



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017 e dagli eventi franosi del 26 novembre 2022

**CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO DENOMINATO  
COLLINETTA PARADISIELLO DI INTERAZIONE GEOLOGICO-  
TECNICA CON LE AREE DI SEDIME DEGLI INTERVENTI  
PALAZZO BELLAVISTA (NAPOLEON), PLESSO SCOLASTICO  
MANZONI E PLESSO SCOLASTICO SAN SEVERINO  
- CUP: D38H23001490001-**

**Documento di Indirizzo alla Progettazione**

D.Lgs. 36/2023 (art 41 ed All. I.7 art.3)

Decreto commissariale n. 1671 del 23 giugno 2023

Il Responsabile Unico del Procedimento  
Dott. Geol. Lorenzo Benedetto



**Sisma ed Emergenza Ischia**

Ricostruzione Post Terremoto 2017 e Interventi Contro il Dissesto  
Idrogeologico

<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>I. GLI OBIETTIVI DA PERSEGUIRE ATTRAVERSO LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI.....</b>	<b>4</b>
OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE .....	6
INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO .....	8
GEOLOGIA .....	10
GEOMORFOLOGIA .....	13
IDROGEOLOGIA.....	18
GEOTECNICA.....	24
USO DEL SUOLO E COSTRUITO .....	30
ANALISI STORICA EVENTI ALLUVIONALI E FRANOSI.....	34
L'EVENTO DEL 24 OTTOBRE 1910 A CASAMICCIOLA TERME.....	35
L'EVENTO DEL 10 NOVEMBRE 2009 A CASAMICCIOLA TERME.....	37
DESCRIZIONE DEL DANNO A SEGUITO DELL'EVENTO DEL 26 NOVEMBRE 2022 .....	41
DANNO AGLI EDIFICI A SEGUITO DELL'EVENTO SISMICO .....	47
STATO DI FATTO DELL'AREA OGGETTO D'INTERVENTO .....	51
IL QUADRO DEI FABBISOGNI.....	56
IMPATTI DELL'OPERA SULLE COMPONENTI AMBIENTALI.....	56
REGOLE E NORME TECNICHE DA RISPETTARE E VINCOLI DI LEGGE RELATIVI AL CONTESTO D'INTERVENTO.....	58
<b>II. REQUISITI TECNICI CHE L'INTERVENTO DEVE SODDISFARE.....</b>	<b>60</b>
INDAGINI E PROVE GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE.....	62
INTERVENTI CORTICALI .....	62
OPERE DI SOSTEGNO .....	65
TERRE ARMATE.....	66
REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE .....	67
<b>III. PROCEDURA DI AFFIDAMENTO DEI LAVORI, LIVELLI DELLA PROGETTAZIONE E ACCORPAMENTO DEI SERVIZI TECNICI .....</b>	<b>67</b>
<b>IV. ELABORATI GRAFICI E DESCRITTIVI DA REDIGERE PER CIASCUN INTERVENTO ....</b>	<b>69</b>
<b>V. COPERTURA FINANZIARIA DEGLI INTERVENTI.....</b>	<b>71</b>
<b>VI. INDIVIDUAZIONE DI DETTAGLIO DELLE OPERE .....</b>	<b>72</b>
<b>VII. INDIRIZZI GENERALI PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE, GEOTECNICO E STRUTTURALE DELLE OPERE.....</b>	<b>77</b>

#### **ALLEGATI**

Fanno parte integrante e sostanziale del presente documento i seguenti allegati:

ALLEGATO 1 - DIP - UBICAZIONE AREA OGGETTO D'INTERVENTO

ALLEGATO 2 - DIP - CATASTALI-FOGLI

ALLEGATO 3 DIP-CATASTALI-PARTICELLE



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

### **PREMESSA**

Il Comune di Casamicciola Terme, a seguito delle diverse interlocuzioni avute con la Struttura Commissariale, ha individuato l'elenco di opere pubbliche da inserire nell'Ordinanza Speciale n. 1 dell'11/04/2023, già in buona parte ricomprese nelle precedenti pianificazioni, sulla scorta di ricognizioni effettuate, ma anche relazionandosi con un quadro oggettivo di difficoltà ed impedimenti, cause o concause, del mancato, ad oggi, raggiungimento degli obiettivi. In tali consessi, inoltre, si era convenuto, prima del verificarsi degli eventi meteorologici del 26 novembre 2022, sull'opportunità, per taluni interventi, di procedere mediante una prima fase che prevedeva l'immediato finanziamento delle indagini, dei progetti di fattibilità tecnica ed economica, ovvero definitiva ed esecutiva, la cui previsione finanziaria si basava sulle stime sommarie fornite dal Comune, e una seconda fase dove, a valle di una progettazione, e studi propedeutici, si definiva, con quadro più realistico, l'importo complessivo dell'opera e quindi il relativo finanziamento. Tali determinazioni sono state completamente stravolte a seguito degli eccezionali eventi meteorologici del 26 novembre 2022.

Come è noto, i richiamati eventi del 26 novembre 2022, che hanno interessato il territorio dell'isola di Ischia e in particolare il comune di Casamicciola Terme, hanno determinato una grave situazione di pericolo per l'incolumità delle persone, causando vittime, dispersi, l'allagamento, l'isolamento di diverse località e l'evacuazione di numerose famiglie dalle loro abitazioni. In conseguenza agli stessi, con delibera del Consiglio dei ministri del 27 novembre 2022, è stato dichiarato, per dodici mesi, lo stato di emergenza a partire dal giorno 26 novembre 2022.

Tale tragico evento ha mutato profondamente le priorità esigenziali del Comune di Casamicciola Terme determinando dapprima un rinvio dell'emissione dell'O.S. e conseguentemente variazioni del quadro esigenziale medesimo, come ad esempio:

- la necessità di annoverare tra gli interventi della presente O.S. il consolidamento di due versanti (località Piccola Sentinella e Collinetta Paradisiello) di interazione geologico-tecnica con l'area contermina rispettivamente degli immobili pubblici Ibsen e Manzoni-Napoleon-Sanseverino, non contemplati nel Piano degli Interventi Urgenti previsto all'art.4 OCDPC n.948 del 30 novembre 2022;
- al fine di accelerarne i tempi di esecuzione, l'opportunità di prevedere il finanziamento totale di interventi di alcune Opere Pubbliche (Palazzo Bellavista e Plessi scolastici Manzoni-San Severino), per i quali nelle precedenti riunioni intercorse, si era deciso di finanziare la sola progettazione o gli studi propedeutici;

Pertanto con nell'Ordinanza speciale n. 1 dell'11/04/2023, il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'Isola di Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017, ha individuato ed approvato gli interventi di ricostruzione degli edifici comunali del Comune di Casamicciola Terme danneggiati dagli eventi sismici, nonché ulteriori interventi scaturiti dal mutato quadro esigenziale in conseguenza dello stato di emergenza, in termini di criticità ed urgenza connesse alla loro ricostruzione, individuando tutte le modalità acceleratorie di selezione sia degli operatori economici responsabili dei servizi di ingegneria e di architettura che di quelli per la realizzazione dei lavori, al fine di contrarre i tempi della ricostruzione pubblica comunale danneggiata dagli eventi sismici.

Tra gli interventi urgenti e di particolare criticità individuati ed approvati nella richiamata Ordinanza Speciale n. 1 dell'11/04/2023, è stato inserito quello denominato "*Consolidamento del versante denominato Collinetta*



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

*Paradisiello di interazione geologico-tecnica con le aree di sedime degli interventi Palazzo Bellavista (Napoleon), Plesso scolastico Manzoni e Plesso scolastico San Severino*", identificato con codice OS/CT/07, per un importo pari ad € 5.239.280,00, disponendo come soggetto attuatore la Struttura commissariale.

L'intervento risulta ubicato in località Collinetta Paradisiello e riguarda la mitigazione del rischio idrogeologico di un versante che interessa edifici ed infrastrutture situati sia a monte che a valle dello stesso, ed in particolare il palazzo della sede comunale (Bellavista) e due plessi scolastici (Manzoni e San Severino), danneggiati dal sisma e oggetto di interventi di riparazione e adeguamento sismico tramite abbattimento e ricostruzione, ricompresi nella medesima Ordinanza speciale n. 1 del 11/04/2023.

La presente relazione, di carattere programmatico, viene redatta dal Responsabile del Procedimento ai sensi dell'art. 3 dell'All.I.7 del D. Lgs 36/2023 e rappresenta il documento di indirizzo alla progettazione necessario all'avvio dei servizi attinenti all'architettura ed ingegneria relativi all'intervento di "Consolidamento del versante denominato Collinetta Paradisiello di interazione geologico-tecnica con le aree di sedime degli interventi Palazzo Bellavista (Napoleon), Plesso scolastico Manzoni e Plesso scolastico San Severino", nel Comune di Casamicciola Terme.

La scelta progettuale adottata dovrà necessariamente tenere conto della futura manutenibilità delle opere progettate.

In virtù del principio del risultato richiamato nel codice dei contratti pubblici, le prove e le indagini, così come meglio specificate nel paragrafo VII, individuano una quantità di risorse che rappresenta per il progettista un limite superiore. In termini di distribuzione spaziale, numerosità e specificità sarà in ogni caso responsabilità del progettista redigere un piano delle indagini e prove che sarà approvato dal RUP prima dell'esecuzione.

## **I. GLI OBIETTIVI DA PERSEGUIRE ATTRAVERSO LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI**

Gli obiettivi primari degli interventi di cui all'Ordinanza Speciale n. 1 dell'11/04/2023 sono quelli di:

- ripristino della funzionalità pubblica: la gradazione di criticità è proporzionale al disservizio, alla perdita economica correlata e al rallentamento dell'esplicazione delle funzioni pubbliche. All'uopo è sufficiente evidenziare gli oneri connessi ad esempio all'instaurazione di un servizio di scuola bus resosi necessario per il frazionamento delle sedi scolastiche in edifici distribuiti in varie parti del territorio comunale;
- sicurezza degli edifici: alcuni edifici, manifestano un incipiente pericolo di crollo, se non già crollati; la loro posizione rispetto agli assi viari, pedonali e alle costruzioni contermini, rende difficoltoso e in alcuni casi impedisce l'avvio delle attività di ricostruzione;
- propedeuticità nella ricostruzione: il ripristino delle funzioni svolte all'interno degli edifici pubblici è propedeutico alla ricostruzione privata;
- valore simbolico per la comunità: alcune opere rappresentano un riferimento per la comunità (scuole, sede comunale, sede museale, ecc.).

Il risultato atteso è la restituzione alla popolazione del Comune di Casamicciola Terme del patrimonio di edilizia pubblica afferente alle "Funzioni istituzionali, collettive e servizi direzionali" danneggiate dall'evento sismico del 21 agosto 2017. In particolare, attraverso la realizzazione degli interventi individuati nell'Ordinanza Speciale, si otterrà un adeguato livello di sicurezza di edifici e di strutture aventi particolare



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITÀ COLLINETTA PARADISIELLO*

rilevanza strategica, per i territori di riferimento, valorizzandone l'impatto sociale e la capacità di aggregazione collettiva.

Infine, la realizzazione degli interventi selezionati, consentirà la riattivazione, in un contesto infrastrutturale recuperato e meglio rispondente alla normativa in materia di prestazione sismica degli edifici, delle funzioni amministrative e sociali che esprimono l'identità e la memoria delle popolazioni residenti.

La necessità di realizzare gli interventi previsti nell'ambito del progetto del Consolidamento del versante sito in località Collinetta Paradisiello, si aggrava a seguito del verificarsi degli eventi meteorologici di eccezionale intensità del 26 novembre 2022, che hanno interessato il territorio dell'isola di Ischia e in particolare il comune di Casamicciola Terme, determinando una grave situazione di pericolo per l'incolumità delle persone, causando vittime, dispersi, l'allagamento, l'isolamento di diverse località e l'evacuazione di numerose famiglie dalle loro abitazioni. In tale contesto gli interventi da realizzare hanno l'obiettivo di consolidare il versante che incombe sull'edificio scolastico dell'Ibsen, che sarà oggetto di abbattimento e ricostruzione, al fine di non comprometterne l'azione di ripristino strutturale e garantirne dunque la fruibilità in condizioni di sicurezza.

Le criticità che interessano l'area in esame, risultano peraltro già perimetrate nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'ex Autorità di Bacino Campania Centrale, che vede la zona d'intervento classificata a "rischio elevato" da frana R3, per la presenza di un ambito geomorfologico costituito da una paleofalesia, di cui sono ancora ben evidenti l'orlo e la scarpata, soggetti a fenomeni di instabilità di tipo crollo e scivolamenti.

Il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, deve approfondire una serie di aspetti quali: la definizione adeguata del livello di conoscenza delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche, del territorio interessato dagli interventi, sulla base delle quali verificare il dimensionamento e l'efficacia delle opere di sistemazione del versante previste.

Sulla base degli elementi al momento disponibili è possibile tracciare una prima ipotesi di interventi da realizzare, finalizzati al rafforzamento corticale delle porzioni di versante costituiti da terreni addensati o debolmente cementati interessati da fenomeni di crollo, scivolamento e di erosione, in seguito ad eventi pluviometrici intensi, della coltre alterata superficiale. Gli interventi proposti per la protezione di tali versanti prevedono, la protezione mediante biostuoia ancorata alla parete mediante un sistema di chiodature, reti in acciaio e funi in trefoli. Le reti di rivestimento ancorate, anche conosciute come reti di protezione, rinforzi corticali o stabilizzazioni superficiali, sono costituite da un insieme di ancoraggi e reti di acciaio. È stata inoltre ipotizzata l'esecuzione di micropali con annessa berlinese per consolidare alcuni settori di versante. L'obiettivo principale di questi sistemi è quello di migliorare la stabilità del versante, prevenendo i fenomeni di crollo, di scivolamento e di erosione superficiale.

Al fine di individuare l'ubicazione dell'area oggetto degli interventi, si riporta di seguito uno stralcio cartografico indicante il posizionamento della stessa.



## Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

### CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO

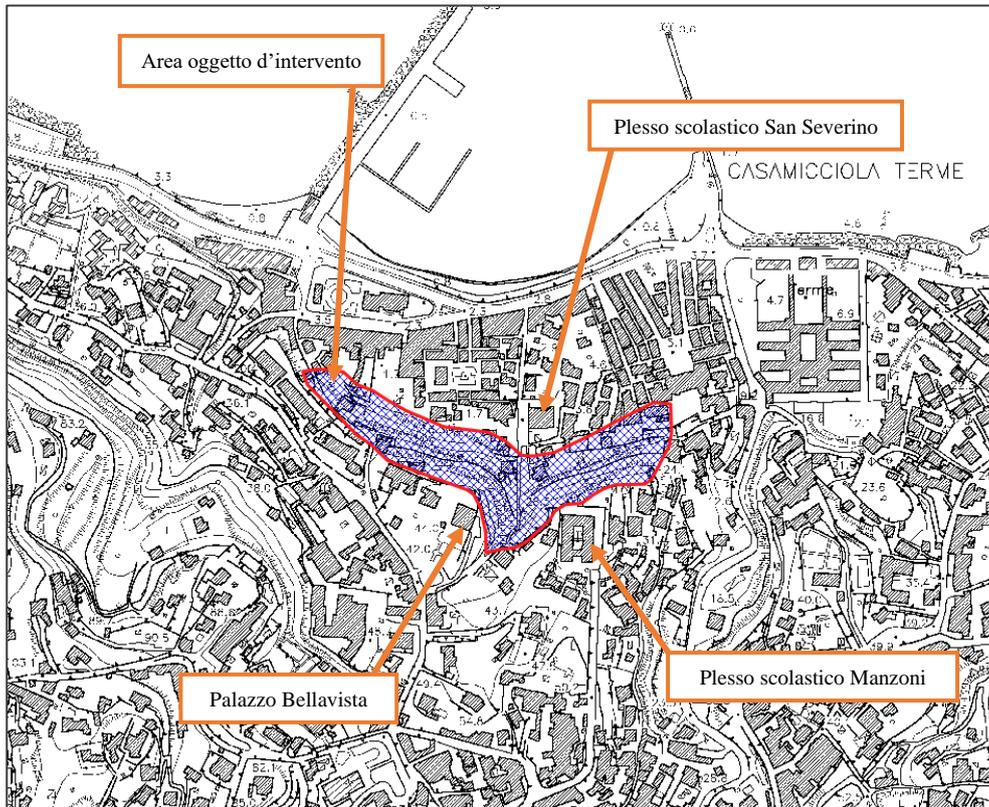


Figura 1. Stralcio con localizzazione dell'area d'intervento, del Palazzo Bellavista e dei plessi scolastici Manzoni e San Severino.

## OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE

La progettazione degli interventi dovrà considerare qualsiasi aggiornamento del teatro di intervento acquisito nei mesi appena trascorsi in cui sono stati disposti diversi interventi di somma ed estrema urgenza che i vari soggetti attuatori hanno condotto, sia coordinati dalla struttura commissariale che in autonomia, fino ad oggi e che, in molti casi, stanno ancora conducendo. In una tale situazione dinamica sarà compito del RUP indicare all'atto della consegna del servizio lo stato dell'arte di avanzamento delle attività di progettazione, dei lavori e di ogni altro elemento utile che dovesse caratterizzare lo scenario descritto in questo dip in modo differente a causa del trascorrere del tempo.

L'approccio operativo dovrà necessariamente essere multidisciplinare, basato su analisi e indagini specialistiche da cui discende l'eterogeneità delle figure professionali che andranno a comporre la struttura tecnica minima per ciascuna gara.

Inoltre, la progettazione dovrà tener conto sia di altri interventi finanziati per la riduzione del dissesto idrogeologico, sia di eventuali altre opere in esecuzione o in progettazione che potrebbero avere scopi diversi dalla mitigazione del dissesto idrogeologico, ma comunque incidere nell'area interessata e interagire con l'intervento oggetto di questo documento preliminare.



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Saranno altresì prese in considerazione, se applicabili, le prescrizioni e le indicazioni risultanti dai pareri e dai nulla osta obbligatori riguardanti interventi di difesa del suolo già finanziati e dalle nuove perimetrazioni di Rischio Frana predisposte dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, il cui progetto di aggiornamento è stato adottato con Decreto del Segretario Generale n. 561 del 04/08/2023 e pubblicato sul BURC n. 61 del 21/08/2023.

La progettazione degli interventi mirerà a raggiungere gli obiettivi generali di mitigazione del rischio nella porzione dell'abitato di Casamicciola Terme interessato dagli stessi ed in particolare sugli edifici del Palazzo Bellavista e dei Plessi scolastici Manzoni e San Severino, i quali saranno oggetto di adeguamento sismico anche attraverso abbattimento e ricostruzione, al fine di garantirne la fruibilità in condizioni di sicurezza, nel rispetto dei limiti finanziari e di altri vincoli, quali a titolo esemplificativo archeologici, paesaggistici, legati a siti SIC, etc... Inoltre, si darà particolare attenzione all'integrazione armoniosa delle opere nell'ambiente circostante, con la massima riduzione degli impatti sulle componenti ambientali del contesto d'intervento.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alle opere già presenti, sarà cura del progettista verificarne stabilità e funzionalità anche rispetto alle nuove opere progettate.

Per conseguire tali obiettivi, la scelta delle modalità specifiche di intervento privilegerà soluzioni che combinino i seguenti elementi:

- Adeguati criteri di realizzazione delle strutture e dei manufatti, tenendo conto sia dei materiali e delle tecnologie scelti, sia delle specifiche metodologie di calcolo adottate.
- Efficaci misure di rinaturalizzazione mediante l'utilizzo di moderne tecniche di ingegneria naturalistica, che saranno preferite salvo nei casi in cui non risultino tecnicamente idonee a garantire la mitigazione del rischio senza ricorrere a tecniche tradizionali.
- Riutilizzo delle materie scavate, nel limite delle possibilità tecniche e in conformità con la normativa di settore, in particolare con il DPR 120/2017.
- Minimizzazione del trasporto di materiali solidi dagli alvei, data l'elevata spesa associata allo smaltimento.
- Altri accorgimenti mirati alla riduzione generale dell'impatto ambientale delle opere.

L'obiettivo primario della progettazione sarà inoltre quello di realizzare interventi che, oltre a mitigare il rischio idrogeologico, siano in armonia con l'ambiente circostante e che adottino soluzioni sostenibili e rispettose dell'ecosistema locale.

Le opere prevedibili in linea di massima sono state individuate sulla base degli elementi di conoscenza al momento disponibili, per i quali è possibile tracciare una prima ipotesi di interventi da realizzare. Gli stessi sono finalizzati al rafforzamento corticale delle porzioni di versante costituite da terreni addensati o debolmente cementati, interessati da fenomeni di crollo, scivolamento e di erosione a seguito di eventi pluviometrici intensi. L'obiettivo principale di questo sistema è quello di migliorare la stabilità del pendio, prevedendo la messa in opera di biostuoia ancorata alla parete con un sistema di chiodature, reti in acciaio e funi in trefoli. Le reti di rivestimento ancorate, anche conosciute come reti di protezione, rinforzi corticali o stabilizzazioni superficiali, sono costituite da un insieme di ancoraggi, funi e reti di acciaio. E' stata inoltre ipotizzata l'esecuzione di micropali con annessa berlinese per consolidare alcuni settori di versante instabili. E' prevedibile, inoltre, il ripristino delle "parracine", muretti di contenimento a secco tipici



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

dell'isola di Ischia, presenti in alcuni tratti del pendio, che in diversi casi sono crollati a seguito degli eventi del 26/11/2022. Si rappresenta, inoltre, che al fine di evitare il ruscellamento incontrollato delle acque sul versante, occorre prevedere delle opere di raccolta ed allontanamento delle stesse.

## **INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO**

L'isola di Ischia, perla del golfo di Napoli, collocata in una posizione geografica privilegiata, è stata da sempre meta ambita di viaggiatori, poeti e letterati. Le sue ricchezze paesaggistiche e le enormi risorse naturali, a partire dalle acque termali con effetti benefici per la salute, l'hanno resa celebre in tutto il mondo.

Il perimetro di circa 39 Km, una superficie di 47 kmq, accoglie quasi 60.000 abitanti che contano una superficie totale di circa 21 km<sup>2</sup> con una popolazione residente pari a circa 31.000 abitanti.

L'isola di Ischia è un campo vulcanico formato da una caldera di circa 12-16 km di diametro, caratterizzata dalla risorgenza calderica della sua parte centrale (M. Epomeo). Le rocce più antiche affioranti sull'isola risalgono a circa 150.000 anni ed affiorano al di fuori dei bordi della caldera lungo la costa meridionale. Si tratta di un sistema vulcanico tra i più attivi dell'area mediterranea. I due grandi campi vulcanici del Distretto Vulcanico Flegreo, sono alimentati prevalentemente da magmi alcalini evoluti, mentre il campo vulcanico minore di Procida è caratterizzato da tufi monogenici trachibasaltico-shoshonitici e coni di scorie e lave minori. Le successioni vulcaniche e sedimentarie affioranti sull'Isola d'Ischia hanno registrato una lunga storia, che va da oltre 150.000 anni fa ad oggi, di cui gli ultimi episodi eruttivi (lave dell'Arso e piroclastiti) risalgono al 1301-1302.

L'estrema fragilità geomorfologica del territorio ischitano è l'origine delle numerose tragedie che hanno interessato negli anni l'isola d'Ischia, in particolare il Comune di Casamicciola Terme noto alla cronaca per il famoso terremoto del 1883. Il sisma del 1883 con magnitudo 5,8, anticipato da precedenti eventi nel 1796, 1828 e 1881, provocò nella sola Casamicciola 2.333 vittime, distruggendo circa 537 edifici su un totale di circa 672. Trent'anni dopo il devastante terremoto del 1883, precisamente il 24 ottobre del 1910, si verifica la tragica alluvione passata alla storia per quindici vittime ischitane e per i celebri massi giganti ritrovati in molte foto d'epoca. Dalle 6 alle 11 di mattina, sei ore di piogge senza precedenti misero in ginocchio i comuni di Casamicciola Terme, Lacco Ameno e in misura minore Barano, Ischia e Forio. Nel comune casamiccioliese ci furono undici morti (gli altri quattro a Lacco Ameno) oltre ad innumerevoli danni, che interessarono molte abitazioni e attività produttive, le quali vennero sommerse da metri di fango. Risultarono distrutti hotel (come l'albergo Quisisana, poi ricostruito e ancora oggi presente in Piazza Bagni) e stabilimenti termali (almeno sei, tra cui Lucibello e Manzi). Nel corso del tempo si sono susseguiti ulteriori fenomeni alluvionali e sismici che hanno determinato ulteriori vittime come negli eventi alluvionali del 2006, del 2009 e ancora del 2015, a cui si sono susseguiti il sisma del 2017 e l'ultima alluvione del 26 novembre 2022.

La forte antropizzazione che caratterizza l'isola d'Ischia è uno dei tanti aspetti che grava notevolmente sulle già fragili condizioni morfologiche dell'isola, la cui sismicità ha determinato fratture e frane sismo-indotte concentrate sui versanti del Monte Epomeo.

Secondo i dati Ispra (*vedi Figura 2*), elaborati sulle attuali perimetrazioni PAI, nel comune più grande dell'isola, Forio, circa la metà della sua superficie, 5,55 kmq (42%), è a pericolosità da frana Molto elevata o Elevata, con circa 2 mila abitanti (12,3%) a rischio frana e circa 500 abitanti a rischio alluvioni. Ischia con i

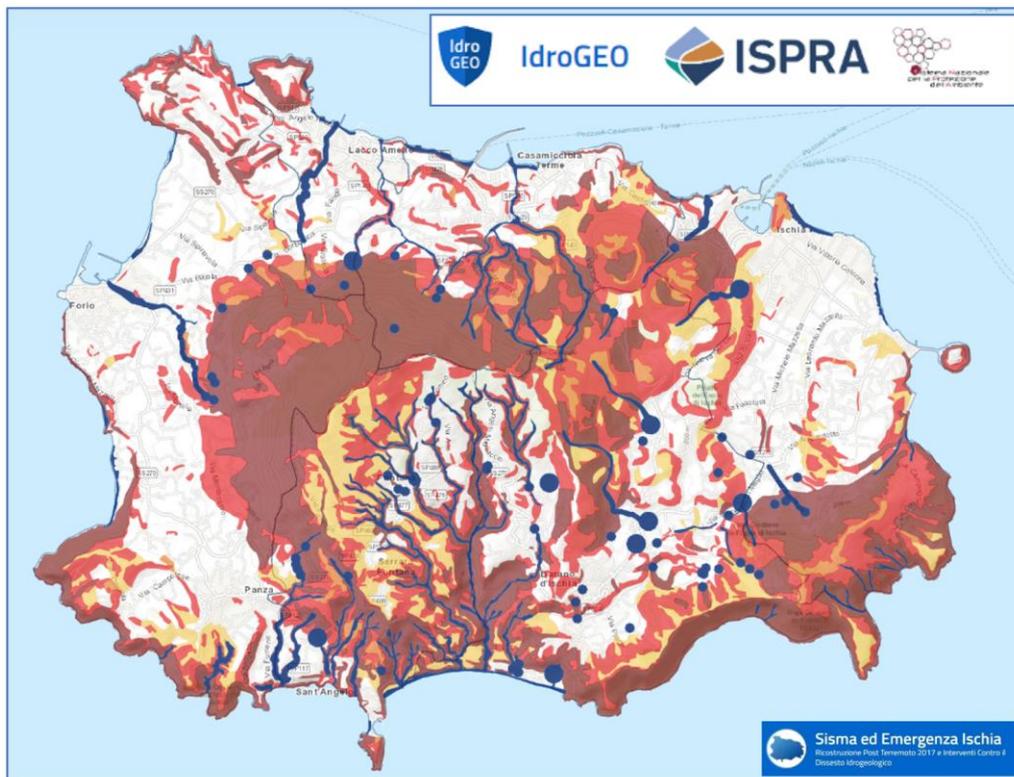


*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

sui 8,14 Km<sup>2</sup> di estensione rappresenta il secondo Comune isolano, oltre un terzo della sua superficie, 3,27 km<sup>2</sup>, è a pericolosità da frana Molto elevata o Elevata con circa 4 mila abitanti (20%) a rischio frana e 662 abitanti a rischio alluvioni; Barano ha circa 3 mila abitanti a rischio, un terzo della popolazione totale del Comune localizzata in 6,19 km<sup>2</sup>, che rappresenta più della metà della superficie comunale a rischio frane (56,5%); Serrara Fontana nei 3,77 km<sup>2</sup> a pericolosità da frana Molto elevata o Elevata risiedono circa 1.355 abitanti cioè oltre metà popolazione, inoltre 359 abitanti vivono in un'area a rischio alluvioni; a Lacco Ameno in 0,55 km<sup>2</sup> individuati a rischio elevato e molto elevato, ci sono più di 1500 persone; nei 3,47 km<sup>2</sup> di Casamicciola, interessati da pericolosità da frana molto elevata vivono 800 persone, circa 1.200 nell'area a pericolosità elevata, 30 in zone a pericolosità media, 560 in zone a pericolosità moderata e 299 in zone a pericolosità idraulica con il 66% della popolazione che vive complessivamente in aree a pericolosità elevata o molto elevata.



*Figura 3. Mappa Pericolosità e Rischio frana e alluvioni dell'Isola d'Ischia*

Una fragilità acuita non solo dalla forte antropizzazione ma soprattutto dagli effetti dei cambiamenti climatici: siccità, temperature estreme che hanno alimentato incendi e modifica del regime delle precipitazioni con eventi estremi sempre più frequenti. Lo scorso agosto le fiamme hanno divorato la vegetazione lungo i pendii dell'Epomeo, nel versante nord-occidentale, propagandosi poi nella zona di Santa Maria al Monte; solo qualche giorno prima erano andate in fiamme le zone dei Frassitelli e della Falanga, distruggendo una porzione significativa di macchia mediterranea. E col terreno ridotto in cenere, il rischio di smottamenti e alluvioni, sin dalle prime piogge, aumenta in maniera esponenziale.



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Situato nella parte settentrionale dell'incantevole isola d'Ischia, Casamicciola vanta un pittoresco porto misto, accogliendo sia attività commerciali che turistiche. È l'unico comune dell'isola che confina con tutti gli altri (vedi Figura 3): a est si delinea col Comune di Ischia, a sud si collega al Comune di Barano d'Ischia, attraverso il sentiero che separa il bosco della Maddalena dal Monte Maschiatta, e si estende verso Serrara Fontana, toccando a sud-ovest il Comune di Forio e lambendo ad ovest anche il territorio di Lacco Ameno.

