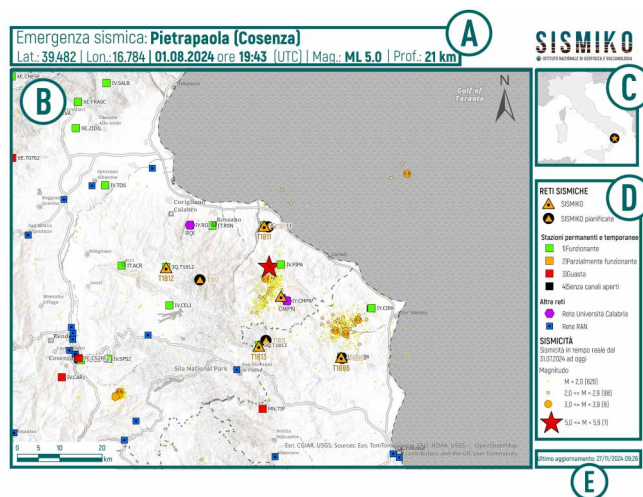
La *dashboard* è stata concepita per garantire un elevato livello di interattività e una visualizzazione dinamica dei dati, grazie all'impiego di due strumenti principali. Il primo, denominato *Map Actions*, consente di sincronizzare i grafici e gli altri elementi dinamici della *dashboard* con l'estensione della mappa visualizzata: ogni volta che l'utente effettua operazioni di zoom o pan, i widget si aggiornano automaticamente mostrando solo i dati relativi all'area geografica visibile. Questo meccanismo assicura che le informazioni visualizzate siano sempre coerenti con la zona di interesse selezionata. Il secondo strumento, **Selezioni Multiple**, permette agli utenti di combinare selezioni tra diversi grafici per ottenere analisi più approfondite e mirate. Grazie a queste funzionalità, i *widget* della *dashboard* risultano interconnessi e si aggiornano dinamicamente in risposta alle interazioni dell'utente.

5. Report cartografico

Il *report* cartografico dell'emergenza sismica in corso è stato realizzato in *ArcGIS Pro* attraverso un *layout* strutturato secondo una logica a blocchi, finalizzata a garantire chiarezza e leggibilità [Pignone et al., 2011]. La composizione grafica consente di rappresentare in maniera sintetica ma efficace le principali informazioni geografiche relative all'evento.

Figura 18 Struttura del *report* cartografico realizzato con *ArcGIS Pro*, composto da: A) intestazione informativa; B) mappa principale dell'area epicentrale; C) *overview map* a scala nazionale; D) legenda dinamica; E) data/ora di esportazione del *report*. La descrizione dettagliata di ciascun elemento è riportata nel testo.

Figure 18 Layout of the cartographic report generated using *ArcGIS Pro*, consisting of: A) informative header; B) map of the epicentral area, C) national overview map, D) dynamic legend; E) date/time of report export. A detailed description of each element is provided in the main text.



L'intestazione superiore (Figura 18A) riporta le informazioni principali relative all'emergenza sismica in corso, il nome della località più prossima all'epicentro, le coordinate ipocentrali (latitudine, longitudine e profondità), il tempo origine (data e ora in formato UTC) e la magnitudo del *mainshock*.

La mappa principale (Figura 18B), con un inquadramento geografico in scala 1:500.000, costituisce il blocco centrale del *layout* cartografico e rappresenta l'area geografica interessata dall'emergenza. La sua realizzazione si basa sull'integrazione di tre distinti set di dati: la *basemap*, che fornisce il contesto geografico di base; i dati locali, relativi al *mainshock* e alle installazioni effettuate; e i *feature layers* condivisi, aggiornati e gestiti dinamicamente attraverso la piattaforma *ESRI cloud*. In alto a destra, la mappa di *overview* (Figura 18C) fornisce un inquadramento a scala nazionale della posizione geografica dell'emergenza. La legenda (Figura 18D) è configurata come elemento dinamico, in grado di adattarsi automaticamente agli elementi presenti nella mappa. Per il *layer* della sismicità, ad esempio, la legenda mostra soltanto le classi di magnitudo effettivamente presenti nell'area visualizzata (come $5.0 \leq M < 5.9$), omettendo quelle non rilevate (ad esempio, $M \geq 6.0$).

