

**COMUNE DI SESTRI LEVANTE**

(CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA)

*MONITORAGGIO INCLINOMETRICO*

*IN LOC. VILLA FONTANE DI SAN BERNARDO*

**RAPPORTO TECNICO**

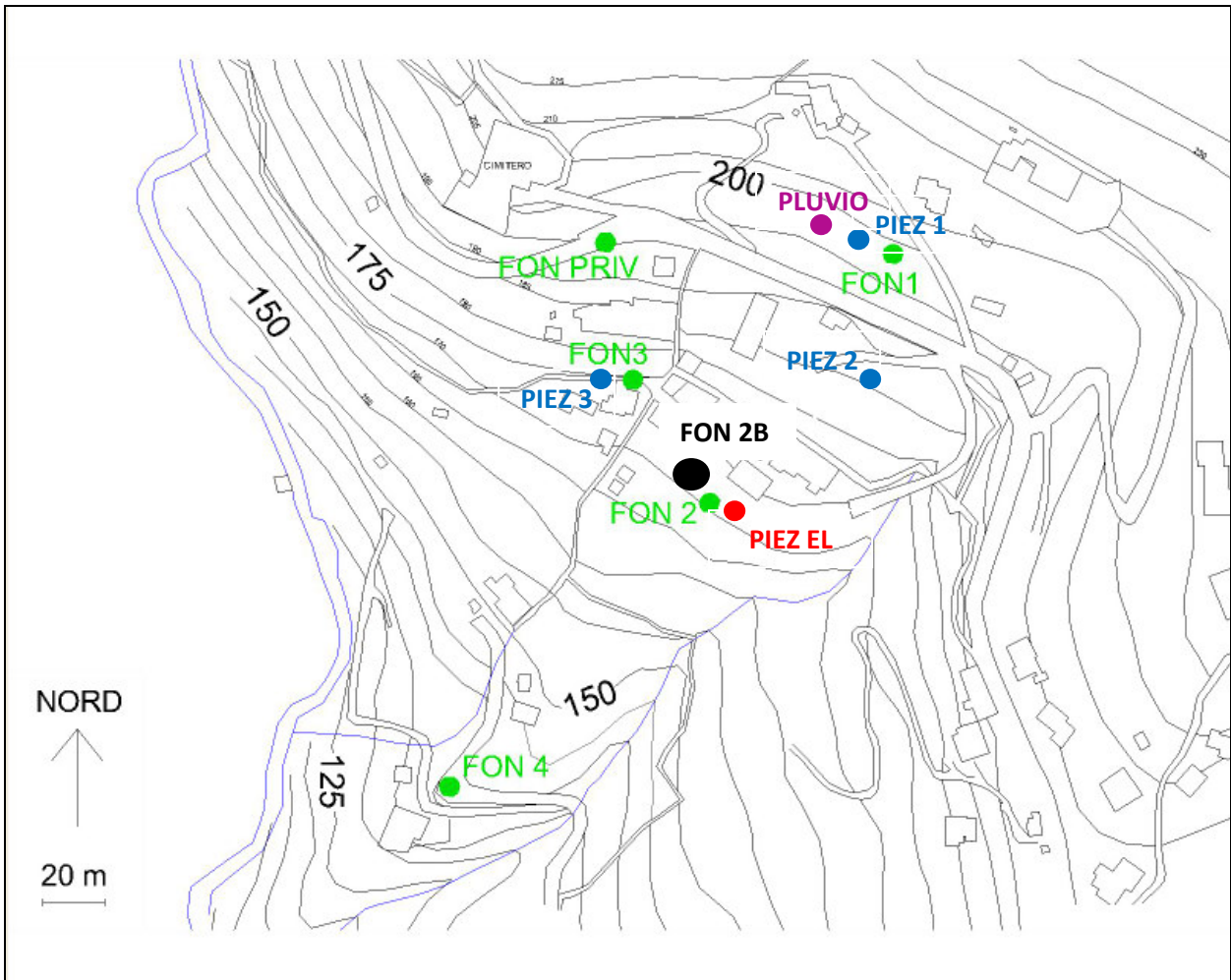
**ANNO 2020 – I SEMESTRE 2021**

## **1. INTERVENTI DEL COMUNE PER IL MANTENIMENTO DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO E DI ALLERTA**

Nell'anno 2020, a causa delle deformazioni riscontrate nei tubi inclinometrici causate dai movimenti progrediti nel corso degli anni, non è stato possibile rimuovere temporaneamente le sonde fisse posizionate all'interno dei tubi e, soprattutto, riposizionarle nella corretta posizione, operazione che già in occasione della lettura precedente si era rivelata difficoltosa.