La superficie di Casamicciola copre circa 5,5 km<sup>2</sup>, caratterizzandosi prevalentemente da una conformazione collinare. Man mano che ci si addentra nell'entroterra e ci si allontana dalla costa, la densità demografica si riduce, fino a quasi azzerarsi nei pressi del monte Epomeo.

La popolazione locale ha da sempre apprezzato le benefiche sorgenti termali di Casamicciola, conferendo a questa località una rinomata fama per le cure termali di altissima qualità. Lungo la costa si possono ammirare tre incantevoli spiagge equidistanti, situate in zona Fundera, Marina e Perrone, invogliando i visitatori con il loro splendore naturale.



*Figura 3. Confini comunali sull'Isola d'Ischia*

## **GEOLOGIA**

L'isola di Ischia (vedi Figura 4) è un campo vulcanico formato da una caldera di circa 12-16 km di diametro, caratterizzata dalla risorgenza calderica della sua parte centrale (M. Epomeo). Le rocce più antiche esposte sull'isola risalgono a circa 150.000 anni ed affiorano al di fuori dei bordi della caldera lungo la costa meridionale (Brown et al. 2008, 2014). L'isola d'Ischia rappresenta la porzione emersa di un più vasto campo



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

vulcanico che si estende lungo il versante continentale fino all'area vulcanica dei Campi Flegrei (Sbrana et al., 2018). Questi vulcani fanno parte del Distretto Vulcanico Flegreo (DVP; Orsi et al., 1996), il sistema vulcanico attivo più diffuso dell'area mediterranea. Ischia e Campi Flegrei, i due grandi campi vulcanici del DVP, sono alimentati prevalentemente da magmi alcalini evoluti. Le successioni vulcaniche e sedimentarie affioranti sull'Isola d'Ischia hanno registrato una lunga storia, che va da oltre 150.000 anni fa (Gillot et al., 1982; Vezzoli, 1988) ad oggi. Gli ultimi depositi eruttati (lave dell'Arso e piroclastiti) risalgono al 1301-1302 dC (Rittman & Gottini, 1980).

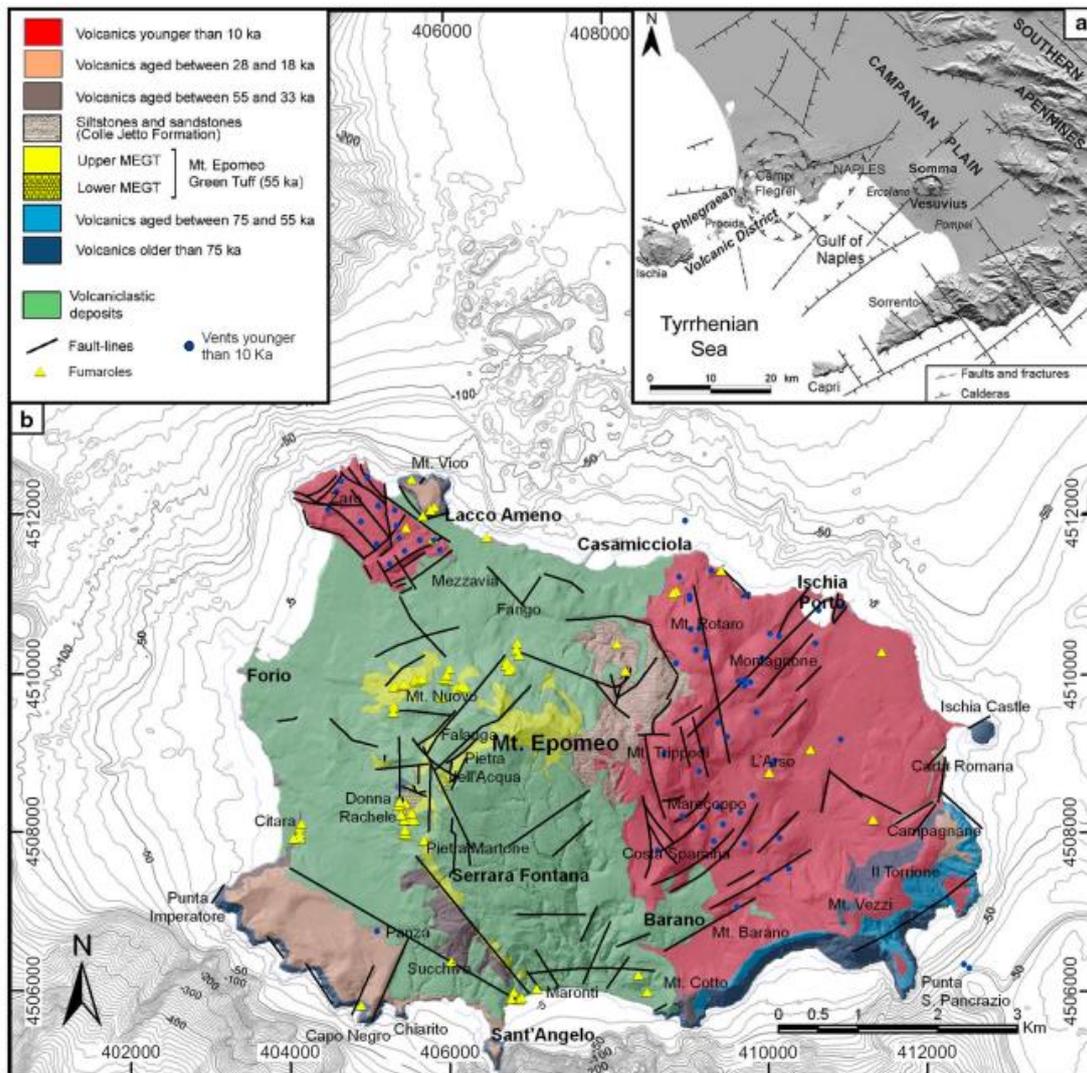


Figura 4- a) Carta strutturale dell'area vulcanica napoletana. b) Carta geologica di Ischia con la distribuzione dei prodotti vulcanici di età diverse (modificata da Della Seta et al. 2012 e Brown et al., 2014).

Il vulcanismo dell'Isola di Ischia si sviluppa attraverso la costruzione di un campo vulcanico costituito principalmente da vulcani monogenici (coni di tufo, coni di scorie, coni e bastioni di spatter, duomi lavici e



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

colate laviche) dispersi su un'area di 250 kmq. I prodotti vulcanici hanno composizioni prevalentemente trachitiche (Vezzoli, 1988).

A partire da 150.000 anni fa, Ischia ha conosciuto un'attività vulcanica discontinua (Gillot et al., 1982; Vezzoli, 1988; Orsi et al., 1996; de Vita et al., 2006, 2010). Tra 150.000 e 75.000 anni fa, sono state eruttate lave trachitiche e fonolitiche, duomi di lava e rocce piroclastiche. Tra 75.000 e 60.000 anni fa, le eruzioni esplosive hanno dato luogo a una successione di depositi da caduta, depositi da flusso di blocchi e cenere e ignimbriti (Forcella et al., 1982; Rosi et al., 1988; Vezzoli, 1988; Brown et al., 2008). In questo frangente, e sicuramente prima della messa in posto dei Tufi di Pizzone (61.000 anni fa circa), si registra un accumulo importante, dallo spessore di almeno 50 m, di sedimenti di ambiente marino costiero, rappresentativi della parte bassa del blocco risorgente del M. Epomeo. Tali depositi, ascritti all' Unità di Cava Celario, affiorano prevalentemente lungo il versante settentrionale dell'Epomeo.

La storia successiva è scandita da tre cicli. Il primo ciclo (61.000-33.000 anni fa) è stato caratterizzato da un comportamento magmatico a sistema chiuso e da eruzioni vulcaniche esplosive, inclusa l'eruzione del Tufo Verde del M. Epomeo, che hanno formato una caldera. In questo periodo si sono verificate diverse fasi di collasso della caldera e diverse eruzioni freatomagmatiche (Vezzoli, 1988; Brown et al., 2008; Sbrana et al., 2009).

L'inizio del secondo ciclo (28.000-18.000 anni fa) è stato segnato dall'arrivo di magmi meno arricchiti in Sr radiogenico, che si sono progressivamente mescolati con i residui magmatici più radiogenici e più differenziati del primo ciclo. Questo evento di ricarica ha probabilmente dato inizio alla risorgenza a blocchi nella caldera, con la formazione dell'alto strutturale del M. Epomeo (Civetta et al., 1991). Questo blocco, inclinato a S e frammentato in blocchi più piccoli, è delimitato da sistemi coniugati di faglie a SO del M. Epomeo.

La risorgenza ha influenzato profondamente la morfologia e la geologia del campo vulcanico anche con la formazione di un mantello epiclastico e vulcanico tutto intorno al M. Epomeo. In associazione alla risorgenza calderica si formano cunei sedimentari marini, dello spessore di almeno 150 m, che formano il Sintema di Buceto, comprendente la Formazione di Colle Jetto del tardo Pleistocene superiore (Barra et al., 1992).

Il terzo ciclo (10.000 anni fa-1302 dC) è stato caratterizzato da numerose eruzioni esplosive ed effusive di piccolo volume, che hanno distribuito i loro prodotti su aree relativamente ristrette dell'isola (cfr. Vezzoli, 1988) ed è stato caratterizzato dall'eruzione di magmi da latitici a fonolitici, con un'ampia gamma di composizioni isotopiche.

Durante l'ultima fase di attività, sollevamenti e subsidenze hanno interessato il campo vulcanico. Sul versante settentrionale dell'isola, i terrazzi marini e i sedimenti fossili del litorale hanno registrato un sollevamento di circa 60 m dopo 5.500 anni; terrazzamenti strutturali interessavano il versante meridionale dell'isola prospiciente il litorale dei Maronti a quote simili, mentre antichi litorali sollevati sono evidenti nell'area di Forio, sul lato occidentale dell'isola, e solchi sono presenti sugli scogli marini di SE, tra Sant'Angelo e Chiaretto.

Dopo l'epoca romana, l'isola ha subito una subsidenza. Dal 1992 la lenta subsidenza dell'isola, con un valore massimo di circa 1 cm/anno, è registrata dalla rete GPS e dai dati DInSAR (Manzo et al., 2006; De Martino et al., 2011).



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

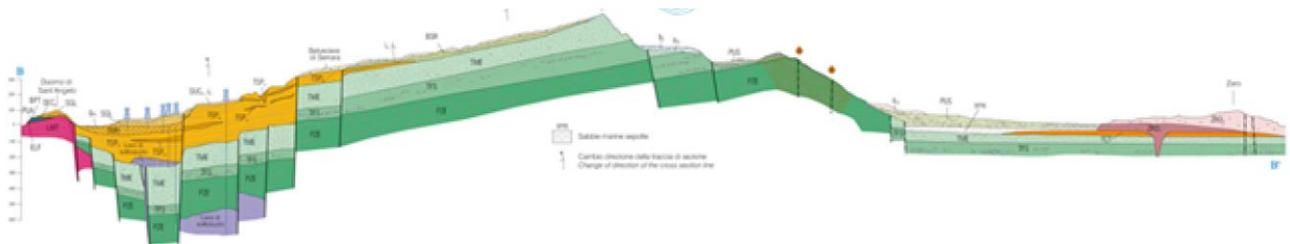
*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

### **GEOMORFOLOGIA**

L'isola d'Ischia, comprendente la parte emersa e sommersa, come riportato nella introduzione delle Note Illustrative del Foglio "Isola d'Ischia" 464 edite a cura della Regione Campania (Orsi et al., 2003), rappresenta la porzione emersa di un grande sistema vulcanico, esteso per almeno 300 kmq nel quale si sono sviluppate, nel tempo, decine di bocche eruttive, strutture calderiche e strutture risorgenti. Durante la lunga storia eruttiva, sviluppatasi negli ultimi 150.000 anni, l'evoluzione e la crescita del vulcano sono state condizionate profondamente, non solo dalle fasi eruttive, ma anche dalle variazioni eustatiche del livello del mare e da rilevanti processi vulcano-tettonici legati al peculiare sistema di alimentazione del vulcano, di tipo laccolitico, che hanno indotto fasi costruttive e distruttive accelerate delle parti emerse e sommerse del sistema vulcanico con una importante interazione tra sedimentazione e vulcanismo.

L'isola d'Ischia rappresenta la porzione emersa di un esteso complesso vulcanico appartenente al Distretto Vulcanico Flegreo. Il M. Epomeo, rilievo principale dell'isola, costituisce l'elemento morfo-strutturale più importante. Assimilabile planimetricamente, dal punto di vista morfologico, ad un blocco monoclinale, altimetricamente si presenta fortemente asimmetrico con il versante settentrionale, degradante verso Casamicciola, più acclive di quello meridionale, degradante verso Sant'Angelo (Figura ). È delimitato alla base da sistemi di faglie con orientazioni prevalenti N-S, NO-SE e E-O, che gli conferiscono una geometria in pianta approssimativamente quadrangolare.



*Figura 5. Sezione geologica N-S dell'Isola d'Ischia da cui si evince la morfologia differenziata dei versanti settentrionale e meridionale del M. Epomeo.*

Il suo sollevamento, iniziato circa 33.000 anni dall'attuale, ha rappresentato l'evento tettonico più importante nella storia geologica dell'isola, a cui è legata la successiva evoluzione geomorfologica dei suoi versanti dominata da fenomeni erosivi e di frana. I prodotti di tale evoluzione sono costituiti da accumuli detritici, anche di considerevole spessore, distribuiti lungo i versanti a cui si associano superfici terrazzate di vario ordine gerarchico, che contribuiscono a definire un quadro geomorfologico evolutivo polifasico. Il versante settentrionale del M. Epomeo si presenta particolarmente complesso dal punto di vista morfologico con aree ad acclività elevata alternate a scarpate sub-verticali nel suo settore più elevato e acclività decrescenti nel settore più prossimo alla costa. Tali elementi morfologici spesso rimarcano lineamenti vulcano-tettonici, ma non sono rare le scarpate di morfoselezione. La porzione superiore del versante, con acclività generalmente elevata, è

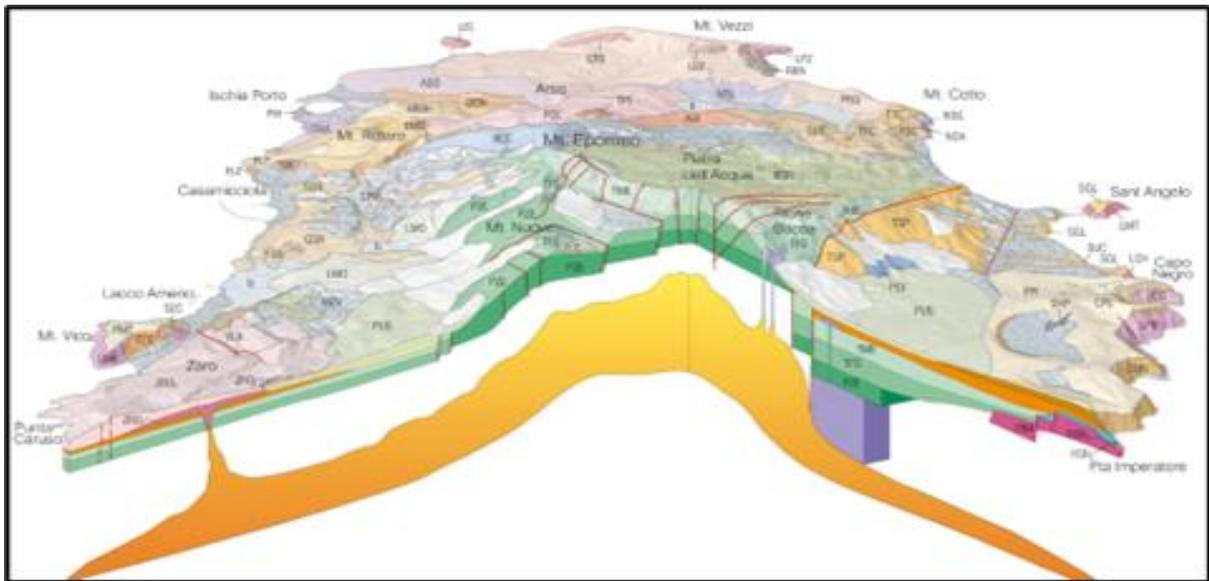


*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

impostata sulle rocce marine dell'Unità di Cava Celario, associate a rocce tufacee delle Unità tufacee del Pizzone, Frassitelli e del Tufo verde dell'Epomeo. La porzione intermedia è dominata da conoidi antiche incise dal reticolo idrografico. La porzione inferiore rappresenta una zona di transizione alla fascia costiera, lungo la quale si rinvengono superfici terrazzate, dislocate a diverse quote. In questa zona si individuano, inoltre, gli arenili di Casamicciola e Lacco Ameno in significativo arretramento a causa dell'erosione marina. Essi, in corrispondenza della fascia di territorio sub-pianeggiante di loc. Marina, sono in eteropia laterale con i depositi eluvio-colluviali accumulati dalle acque di dilavamento dei fossi che dissecano il versante. Nel settore orientale del versante, in tutti gli ambiti geomorfologici descritti, si rinvengono, inoltre, evidenti morfologie da attività effusiva recente (<10.000 anni dall'attuale; Vezzoli, 1988) caratterizzate sia dai duomi mammellonari di M. Rotaro (266 m s.l.m.), del Castiglione (74 m s.l.m.) e del M. Tabor (95 m s.l.m.), che da colate laviche e relative forme crateriche associate al complesso eruttivo dello stesso M. Rotaro e di Fondo d'Oglio (306 m s.l.m.; Figura 6).