Infine, la sezione inferiore (Figura 18E) riporta la data e l'orario dell'ultimo report cartografico esportato.

Il progetto cartografico, in formato *.aprx*, è archiviato in una cartella condivisa su *Google Drive* e accessibile esclusivamente ai membri del GdA PCD. Una volta aperto in *ArcGIS Pro*, l'utente dispone di un *layout* già aggiornato e compilato, pronto per l'esportazione. L'unica operazione richiesta è la personalizzazione del nome del file al momento del salvataggio.

Per esportare il *layout*, è sufficiente seguire due passaggi:

Accedere alla scheda **Share** (Figura 19A)

Selezionare l'opzione **Export Layout** (Figura 19B)

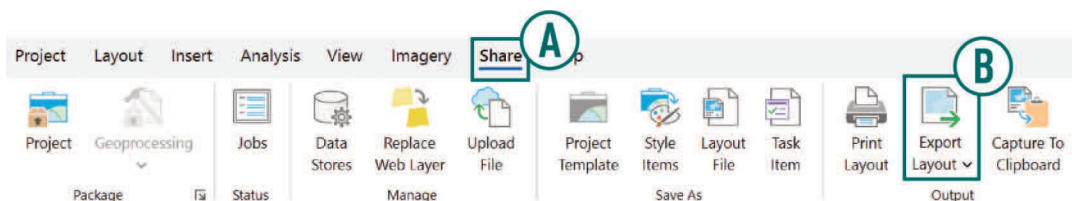


Figura 19 Barra multifunzione posizionata nella parte superiore dell'interfaccia utente, da cui è possibile accedere alla scheda *Share* e selezionare il comando *Export Layout*.

Figure 19 Ribbon located at the top of the user interface, from which the *Share* tab can be selected to access the *Export Layout* command.

Questa azione apre la finestra di esportazione di *ArcGIS Pro*, che presenta numerose impostazioni pre-configurabili [Gorr and Kurland, 2023]. L'unico campo da modificare è **Name**, dove è possibile indicare il nome e il percorso di salvataggio del *file*. Per mantenere un'organizzazione coerente e ordinata dei *file*, il nome di ciascun *report* deve rispettare la seguente convenzione «NomeEmergenza_AAAAMMGG_hhmm» (esempio: «Pietrapaola_20240805_1152»).

6. Conclusioni

Il lavoro svolto dal GdA *Piattaforma Condivisione Dati* del Gruppo Operativo SISMIKO ha portato allo sviluppo di una soluzione tecnologica completa per la gestione delle emergenze sismiche. L'integrazione di strumenti avanzati basati sull'ambiente *ArcGIS*, come *ArcGIS Online*, *Survey123* e *ArcGIS Pro*, con strumenti di automazione dei flussi di lavoro, come *Make*, ha permesso di

ottimizzare i processi di raccolta, analisi e condivisione dei dati geografici in tempo quasi reale, migliorando significativamente l'efficacia operativa. Questi strumenti consentono una pianificazione più rapida e una gestione centralizzata delle informazioni, permettendo alle squadre sul campo di agire con tempestività e precisione.

La possibilità di generare *report* aggiornati in tempo reale e di garantire un accesso sicuro e regolamentato ai dati potenzia ulteriormente l'efficienza delle operazioni.

Il risultato è una piattaforma tecnologica che facilita la risposta immediata alle emergenze e rappresenta un modello replicabile per altre realtà operative.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento ai membri del Comitato di Coordinamento di SISMIKO per il loro prezioso contributo e il costante supporto, che hanno reso possibile l'integrazione efficace tra i requisiti operativi e le soluzioni tecniche sviluppate. Un ringraziamento speciale va a tutto il gruppo di SISMIKO, che con dedizione e disponibilità ha partecipato attivamente alla fase di test delle applicazioni, contribuendo in modo decisivo al potenziamento dell'efficienza operativa sul campo. Un particolare ringraziamento a Maurizio Pignone per aver reso possibile la formazione del GdA PCD, attraverso l'organizzazione di corsi sugli applicativi ESRI.