Conseguentemente ad agosto 2020, nella postazione definita Fon2B è stato eseguito un nuovo sondaggio a distruzione di nucleo di profondità pari a 21m da pc con installazione di tubo inclinometrico che ha consentito il posizionamento di una catena inclinometrica con le sonde di misura poste alla stessa profondità di quella precedente e dunque di continuare con il monitoraggio in continuo. Nel mese di ottobre 2020, su tale postazione, è stata eseguita la lettura "0" di riferimento e nel mese di maggio 2021 la I<sup>a</sup> lettura di esercizio.

Nei giorni compresi tra il 27 Luglio e 9 Agosto us sono eseguiti nuovi fori alle postazioni Fon1 – Fon3- Fon4 e ripristinate le catene inclinometriche, adeguatamente mantenute e con sostituzione di alcune sonde; inoltre nel piezometro Piez3 è stata inserita una sonda per la misurazione del livello idrico di falda con sistema di lettura in continuo.



TAV. 1: PLANIMETRIA TECNICA

## **2. EVOLUZIONE RECENTE DELLA FRANA**

Come già riscontrato l'anno precedente, anche le letture relative all'anno 2020/21 evidenziano che il livello della falda idrica è soggetto ad escursioni di una certa entità, legate evidentemente all'andamento stagionale ma da correlarsi anche all'assetto geomorfologico del versante ed alla permeabilità dei terreni.

Le postazioni inclinometriche, come noto, sono state attrezzate con sonde poste a profondità fisse che compiono letture di spostamento ogni 30 minuti e che ogni 12 ore registrano il dato e lo trasmettono via modem al server del Comune di Sestri Levante.

Tale sistema ha l'obiettivo di rilevare una potenziale situazione di rischio attraverso l'invio di SMS nel caso in cui la velocità e/o l'entità dello spostamento superino un "valore soglia" prefissato.

Principalmente la finalità del monitoraggio in abbinamento al sistema di allarme è essenzialmente volto ad aspetti di Protezione Civile, tuttavia il complesso dei dati acquisiti senza soluzione di continuità temporale consente di proporre alcune considerazioni circa la cinematica del movimento, affinabile necessariamente con l'incremento dei dati disponibili.

Per chiarezza di analisi sono stati restituiti su grafico i valori degli spostamenti medi giornalieri relativi all'intervallo 2020 - maggio 2021.

Le evidenti oscillazioni che caratterizzano le misure in continuo sono dovute alla tipologia di strumentazione utilizzata.

Dall'analisi dei grafici di tutte le postazioni risulta evidente come nel mese di gennaio 2021 ci sia stata un'accelerazione complessiva - seppur diversificata - del movimento franoso, fenomeno che può essere considerato esaurito in tutte le postazioni intorno alla metà di Febbraio 2021.

Andiamo ora ad analizzare le postazioni singolarmente in riferimento alle principali superfici di scivolamento individuate per ogni postazione.

FON1 (-6m da pc): dopo un lungo periodo di “stasi” si è rilevata un’accelerazione del movimento che può essere individuata in n. 2 fasi: la prima dal 3/1/21 al 16/1/21 con uno spostamento pari a circa 3.7mm in 13 giorni, la seconda di entità più contenuta dal 23/1/21 al 15/2/21 con uno spostamento paria a circa 1mm in 23 giorni.

FON2 (-12m da pc): dopo un periodo di lievissimo avanzamento si è rilevata un’accelerazione del movimento che anche in questo caso può essere individuata in n. 2 fasi: la prima, più contenuta, dal 1/12/21 al 1/1/21 con uno spostamento pari a circa 0.8mm in 31 giorni, la seconda, di entità più rilevante, dal 7/1/21 al 16/1/21 con uno spostamento paria a circa 2.3mm in 9 giorni.

FON3 (-12m da pc): dopo un periodo di lievissimo avanzamento si è rilevata un’accelerazione del movimento che può essere ancora descritta in n. 2 fasi: la prima e più rilevante dal 1/1/21 al 12/2/21 con uno spostamento pari a circa 8.2mm in 11 giorni, la seconda, più contenuta, dal 26/1/21 al 11/2/21 che ha comportato un movimento pari a circa 0.5mm.