*Figura 6. Rappresentazione geologico-strutturale schematica dell'isola d'Ischia con indicazione della geometria del reservoir magmatico e dei punti di risalita a cui corrispondono morfologie legate ad attività effusiva pregressa.*

Il reticolo idrografico, mediamente sviluppato e con flusso prevalentemente effimero, presenta un *pattern* parallelo con segmenti particolarmente incisi denominati “cave”, i cui fianchi, significativamente acclivi, tendono ad evolvere attraverso fenomeni di instabilità, ciò è legato alla spiccata erodibilità dei terreni affioranti, tipicamente detritici, vulcanoclastici e tufacei. Questi fenomeni, si riconoscono, soprattutto nel settore più elevato del versante, in cui i segmenti dei canali



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

di drenaggio a geometria rettilinea sono potenzialmente controllati da lineamenti vulcano-tettonici (Fig. 7). L'insieme di questi caratteri rende classificabili i corsi d'acqua nelle categorie Aa+ e A, tipicamente caratterizzati da fenomeni di trasporto di massa con modalità da flusso, Rosgen, 1994. In particolare, è possibile individuare il bacino idrografico di Casamicciola, che si estende a Sud della confluenza, in località Piazza Bagni, delle Cave di Buceto, Ervaniello (o Fasaniello), Sinigallia e Celario, oltre a quello de la "La Rita", caratterizzato dalla confluenza, nella località omonima (al confine con il Comune di Lacco Ameno), di Cava Del Monaco e Cava Cuccufriddo. Si segnala, altresì, la presenza di numerose sorgenti minerali e termominerali, come quelle di Buceto, del Gurgitello, di Ervaniello, che alimentano il bacino di Casamicciola, e delle sorgenti Pisciarriello e La Rita, che alimentano l'omonima cava. Notevoli sono, inoltre, le trasformazioni antropiche che hanno trasformato molti impluvi in alvei-strada e alvei tombati, con conseguente alterazione del naturale andamento e deflusso dei corsi d'acqua originari nelle zone pianeggianti e subpianeggianti ed, in alcuni casi, anche nei tratti più acclivi.

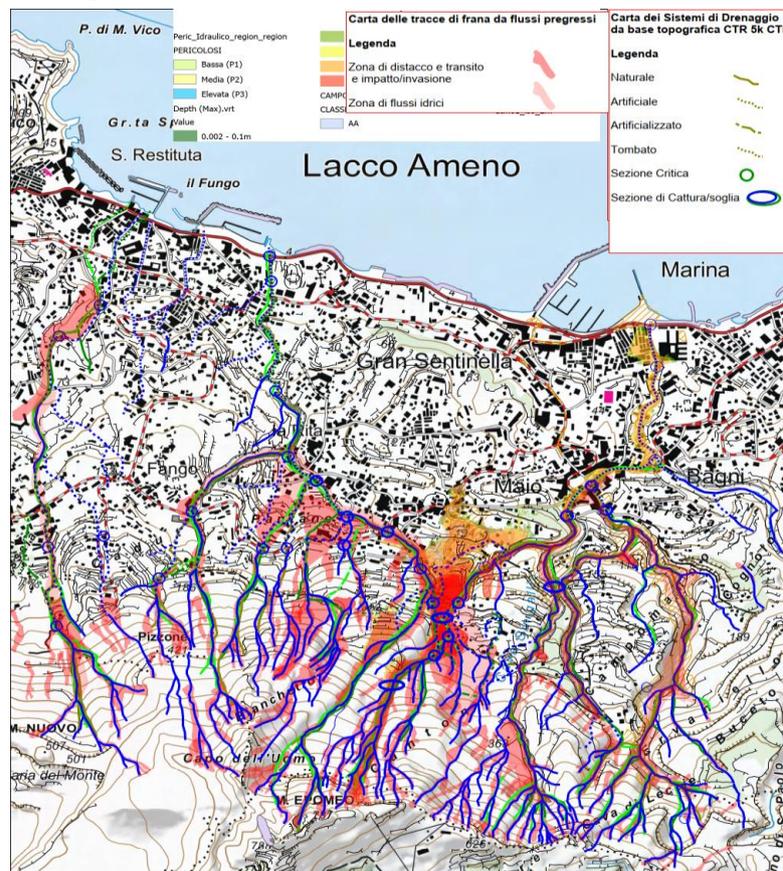


Figura 7. Rappresentazione del reticolo idrografico e delle tracce di frana da flusso per l'area del versante settentrionale del M. Epomeo.

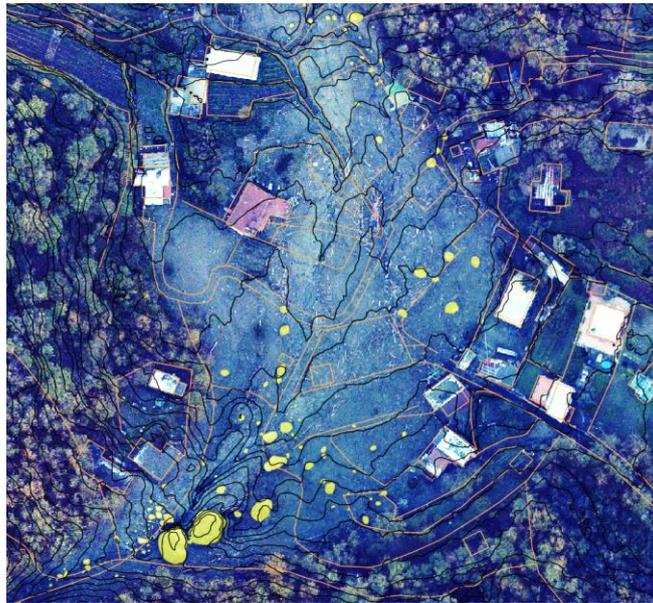


*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Depositi detritici eterometrici, poligenici e polifasici, prodotti da eventi pregressi ed attuali legati alla gravità sono diffusi lungo tutto il fianco settentrionale, sia alla base dei versanti aperti che soprattutto all'apice delle conoidi detritiche e nel corpo dei lobi di flusso, anche caratterizzati da blocchi di dimensioni metriche ed immersi in una matrice relativamente più fine, e da blocchi ciclopici isolati, localizzati soprattutto nel settore occidentale dello stesso e osservabili nell'area di transito della frana principale (Figura ).



*Figura 8. Esempio di distribuzione dei blocchi nell'area di transito della frana principale.*

Depositi riconducibili a frane antiche sono presenti anche lungo il versante meridionale del rilievo, nella zona di Serrara Fontana. Frane da crollo in roccia, colata detritica, e scorrimento sono tra i principali processi a cui è possibile ricondurre detti depositi (Guadagno & Mele, 1992; Mele & Del Prete, 1998; Del Prete & Mele, 1999; de Vita et al., 2006 (Figura e 11). L'innesco di tali eventi è potenzialmente da ricondurre a fenomeni vulcanici/sismici e/o idro-meteorologici, anche se non trascurabile è l'effetto preparatorio dell'*uplift* vulcano-tettonico. Depositi di frana di proporzioni ciclopiche sono stati riconosciuti anche al di sotto del livello del mare, sia nei settori settentrionali dell'isola, che in quelli meridionali e occidentali (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**9). Date le caratteristiche dimensionali, tali depositi sono riconducibili a eventi di *magnitudo* particolarmente elevata verificatisi da alcune a diverse migliaia di anni fa (Della Seta et al., 2011).



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

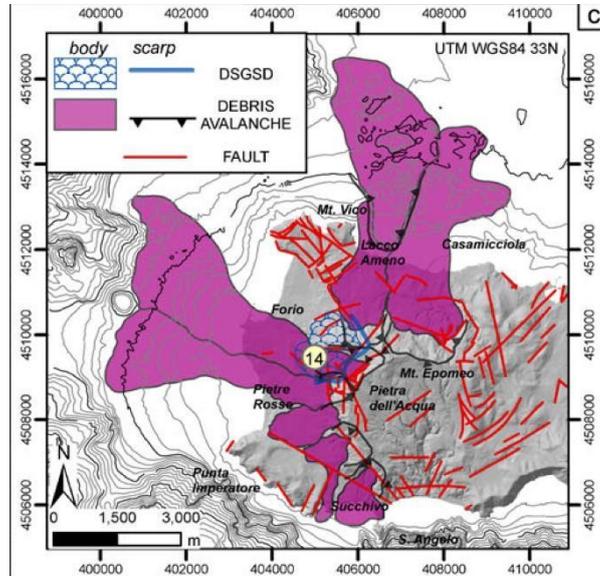


Figura 9. Distribuzione delle frane da valanga di detrito e delle deformazioni gravitative profonde di versante (DSGSD in legenda) nell'area del versante settentrionale e occidentale dell'isola d'Ischia (Della Seta et al., 2011).

Con riferimento alle aree dei bacini idrografici confluenti verso le sezioni di chiusura di Casamicciola e Lacco Ameno marina, già la Carta geologica ufficiale (CARG Campania) riporta una serie di corpi di frana e relativi lineamenti di distacco, laddove presente (Figura 2).

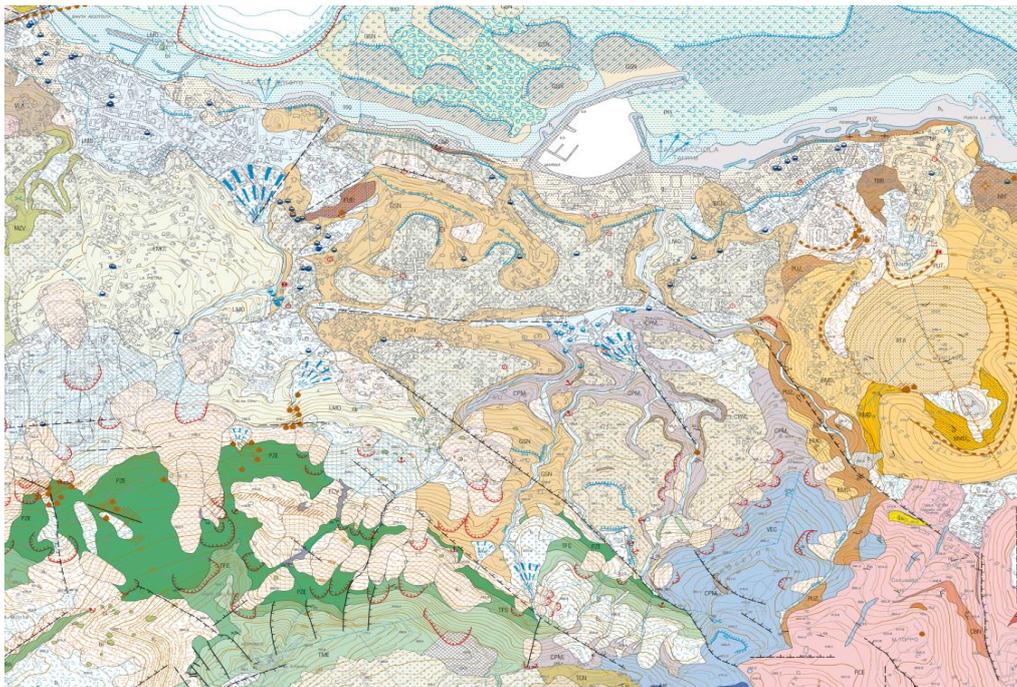


Figura 2. Stralcio della Carta geologica Foglio 464 "Isola d'Ischia" rappresentativo delle condizioni del versante settentrionale del M. Epomeo da cui si rileva la presenza di depositi di frana.



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Con particolare riferimento alle fenomenologie di flusso detritico-fangoso aventi diversa tipologia, epoca di accadimento, *magnitudo* ed a diverso grado di concentrazione, diversi sono gli studi scientifici effettuati, anche a supporto della pianificazione del rischio idrogeologico, cui si rimanda. Tenendo conto dei fini applicativi di carattere emergenziale, cui è destinato il presente documento e la presente parte geomorfologica applicativa, si è ritenuto opportuno adottare le procedure contenute nelle recenti Linee Guida per la Cartografia Geomorfologica (Campobasso et al. 2021), elaborata, condivisa ed approvata d'intesa tra AIGeo (Associazione Italiana di Geografia Fisica), ISPRA e Consiglio Nazionale dei Geologi, e già disponibile *on line* sul sito dell'ISPRA come Quaderno 13, fascicolo 1, versione 2.

La nuova cartografia ufficiale condivide la finalità istituzionale del CARG, ma introduce una rappresentazione “ad oggetti”, che prevede la “copertura completa” delle forme denudazionali ed erosionali/distruzionali, oltre ad un'articolazione delle forme in termini gerarchici e multiscalari.