Si ringraziano infine i revisori e gli editor che, con attenzione e cura, hanno contribuito a migliorare la qualità e la chiarezza del lavoro.

Lo studio ha beneficiato del contributo finanziario della Presidenza del Consiglio dei Ministri-Dipartimento Protezione Civile (DPC); la presente pubblicazione, tuttavia, non riflette necessariamente la posizione e le politiche ufficiali del DPC.

Bibliografia

- Costanzo A., Pastori M., Cavaliere A., D'Alema E., Margheriti L., Marzorati S., Moretti M., Piccinini D., Anselmi M., Bagh S., Colasanti M., Criscuoli F., Falcone S., Gervasi A., Migliari M., Ruffo A., Carluccio I., Locati M., (2024). *INGV SISMIKO Emergency Seismic Network for Pietrapaola Sequence 2024 (Southern Italy) [Data set]*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/SD/O5PHM7WPKO>
- Gorr W. L. and Kurland K. S., (2023). *GIS Tutorial for ArcGIS Pro 3.1*. ESRI Press. <https://www.esri.com/en-us/esri-press/browse/gis-tutorial-for-arcgis-pro-3-1>
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (2005). *Rete Sismica Nazionale (RSN) [Dataset]*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/SD/X0FXNH7QFY>
- Moretti M., Margheriti L., D'Alema E. and Piccinini D., (2023). *SISMIKO: INGV operational task force for rapid deployment of seismic network during earthquake emergencies*. *Front. Earth Sci.*, 11:1146579. <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1146579>
- Pintore S., Marcocci C., Bono A., Lauciani V., Quintiliani M., (2012). *SEISFACE: interfaccia di gestione delle informazioni della Rete Sismica Nazionale Centralizzata*. *Rapporti Tecnici INGV*, 218. <https://doi.org/10.13127/rpt/218>
- Pignone M. and Moschillo R., (2011). *GEOSIS: dall'Earthquake Report al webGIS*. *Quaderni di Geofisica*, 94. <https://www.earth-prints.org/handle/2122/7077>
- Pignone M., Moschillo R., Cogliano R., (2025). *Piattaforma di scambio prodotti e dati geografici (CLOUD GIS) in emergenza sismica*. Report. <https://www.earth-prints.org/handle/2122/57668>
- Presidency of Council of Ministers - Civil Protection Department (1972). *Italian Strong Motion Network [Data set]*. International Federation of Digital Seismograph Networks. <https://doi.org/10.7914/SN/IT>

Sitografia

- [1] <https://sismiko.ingv.it/>
- [2] <https://eida.ingv.it/en/network/IV>
- [3] <https://www.arcgis.com>
- [4] <https://www.make.com>
- [5] <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview>
- [6] <https://survey123.arcgis.com/>
- [7] <https://ran.protezionecivile.it>
- [8] https://sismiko.ingv.it/interventi-in-emergenza/emergenza-in-corso/em-detail-active?pk_id=19
- [9] <https://www.esri.com/it-it/arcgis/products/arcgis-survey123/downloads>

.

QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<https://istituto.ingv.it/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

<https://istituto.ingv.it/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

https://istituto.ingv.it/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.

Progetto grafico
Barbara ANGIONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Ufficio Editoriale
Francesca DI STEFANO | Coordinatore

Segreteria di redazione
segreteria.collane-editoriali@ingv.it

Editing | Produzione | Grafica redazionale
Barbara ANGIONI
Massimiliano CASCONI
Francesca DI STEFANO
Patrizia PANTANI

© 2025 the Author(s). All rights reserved. Open Access



Creative Commons Attribution 4.0 International



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