FON4 (-24m da pc): dopo un periodo di lievissimo avanzamento si è rilevata un’accelerazione del movimento che può essere individuata in n. 3 fasi: la prima, più contenuta, dal 10/12/21 al 2/1/21 con uno spostamento pari a circa 0.3mm in 22 giorni, la seconda, di entità più rilevante, dal 2/1/21 al 16/1/21 con uno spostamento paria a circa 4.5mm in 14 giorni, la terza compresa dal 27/1/21 al 30/1/21 con uno spostamento di circa 0.3mm in 3 giorni

Per effettuare una valutazione qualitativa circa lo stato di attività del movimento franoso sono state calcolate per ognuna delle postazioni inclinometriche le velocità medie durante la fase di accelerazione avvenuta tra dicembre 2020 e febbraio 2021.

<i>POSTAZIONE</i>	<i>PROFONDITA' PIANO DI SCIVOLAMENTO (m da pc)</i>	<i>V evento dicembre 20-febbraio 21 (mm/giorno)</i>	<i>Durata Accelerazione picco (giorni)</i>
FON1	6	0.29	13
FON2	12	0.26	9
FON3	12	0.75	11
FON4	24	0.32	14

Pur sottolineando che le velocità sopra riportate sono da ritenersi indicative, appare evidente che le postazioni Fon1 – Fon2 – Fon4, rappresentative del settore orientale della frana, sono omogenee come tipologia di movimento mentre il settore mediano occidentale (Fon3) risulta il più critico in relazione alle velocità di spostamento. Sempre in termini indicativi la postazione mediana Fon2 risulta essere stata la prima interessata dall'incremento di velocità.

Paragonando i dati presenti con quelli relativi all'ultima accelerazione rilevata, novembre – dicembre 2019, risulta evidente che si è trattato di un evento meno significativo.

<i>POSTAZIONE</i>	<i>PROFONDITA' PIANO DI SCIVOLAMENTO (m da pc)</i>	<i>V<sub>media</sub> (mm/giorno)</i>	<i>Data Accelerazione 2019</i>	<i>Durata Accelerazione (giorni)</i>
FON1	6	1.20	18/11-2/12	14
FON2	12	2.61	19/11-28/11	9
FON3	12	1.14	9/11-4/12	25
FON4	24	1.23	21/11-5/12	14

In conclusione, pur rilevando una significativa accelerazione del fenomeno nei mesi di dicembre 2020 – gennaio 2021, da rapportarsi al picco di pioggia e alla cumulata mensile, il cinematisimo nel suo complesso è stato confinato in un ambito contenuto in relazione soprattutto alla durata del periodo di accelerazione che, se fosse continuato per un tempo più prolungato, avrebbe comportato effetti ben più negativi sia sull'edificato che sulle infrastrutture.

### **3. STUDI IN CORSO DA PARTE DELL'UNIVERSITA' DI GENOVA**

Nell'anno 2021 è stato intrapreso un percorso di studio sulla frana con il DISTAV (Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita – Università degli Studi di Genova) che in una prima fase ha comportato un confronto scientifico sui dati disponibili e la redazione di una pubblicazione congiunta pubblicata sulla rivista "Italian Journal of Engineering Geology and Environment" presentata il 23 settembre scorso al 7° Congresso dell'Associazione Italiana di Geologia Applicata e Ambientale tenutosi a Lecco.

L'interesse della comunità scientifica si è tradotto nelle ultime settimane in una serie di ulteriori approfondimenti geognostici da parte dell'Università, articolati in prospezioni geofisiche (geoelettriche e sismiche tramite tecnica HVSR) finalizzate:

- a indagare sugli spessori della coltre con una densità di dati molto superiore rispetto a quella consentita dai sondaggi eseguiti originariamente dal Comune
- a riconoscere le principali direzione di drenaggio delle acque subsuperficiali entro la frana
- conseguentemente, affinare la comprensione dei meccanismi che innescano le accelerazioni della frana e riconoscere le porzioni d'area a maggiore vulnerabilità
- verificare l'effettiva possibilità di ulteriori interventi per la mitigazione del fenomeno





In colore blu le indagini eseguite dal Comune di Sestri Levante

In colore rosso e bianco le indagini (geolettriche e sismiche tramite tecnica HVSR) eseguite dall'Università