Tale approccio è stato già adottato durante l'Emergenza Sarno del 1998-2000 dal Presidio Territoriale ed è alla base di molte cartografie geomorfologiche ed inventari-frane adottati da parte delle ex-Autorità di Bacino della Campania e dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

## **IDROGEOLOGIA**

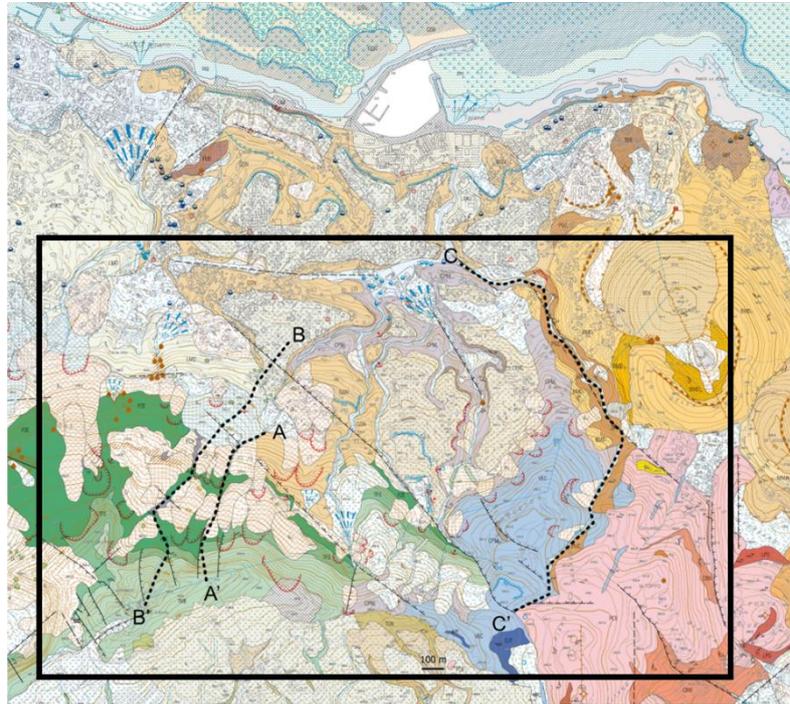
Sulla base della cartografia geologica (Regione Campania-ISPRA, 2011), della letteratura idrogeologica (Celico et al., 1999; Piscopo et al., 2000; Bucci et al., 2011; Piscopo et al., 2020a, b; Fabbrocino et al., 2022) e di nuove sezioni idrostratigrafiche, sono sintetizzate le conoscenze idrogeologiche e idrogeochimiche delle acque sotterranee del versante settentrionale del M. Epomeo coinvolto nell'evento franoso del 26 novembre 2022.



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*



*Figura 3. Stralcio della Carta Geologica Isola di Ischia, in scala 1:10.000 (Regione Campania-ISPRA, 2011): in evidenza, il settore settentrionale del M. Epomeo. Sono riportate le tracce A-A', B-B' e C-C' della Figura 1.3.2.*

Dal punto di vista idrogeologico (Figura 3 e Figura 4) l'horst del M. Epomeo è costituito da tufi massivi, fortemente saldati, tufi cineritici, ricchi di pomici, fiamme e scorie, di colore grigio-verdastro, verde-giallastro e verde, di sedimentazione sottomarina e idrotermalizzati, appartenenti al sintema del Rifugio di San Nicola e rappresentati, dal basso verso l'alto stratigrafico, da: Tufo del Pizzone (PZE), Tufo dei Frassitelli (TMS), Tufo Verde del Monte Epomeo (TME); la permeabilità relativa di tali depositi tufacei è complessivamente media, per porosità, e localmente per fratturazione. I tufi del Pizzone poggiano stratigraficamente sui depositi epiclastici marini fossiliferi dell'unità di Cava Celario (ECV1, ECV2 e ECV3, in Figura 4), siltosi e marnosi, con alternanze di areniti e piroclastiti, localmente fratturati e idrotermalizzati, costituenti la base della successione di tufi del blocco risorgente del M. Epomeo (Figura 5 d)); la permeabilità relativa di tali depositi epiclastici è complessivamente bassa, prevalentemente per porosità. Al tetto della successione tufacea del M. Epomeo sono presenti (Figura 3 e Figura 4) altri depositi epiclastici, argillosi, siltosi e sabbiosi, di colore giallastro, verdastro e grigio, di ambiente marino, appartenenti al sintema del Buceto e rappresentati, dal basso verso l'alto stratigrafico, dalle unità di Campomanno (CPM), Colle Jetto (CJT), Cava Leccie (VEC); la permeabilità relativa dei depositi epiclastici è complessivamente bassa, prevalentemente per porosità.



Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO

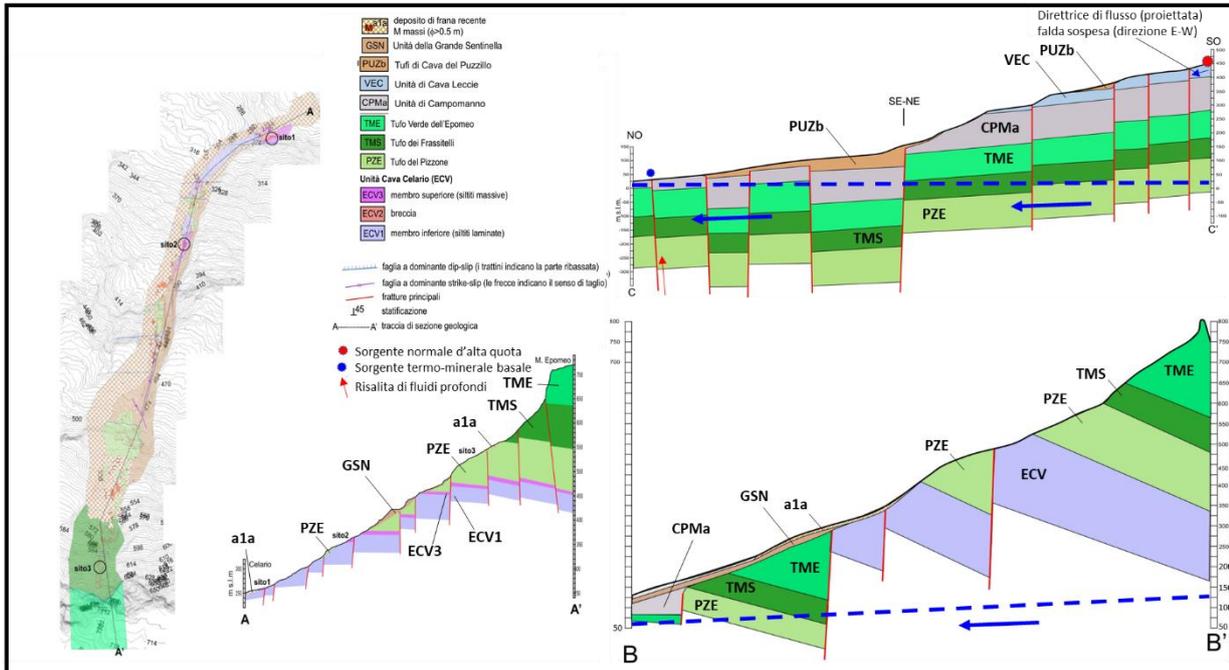


Figura 4. Sezioni idrostratigrafiche. La sezione A-A' è stata elaborata sulla base dei nuovi dati di campo rilevati lungo il Vallone Celario. Le sezioni B-B' e C-C' sono state elaborate sulla base delle informazioni contenute nello stralcio del Carta Geologica 1:10.000 (Regione Campania-ISPRA, 2011).

L'intera successione tufaceo-epiclastica è dislocata da numerose faglie e strutture vulcano-tettoniche, ad andamento prevalentemente NW-SE, E-W e NE-SW, che rappresentano i limiti del blocco risorgente del M. Epomeo.

Tale assetto idrostratigrafico favorisce la formazione di una falda di base, profonda (Figura 6), all'interno del blocco tufaceo del M. Epomeo, alimentata dalle precipitazioni locali e, subordinatamente, dalle acque di intrusione marina e dai fluidi caldi geotermali. Infatti, Celico et al. (1999) e Piscopo et al. (2020a) riconoscono, per tale settore, una circolazione idrica sotterranea basale, autonoma ed a quota più alta (un "alto idrogeologico") rispetto alle aree marginali e costiere circostanti. La falda, localmente confinata alla base dai depositi epiclastici marini dell'unità di Cava Celario (ECV1, ECV2 e ECV3, in Figura 4) a bassa permeabilità, ha un deflusso radiale e divergente rispetto alla zona centrale del M. Epomeo, ed orientato verso il perimetro costiero, con carichi potenziali variabili da 40 a 120 m s.l.m. (Figura 5 b) ed elevati gradienti idraulici, fino a 5.5%.

Le faglie marginali del M. Epomeo, con andamento E-W, essendo caratterizzate anche da processi di alterazione idrotermale, costituiscono delle barriere semipermeabili al flusso di base delle acque sotterranee, anche se, localmente, favoriscono la risalita verticale di fluidi profondi, caldi e



Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO

mineralizzati (vapore acqueo e gas), che alimentano le numerose sorgenti basali termo-minerali (Figura 5a).

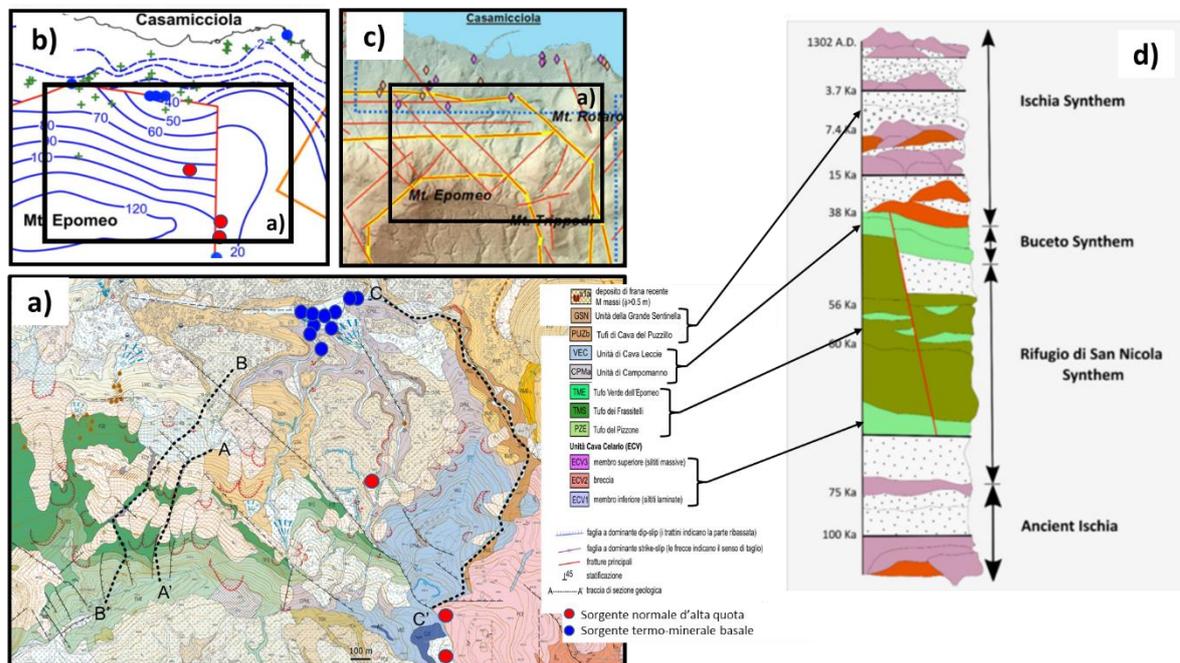


Figura 5. a) Stralcio della Carta Geologica in scala 1:10.000 (Regione Campania-ISPRA, 2011) con l'ubicazione di alcune sorgenti termo-minerali basali (colore blu) e sorgenti normali di alta quota (colore rosso). b) Modello di flusso idrico sotterraneo del settore settentrionale del M. Epomeo (Piscopo et al., 2020a, integrato). Il simbolo + (colore verde) indica i pozzi rilevati; c) Lineamenti strutturali (colore giallo e rosso) dell'horst del M. Epomeo (Fabbrocino et al., 2022, modificato). d) Colonna stratigrafica semplificata dell'isola d'Ischia (Piscopo et al., 2020b)

Nell'area periferica del settore settentrionale M. Epomeo la falda di base si raccorda, altresì, con la circolazione idrica sotterranea relativamente più superficiale presente nelle formazioni piroclastiche, laviche, detritiche ed epiclastiche (es. Unità della Grande Sentinella) presenti, in affioramento e nel sottosuolo, lungo la fascia costiera del Comune di Casamicciola Terme.

Sulla base dei dati piezometrici disponibili in letteratura (Piscopo et al., 2020a) è stato possibile ricostruire la Carta della soggiacenza della falda di base del settore del M. Epomeo (Fig. 14). Dal modello si evince che, a partire dal settore centrale del M. Epomeo fino alla zona costiera, a valle delle sorgenti termo-minerali di piazza Bagni, per le condizioni morfologiche e di acclività del versante, la soggiacenza è maggiore di 30 m (Figura 6). In prossimità delle stesse sorgenti e lungo la fascia costiera la soggiacenza tende via via a diminuire, fino a valori compresi tra 0, in corrispondenza delle scaturigini e della linea di costa, e 5 m. Gli stessi valori di soggiacenza, ricavati per differenza tra il DEM e la quota assoluta della falda misurata nei pozzi e alle sorgenti, sono cautelativi, poiché,



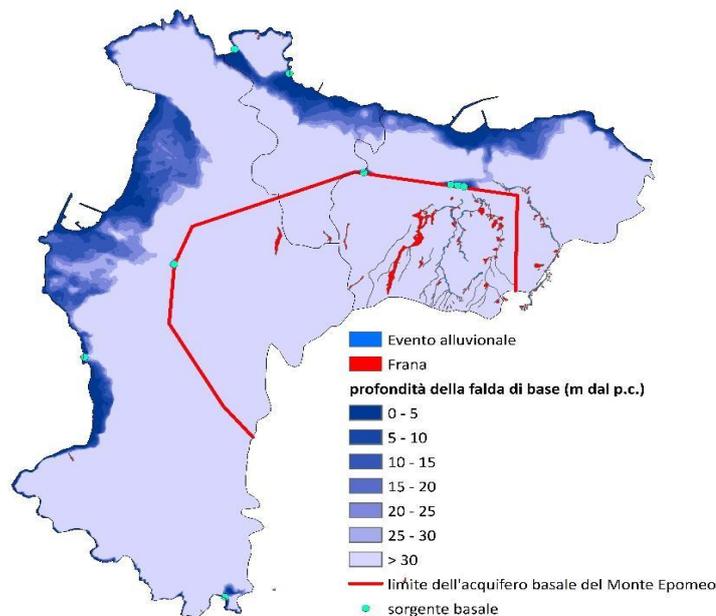
*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

laddove si riscontrano condizioni di confinamento/semiconfinamento della falda di base da parte dei depositi, epiclastici argilloso-siltosi poco permeabili del Sintema del Buceto (CPM, CJT e VEC), la profondità della zona saturata dell'acquifero aumenta lungo la verticale. Viceversa, nelle zone di versante, laddove sono presenti falde sospese, circolanti nei depositi recenti e di copertura, la soggiacenza è da considerarsi mediamente bassa (minore di 10 m).

La cumulata di pioggia totale annua, per il periodo 2000-2017, è mediamente pari a 860 mm (Piscopo et al., 2000a), mentre l'evapotraspirazione reale annua varia tra 388 e 691 mm. I valori di infiltrazione efficace medio-annui, stimati sulla base del bilancio idrologico, variano per il settore N del M. Epomeo da 0 mm, per le aree urbanizzate, a 500 mm, per le zone sommitali (figura 15). Misure di portata in alveo, effettuate nel mese di marzo 2018, in occasione di episodi pluviometrici intensi, in un bacino con alta densità di drenaggio del settore meridionale del M. Epomeo, hanno consentito di stimare un valore del *runoff* pari al 10% delle precipitazioni cumulate durante l'evento. Infine, prove di pompaggio su pozzi attestati nell'acquifero basale hanno consentito di stimare per il settore settentrionale del M. Epomeo valori di trasmissività dell'acquifero tufaceo variabili tra  $7,5 \times 10^{-4}$  e  $2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  (figura 16).



*Figura 6. Carta della soggiacenza della falda di base (valori in m dal p.c.) del settore centrale, settentrionale, orientale e sud-orientale del Monte Epomeo, derivata dalla carta a curve isopiezometriche (condizioni statiche) riportata in Piscopo et al. (2020a).*



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

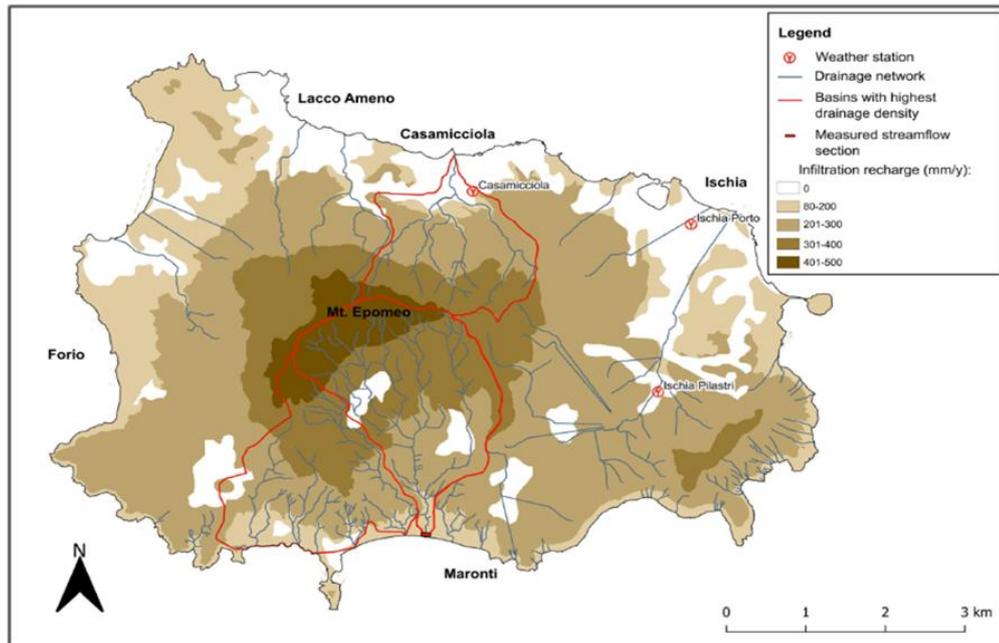


Figura 15 – Carta dell'infiltrazione efficace (periodo 2000-2017) stimata sulla base del bilancio idrologico medio annuo (Piscopo et al., 2020a).

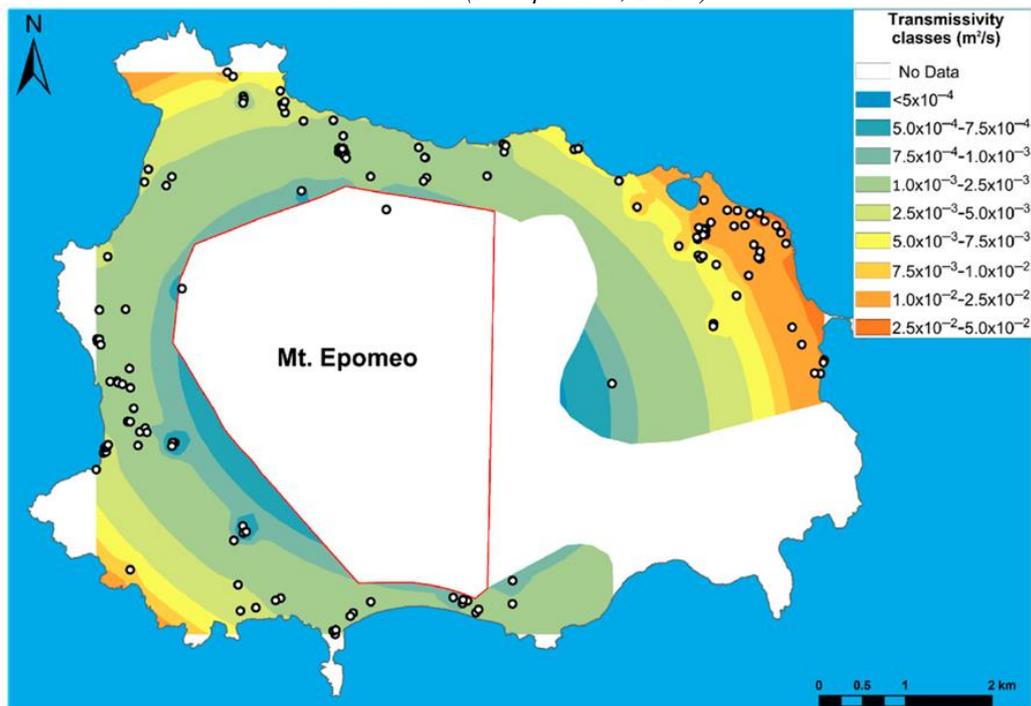


Figura 16 – Carta della trasmissività dell'acquifero per i diversi settori acquiferi dell'isola d'Ischia (Piscopo et al., 2020a).



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

## **GEOTECNICA**

La caratterizzazione geotecnica dei terreni dell'area di studio si basa essenzialmente sugli studi condotti presso il DICEA-UNINA sin dal 2020 nell'ambito del progetto interdisciplinare di ricerca MASLIDE (*Multi-level Approach for the Study of Landslides Induced by Earthquakes*), finanziato dall'Università di Napoli Federico II e condotto fin dall'inizio con il supporto del Dipartimento di Protezione Civile e del Commissariato di Governo. L'obiettivo è stato l'analisi e la mappatura della pericolosità geotecnica per fenomeni franosi (essenzialmente da scorrimento) e di liquefazione indotti da terremoti, con riferimento ai territori dei tre Comuni colpiti dal terremoto del 2017 (Casamicciola, Lacco Ameno, Forio) e sottoposti a studi di Microzonazione Sismica (MS). Malgrado il progetto sia stato finalizzato a valutazioni multi-scala di stabilità in condizioni sismiche, l'esperienza sviluppata in tale ambito costituisce in ogni caso una base conoscitiva di riferimento per la caratterizzazione dei depositi suscettibili di meccanismi di instabilità innescabili da eventi idro-meteorici quali quello del 26 novembre 2022.

Il *database* sul sottosuolo messo a punto per gli studi di MS dal *Centro per la Microzonazione Sismica e sue Applicazioni* per conto del Commissario di Governo è stato integrato da ulteriori dati topografici, geo-morfologici, geognostici, geofisici, geotecnici, satellitari e inclinometrici, successivamente raccolti anche con le campagne d'indagine programmate nel progetto, concertate e coordinate con quelle sviluppate in parallelo dalla Regione Campania ai fini del Piano di Ricostruzione. Il tutto è stato implementato su un sistema informativo territoriale reso disponibile al DPC già nella fase emergenziale, che è stato continuamente aggiornato e arricchito di nuovi dati nell'ambito degli studi in corso.

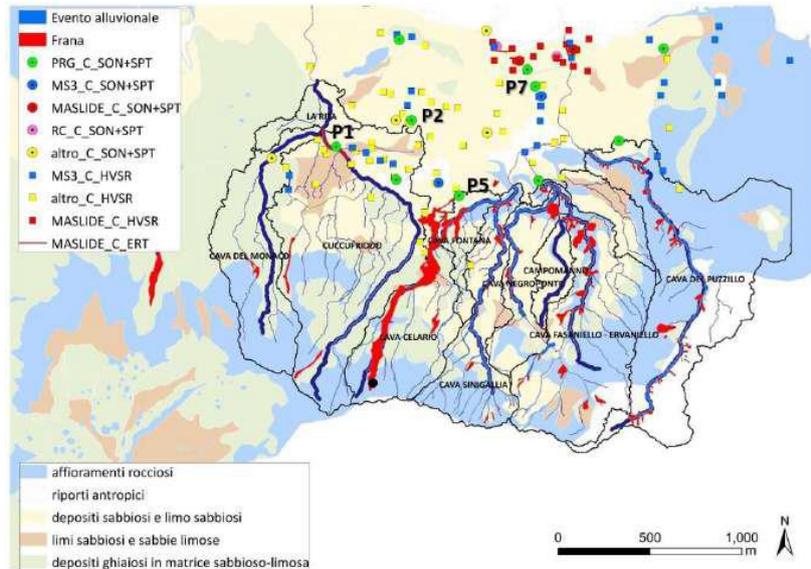
Nella Figura 17 sono riportate le ubicazioni delle diverse indagini reperite nell'area, distinte con simboli diversi per tipologia e con colori diversi per provenienza, a seconda se eseguite per il Piano Regolatore (PRG), la microzonazione sismica (MS3), la ricostruzione (RC) e nell'ambito del progetto MASLIDE.



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

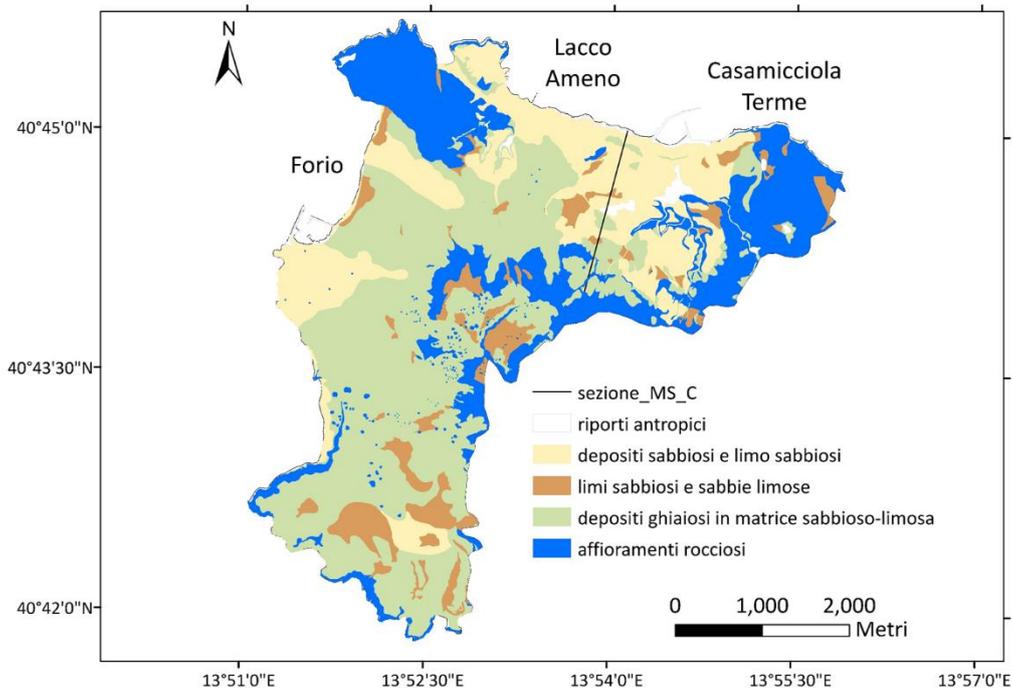
*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*



*Figura 17 – Ubicazione delle indagini disponibili nell'area oggetto di interventi.*

Negli studi di MS la legenda della Carta geologica regionale (CARG) è stata semplificata secondo la codifica standard della Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (2020), al fine di produrre la Carta geo-litologica riportata in Figura 18 per i tre Comuni colpiti dal terremoto.



*Figura 18 – Carta geo-litologica del settore NW dell'isola di Ischia (modificata da Toscano et al. 2019).*



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

La legenda semplificata accorpa l'estrema eterogeneità dei depositi dell'area in cinque macro-unità lito-stratigrafiche, secondo le quali sono stati suddivisi i dati raccolti da indagini in sito e da prove di laboratorio disponibili nell'area di studio, nonché quelle eseguite *ad hoc* per gli studi di MS e successivamente. Per i dettagli circa la conversione della legenda dei litotipi si rimanda al lavoro di Mancini et al. (2021).

Le indagini disponibili hanno consentito di ricostruire diverse sezioni stratigrafiche, rappresentative dei differenti assetti riconosciuti nei tre Comuni colpiti dal sisma, tra cui quella mostrata in Figura 19, tracciata lungo la massima pendenza del versante dell'Epomeo in direzione NS (cfr. Fig. 18) attraverso la zona epicentrale del terremoto del 2017.

La sezione, comparabile a quelle tracciabili lungo alcuni degli alvei oggetto di studio, evidenzia la notevole acclività delle falde del M. Epomeo, ricoperte da esigui spessori di terreni prevalentemente ghiaiosi, che, nella porzione più superficiale, sono il prodotto di una successione di eventi franosi progressivi di varia tipologia (scorrimenti, colate o valanghe detritiche). La granulometria varia da ghiaia in matrice sabbio-limosa nella zona sommitale (GM-fd), per diventare via via prevalentemente sabbiosa verso valle (SM-fd o SM-cd), con interposizione di depositi colluviali più fini (MLec). Le formazioni rocciose del substrato (SFGRS, SFCO, SFLP) sono caratterizzate da giaciture a reggipoggio e dalla presenza di numerose faglie ad alto angolo, che, ai piedi del versante, formano un *graben* profondo, riempito di terreni sabbiosi deformabili. La particolare morfologia sepolta di quest'area e il contrasto d'impedenza sismica tra substrato e terreni di copertura hanno contribuito a determinare una significativa amplificazione della risposta sismica locale, evidenziata dalla concentrazione del danno osservato in quest'area a seguito del terremoto del 2017.

La variabilità stratigrafica del territorio dei tre Comuni è evidenziata dalla Carta di microzonazione di primo livello mostrata in Figura 20.a, in cui sono perimetrare le aree omogenee in prospettiva sismica (MOPS). Queste vanno associate alle corrispondenti colonne stratigrafiche, con i relativi intervalli di variazione della velocità delle onde di taglio,  $V_s$ , ottenute interpretando le numerose indagini geofisiche in foro e di superficie eseguite nelle stesse aree (Fig. 20.b).



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

**CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO**

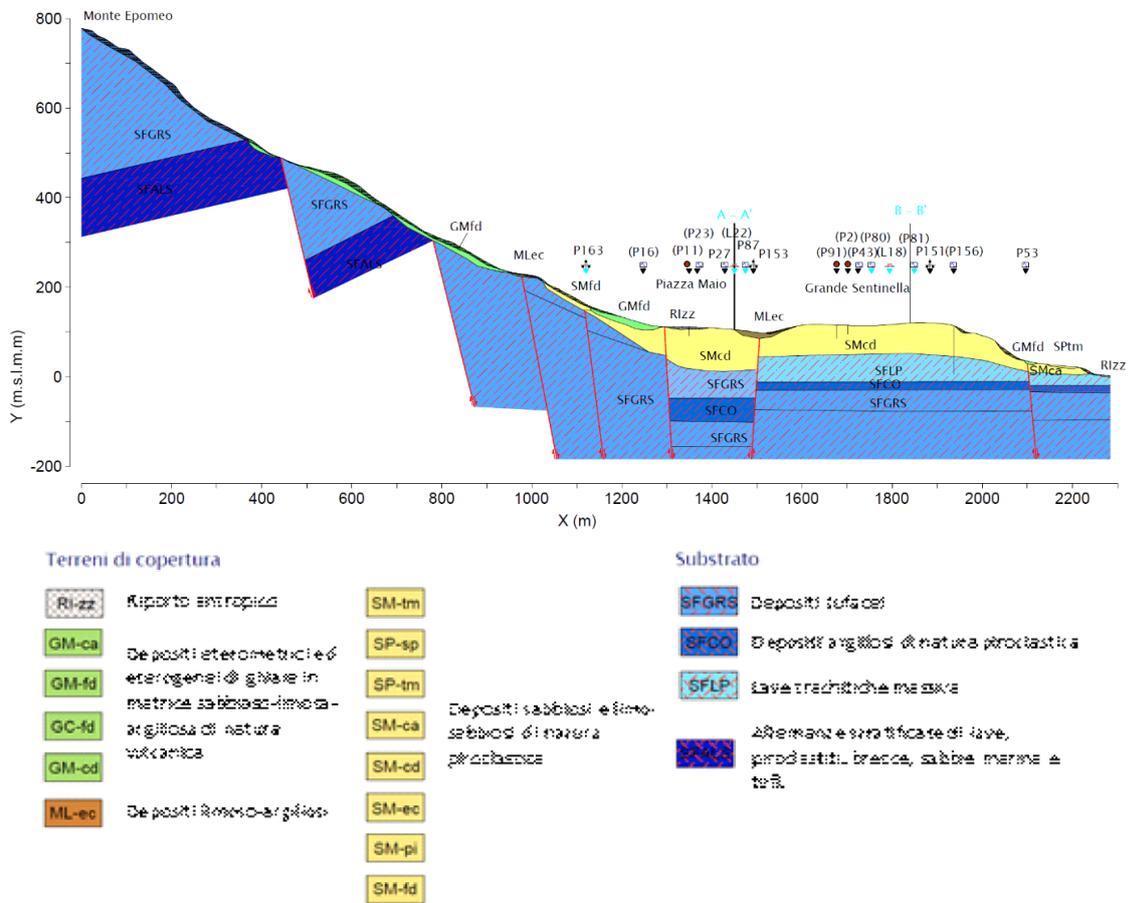


Figura 19 – Sezione stratigrafica NS attraverso Casamicciola Terme (Toscano et al., 2019).



Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO

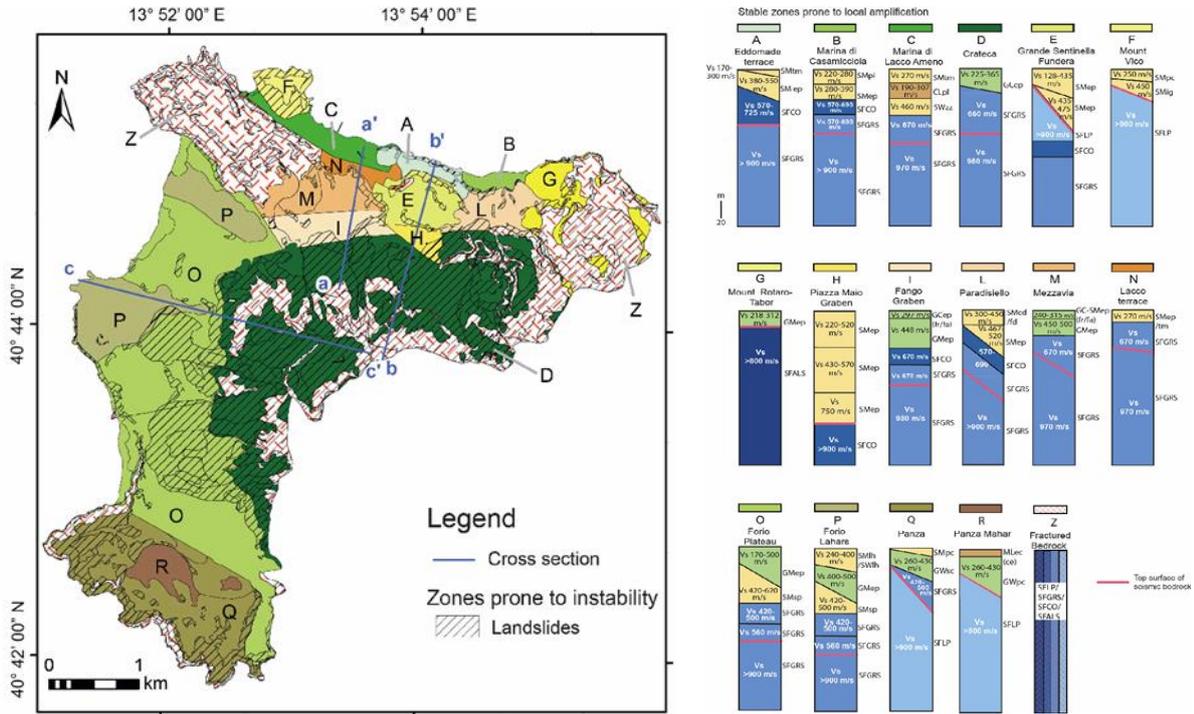


Figura 20 – (a) Carta delle MOPS e (b) colonne stratigrafiche tipo (Mancini et al., 2021).

La Carta di MS di primo livello evidenzia altresì che, considerando l'involuppo delle perimetrazioni del Piano di Assetto Idrogeologico e dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, il 48% dell'area dei tre Comuni (tratteggiata in Figura 20.a) è classificata come 'instabile' e quindi considerata 'Zona di Attenzione'.

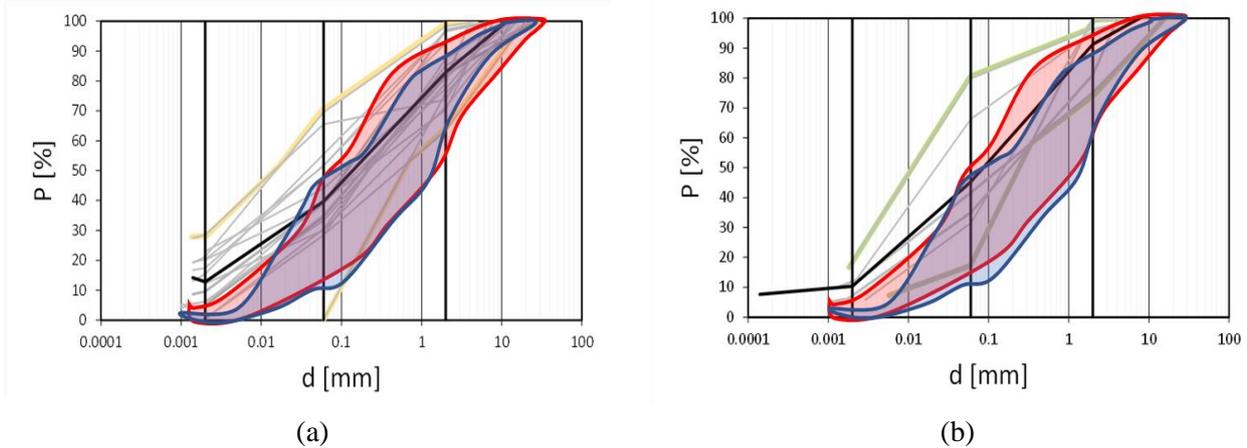
I dati delle analisi granulometriche raccolte sull'intero territorio, raggruppati sulla base dell'ubicazione dei siti di prelievo dei campioni nell'ambito dei depositi prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi così come classificati nella Carta geo-litologica, evidenziano un'elevata variabilità e mostrano fusi granulometrici e curve medie piuttosto simili, indipendentemente dalla classificazione geo-litologica (Fig. 21). I fusi risultano tra l'altro confrontabili con quelli caratteristici delle formazioni coinvolte in colate rapide lungo i versanti dei Monti Lattari e di Monteforte Irpino, in passato approfonditamente studiate presso il DICEA.



Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO



- Terreno superficiale (~1m) M.te Lattari (NA) (da Forte et al., 2019)
- Terreno superficiale (~1m) Campo prove di Monteforte Irpino (AV) (da Pirone et al., 2015)

Figura 21 – Fusi granulometrici di depositi sabbiosi (sx) e ghiaiosi (dx) di natura vulcanica presenti nell'Isola, confrontati con quelli dei terreni vulcanici della coltre superficiale dei Monti Lattari (NA) e di Monteforte Irpino (AV)

Da 20 prove di taglio diretto e 4 prove triassiali eseguite su campioni prelevati negli stessi siti è stato possibile determinare (in prima approssimazione ipotizzando coesione nulla e prescindendo dall'effettivo grado di saturazione dei provini), gli angoli di resistenza al taglio delle due macroformazioni (Fig. 22). I valori risultano leggermente maggiori per le formazioni più grossolane, e comunque confrontabili con l'intervallo dei valori (36.2°-38.4°) misurati sulle sopraccitate analoghe formazioni nel territorio campano.

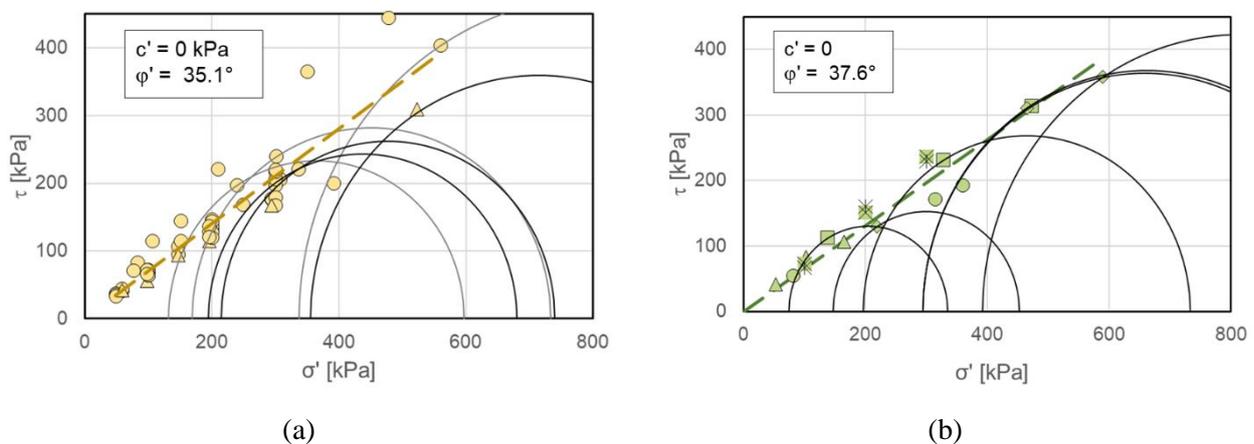


Figura 22 – Involuppi di rottura medi da prove triassiali e di taglio diretto distinti per (a) terreni sabbiosi e sabbio-limosi e (b) terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa e sabbio- limosa.



## Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO

### USO DEL SUOLO E COSTRUITO

#### Copertura vegetale

Le tipologie forestali sono state sviluppate a partire dalla classificazione Corine Land Cover 2018 IV livello e rielaborate mediante dettagliate ricognizioni in campo e verifiche di immagini satellitari di Google Earth, ortofoto e fotogrammi storici (IGMI) disponibili. Il versante settentrionale del M. Epomeo è un mosaico variegato e frastagliato di coperture forestali, solo parzialmente rappresentato da boschi autoctoni. Infatti, su ampie superfici l'uomo ha sostituito i boschi autoctoni con il castagno perché ritenuto più utile come fonte di approvvigionamento di legno e di prodotti non legnosi forestali.

In dettaglio, la copertura forestale autoctona si conserva nelle aree più acclivi, sulle rupi dell'Epomeo e nelle forre, localmente chiamate cave. In questi contesti morfologici il leccio (*Quercus ilex*) è la quercia sempreverde che tende a prevalere nel consorzio di alberi a cui quasi sempre si associano, e localmente prevalgono, carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e orniello (*Fraxinus ornus*) su versante, a cui si aggiungono sporadicamente pioppo nero (*Populus nigra*) e pioppo tremulo (*Populus tremula*) nelle forre, ma anche localmente specie arboree aliene (*Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*) o fruttiferi sfuggiti alla coltivazione (per es. *Ficus carica*). I lembi residui del querceto xerofilo mediterraneo a roverella (*Quercus pubescens*) sono spesso immersi nella matrice di altre tipologie forestali e la loro modesta estensione non consente di rappresentarli e annoverarli nelle tipologie forestali presentate nella cartografia.

#### Aree protette

Le aree per cui vige un regime di gestione conservativa delle specie di flora, di fauna e degli habitat all'interno dell'area di intervento sono inserite nella rete Natura 2000 (Direttiva Europea 92/43/CEE e recepita con il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357 e s.m.i). Il Sito di Interesse Comunitario (SIC) è denominato "Corpo centrale dell'Isola di Ischia", identificato dal codice IT8030005, collocato nell'Elenco dei SIC, come previsto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 3 dicembre 2014 "Ottavo aggiornamento dell'elenco dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica mediterranea" (G.U. 23 gennaio 2015, n. 696). Tale SIC comprende gran parte delle pendici settentrionali del M. Epomeo fino a ridosso dei coltivi.

Il SIC comprende un'area di 1.310 ha ed è classificato come tipologia "B", cioè non ha relazioni con un altro sito Natura 2000. Il SIC IT8030005 è caratterizzato dalla presenza di cinque habitat di interesse comunitario riportati nell'Allegato 1 della Direttiva 92/43 CEE che ricoprono circa il 64% dall'area protetta: 1) Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici (codice Habitat: 5330); 2) Percorsi substepnici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea (codice Habitat: 6220); 3) Campi di lava e cavità naturali (codice Habitat: 8320); 4)



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Foreste di *Castanea sativa* (codice Habitat: 9260); 5) Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia* (codice Habitat: 9340). L'area oggetto d'intervento non ricade nell'area SIC IT8030005.

I dati inerenti alla fauna e alla flora che popola e costituisce gli habitat sopra riportati, dedotti dal formulario standard del sito SIC IT8030005, sono riepilogati nelle tabelle disponibili al sito: <https://www.mase.gov.it/pagina/sic-zsc-e-zps-italia>.

La Tabella seguente riporta le caratteristiche principali degli habitat di interesse comunitario presenti nel SIC "Corpo Centrale dell'Isola di Ischia".

CD	Copertura (ha)	Valutazione Sito			
		Rappresentatività	Superficie	Conservazione	Globale
5330	26,2	C	C	C	B
6220	393,0	C	C	B	B
8320	26,2	B	B	A	B
9260	262,0	C	C	B	B
9340	131,0	A	C	A	B

**Rappresentatività:** grado di rappresentatività del tipo di habitat naturale sul sito, seguendo il seguente sistema di classificazione:  
**A** = rappresentatività eccellente;  
**B** = buona conservazione;  
**C** = rappresentatività significativa;  
**D** = presenza non significativa.  
Nei casi A-B-C in cui la rappresentatività è ritenuta significativa si riportano informazioni relative a:  
- **Superficie relativa** ovvero superficie del sito coperta dal tipo di habitat naturale rispetto alla superficie totale coperta da questo tipo di habitat naturale sul territorio nazionale: **A** = 15.1-100%; **B** = 2,1-15%; **C** = 0-2% della superficie nazionale;  
- **Stato di Conservazione:** grado di conservazione della struttura e delle funzioni del tipo di habitat naturale considerato e possibilità di ripristino: **A** = conservazione eccellente; **B** = buona conservazione; **C** = conservazione media o ridotta;  
- **Valutazione globale:** valutazione globale del valore del sito per la conservazione del tipo di habitat naturale considerato: **A** = valore eccellente; **B** = valore buono; **C** = valore significativo.

Antropizzazione

Il Comune di Casamicciola Terme è uno dei sei comuni che costituiscono l'isola di Ischia insieme a Barano d'Ischia, Forio, Ischia, Lacco Ameno e Serrara Fontana. Ubicato a nord dell'Isola d'Ischia, Casamicciola Terme confina con Ischia ad E, con Forio, Barano d'Ischia e Serrara Fontana a SE e a S e con Lacco Ameno a W.

Scavi archeologici condotti da Giorgio Buchner nel 1939 nella zona collinare sopra il Castiglione attestarono che i primi insediamenti nell'attuale Comune di Casamicciola Terme risalgono al XV-XIV secolo a.C. A partire dal VII-VI secolo a.C. il territorio fu insediato dai Calcidesi di Eretria, che ben sfruttarono la presenza delle acque termali sul territorio.

Come riportato in Longo et al. (2006) e nella Relazione illustrativa preliminare redatta da Russo et al. (2020) nell'ambito della redazione del preliminare del Piano Urbanistico Comunale, l'impianto storico del Comune di Casamicciola Terme è di difficile definizione a causa della scarsità di tracce rinvenute. Documenti storici attestano a partire dagli anni Mille la presenza di una struttura insediativa a carattere prevalentemente sparso, legata essenzialmente ad un'edilizia di tipo rurale, e la presenza di importanti complessi monastici. Proprio la presenza dell'architettura religiosa ha determinato i primi sviluppi e la stratificazione della vita sociale e dei servizi. Ne è un esempio l'evoluzione del nucleo originario del Maio, sviluppatosi intorno alla chiesa



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

parrocchiale, rifondata a metà del Cinquecento, di cui oggi rimangono pochi ruderi. Inoltre, dall'elenco dei registri fiscali dei D'Angiò è possibile desumere la presenza di più nuclei insediativi nella località Castanito e presso il casale S. Sozio.

A partire dal 1500 si denota una forte trasformazione dell'assetto insediativo legato alla diffusione del termalismo, che ha inciso nella trasformazione delle aree insediate. Dalla mappa storica catastale di Casamicciola antecedente al 1883 (Fig. 32) si evince chiaramente che l'assetto insediativo era prevalentemente concentrato nelle aree collinari della Sentinella, del Castanito, del Paradisiello. Due erano i rioni principali: i) Maio, sviluppatosi intorno alla chiesa parrocchiale; ii) Bagni, sviluppatosi intorno alla chiesa dell'Assunta ed accresciuto a seguito della realizzazione nel 1500 dell'ospizio del Pio Monte della Misericordia. Nell'area Marina, invece, si concentravano perlopiù fabbriche per la lavorazione e lo smercio dei prodotti ceramici.

Il terremoto che nel 1883 colpì il Comune di Casamicciola Terme determinò il crollo di circa l'80% del costruito, depauperando il patrimonio insediativo legato sia al termalismo che all'edilizia residenziale e rurale. Nella fase di ricostruzione post-terremoto si optò per spostare il centro cittadino lungo la fascia costiera, detta Marina, per la quale si riteneva che il rischio sismico fosse minore, in quanto si riscontrarono danni minori a seguito del terremoto. Per favorire la ricostruzione fu redatto un Piano Regolatore, che prevedeva la realizzazione di una strada litoranea e di piccoli quartieri a sistema baraccato (denominati Umberto I, Sanseverino, Genala) e una zona dedicata alle residenze signorili, dove furono costruite Villa Fraticelli, Villa Iaccarino e Villa Cilento. Tutto il costruito era intervallato da aree ad uso pubblico (Fig. 33).



(a)



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*



*Figura 32 - Mappa storica catastale di Casamicciola pre 1883 (a) e focus sull'abitato di Santa Barbara (b), l'aggregato del Maio (c) e sul rione Bagni (d) (Fonte: Longo et al., 2006).*

Anche lo stabilimento termale Pio Monte della Misericordia, situato originariamente nei pressi di piazza Bagni, nella ricostruzione post-terremoto fu delocalizzato e ricostruito in riva al mare. Rimasto in uso fino alla fine degli anni Sessanta del secolo scorso, ad oggi risulta non utilizzato e versa in uno stato di totale abbandono.

A seguito del terremoto si registrò un'espansione lungo i tracciati storici (via d'Aloisio, via Castanito, via Principessa Margherita, via Salvatore Girardi e via Vittorio Emanuele) caratterizzata essenzialmente da un ampliamento sia in pianta che in elevazione delle costruzioni esistenti.

In seguito, si sono succedute altre due fasi di espansione, la prima tra gli anni Cinquanta e Sessanta e la seconda tra l'inizio degli anni Settanta e la metà degli anni Novanta del secolo scorso. La prima ha visto lo sviluppo lungo le strade che collegano i rioni Grande, Maio, Piccola Sentinella e Rita. Tale espansione è stata completata determinando un tessuto continuo, seppur a bassa densità, con la definizione della zona di espansione a ridosso dei rioni Maio, Rita, Castanito, Grande e Piccola Sentinella mediante l'adozione del Piano Regolatore nel 1983. In tale Piano stata normata anche l'espansione a ridosso dei rioni Perrone, piazza Bagni e sulle pendici del M. Rotaro.



*Figura 33 Piano Regolatore Marina di Casamicciola (1883).*



## Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO

### ANALISI STORICA EVENTI ALLUVIONALI E FRANOSI

La ricca produzione bibliografica disponibile per l'isola di Ischia ha consentito di ricostruire numerosi eventi di dissesto che hanno interessato il territorio comunale di Casamicciola in epoche storiche e attuali.

In particolare, lungo i versanti di M. Epomeo e Capo dell'Uomo sono stati segnalati crolli durante gli eventi sismici del luglio 1228, del 2 febbraio 1828, del 30 gennaio 1863, del 4 marzo 1881 e 28 luglio 1883. Associati ad altri "dissesti diffusi sul territorio", crolli sono stati segnalati anche durante l'evento alluvionale che investì con violenza il territorio di Casamicciola il 24 ottobre 1910, durante il quale una colata detritico-fangosa trascinò verso valle massi ciclopici di Tufo Verde, come attestano testimonianze fotografiche d'epoca.

Notizie di crolli più recenti riguardano: il promontorio di P.ta Perrone (23 marzo 1987, distruzione del ristorante Maonà, 1 vittima), la loc. Scrofa, Castiglione (luglio 1998, seppellimento dell'omonima sorgente lungo la costa; giugno 2000, con invasione dell'arenile); S.S. 270 (via Morgera, 9-10 gennaio 1997 all'altezza della spiaggia di Suor Angela).

Relativamente ai crolli di massi di Tufo Verde dalle cornici sommitali di M. Epomeo e Capo dell'Uomo, essi sono dispersi lungo la fascia pedemontana di M. Epomeo e fino alla costa e raggiungono volumetrie fino a 600 m<sup>3</sup>. Spesso si tratta di blocchi immersi nei depositi detritici da *debris flow*, trasportati in un secondo momento da questi antichi e imponenti flussi che hanno interessato il settore settentrionale di M. Epomeo. Tali massi possono essere rimobilizzati e trasportati verso valle in occasione di eventi alluvionali particolarmente intensi, come accaduto a P.zza Bagni durante le alluvioni del 24 ottobre 1910 e del 10 novembre 2009 (Figura 3474). Altri eventi alluvionali, anch'essi caratterizzati da elevato trasporto solido, si sono verificati nella seconda metà del 1500, nel 1643, il 9-10 gennaio 1997, il 24-25 luglio 1999 e il 14-15 settembre 2001.

Anche per le frane da scorrimento traslativo/rotazionale evolventi in colata detritica numerose sono le testimonianze riportate in connessione ad eventi sismici e soprattutto pluviometrici. A tal proposito si ricordano i dissesti che hanno interessato l'area SW del Comune, a ridosso del territorio comunale di Lacco Ameno, in occasione degli eventi sismici del 1228, del 1828 e del 1883; i due scorrimenti rotazionali di Cava del Puzzillo e Cava Caduta, sempre associati al terremoto del 1883; un fenomeno interpretato come scorrimento evolvente a colata nell'area di Catreca (ubicata tra le loc. Celano e Bianchetto) accaduto il 14 dicembre 1797; gli oltre venti fenomeni di varie dimensioni che hanno interessato i versanti di Montagnone e Cantoni, nonché le sponde dei profondi fossi di Cava Sinigallia, Cava Fasaniello e Cava Puzzillo, verificatisi il 9-10 gennaio 1997 e parzialmente riattivati (loc. Montagnone) il 24-25 luglio 1999.

Tali fenomeni hanno interessato le coltri superficiali alterate, fumarolizzate e, a luoghi, tettonizzate degli accumuli detritici da *debris flow*, di Colle Jetto e del Tufo Verde. Essi sono stati interpretati come iniziali scorrimenti di detrito concentratisi, prevalentemente, lungo le pareti sub-verticali dei fossi a regime torrentizio (Cava Sinigallia, Cava Fasaniello, Cava di Lecce, Cava Caduta e Cava Puzzillo) e lungo i versanti di loc. Montagnone e Cantoni. Si è trattato, in genere, di frane superficiali, che hanno coinvolto solo i primi metri di copertura alterata e che si sono innescate principalmente in concomitanza di avverse condizioni pluviometriche. In alcuni casi, la presenza di una folta vegetazione arborea non razionalizzata sui cigli delle pareti ha contribuito ad appesantire i versanti e a favorire l'innescò di movimenti. Allorché gli iniziali scorrimenti si sono incanalati all'interno del reticolo idrografico, sono evoluti in colate detritiche e, successivamente, in flussi iperconcentrati.



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

È stato infine segnalato un fenomeno franoso di notevoli dimensioni che, il 14 dicembre 1797, provocò gravi danni ai territori montani di Casamicciola, non risultando connesso, secondo le fonti storiche, ad eventi sismici o alluvionali.



*Figura 347. - Danni causati dall'evento alluvionale del 10 novembre 2009 (da Calcaterra et al., 2010).*

## **L'EVENTO DEL 24 OTTOBRE 1910 A CASAMICCIOLA TERME**

Nella notte tra domenica 23 e lunedì 24 ottobre del 1910 intense piogge si abatterono sull'isola d'Ischia determinando fenomeni di frana e alluvionamenti in varie parti dell'isola e, in particolare nell'area del comune di Casamicciola.

Cubellis et al. (2008) hanno ricostruito, sulla base di fonti archivistiche, gli effetti al suolo, peraltro in molti casi documentati anche da immagini fotografiche. L'evento nel suo complesso causò un numero di vittime tra 15 e 18, a seconda delle fonti consultabili. I dati pluviometrici disponibili sono quelli relativi alla stazione di Ischia Porto, che registrò, tra le ore 6 e le ore 10 del 24 ottobre, 250 mm di pioggia, valore sicuramente elevato, soprattutto in considerazione delle piogge già cadute nei giorni precedenti.

Secondo quanto ricostruito dagli autori, i danni maggiori sono da connettersi alle instabilità che hanno avuto luogo tra Casamicciola e Ischia. *In particolare, "L'acqua e la gran massa di macigni (alcuni fino a 5 metri*



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

*cubi) provenienti dal monte Buceto, trovato ostruito l'alveo in piazza monte della Misericordia, si riversarono in piazza Bagni, travolgendo alberi e travi, casette e capanne, depositandoli prevalentemente nei rioni San Severino e Umberto I (Il torrente franoso largo circa 200 metri ... scendendo per il pendio del monte si è riversato nel rione San Severino... nel rione Umberto I, di lì a mare). Invaso anche il Vico Sanfelice, per dove sboccò la lava a mare”.*

Dal quotidiano “Il Giorno” (25-26 ottobre) si apprende che l'accumulo di fango e detriti avrebbe formato “... una lingua di spiaggia di circa 40 metri”. Il giardinetto di piazza Bagni fu completamente distrutto, grandi massi, alti oltre 10 m, giunsero dalle pendici del monte Epomeo (Figura 35). Anche molti stabilimenti balneari furono gravemente colpiti: i più danneggiati furono Lucibello, miseramente distrutto, Ferrara, Verde e Barbieri. Danni gravi subirono anche gli stabilimenti Manzi e Belliazzi, coperti parzialmente da fango e detrito, e le altre abitazioni della contrada. Nei pressi degli stabilimenti Castagna e Laura si aprì una voragine profonda 30 m e larga 50 m. Anche gli hotel Morgera e Quisisana furono fortemente danneggiati nei pianterreni. Alla marina di Casamicciola furono trovati 4 morti, altri 5 scomparsi non furono rinvenuti. Il rione di baracche del terremoto del 1883 fu completamente allagato e centinaia di famiglie messe sul lastrico”.

Importanti effetti si ebbero nella zona del rione La Rita, “dove si verificò una devastazione generale che investì Lacco Ameno, distruggendo la parte alta del paese. Anche in questo caso furono travolti abitazioni e alcuni stabilimenti balneari, come Mennella e Avita; i vigneti sulle pendici dell'Epomeo furono interamente distrutti. A Lacco furono colpite infine contrada della Cava e contrada Pozzillo, e la sorgente d'acqua potabile fu seppellita dall'alluvione. Le vittime di questo evento furono trovate sulla spiaggia di Lacco Ameno”.

Come riportato dalle diverse fonti, anche gli altri centri abitati dell'isola, come Ischia, Forio, Panza, Barano e Serrara Fontana, riportarono significative conseguenze quali frane, flussi iperconcentrati e alluvionamenti, che coinvolsero in modo diretto le costruzioni ma anche attività produttive quali quelle connesse alle attività vitivinicole. Questi danni furono attentamente valutati da Bordiga (1914).

Per quanto detto e descritto si evidenzia che nell'area del Comune di Casamicciola le aree maggiormente colpite furono quelle in prossimità della cava Senigallia e cava Fasaniello, che recapitarono imponenti flussi iperconcentrati verso Piazza Bagni. Nei pressi di questa si depositarono anche enormi massi indice di un'elevata capacità di trasporto dei flussi. Presumibili e significativi effetti si determinarono anche lungo l'alveo La Rita nel Comune di Lacco Ameno, alimentato però da un bacino imbrifero che ricade, per la gran parte, nel Comune di Casamicciola.





## Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO

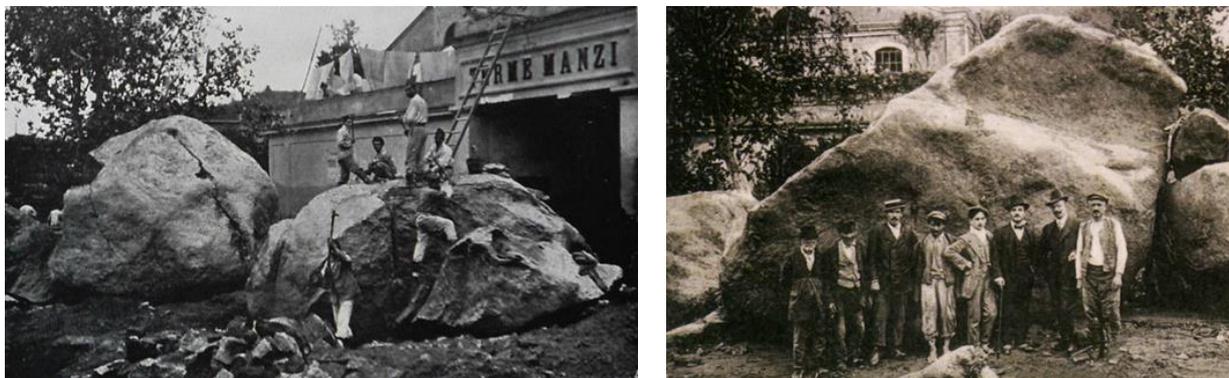


Figura 835 - Danni causati dall'evento alluvionale del 10 novembre 2009 (<https://www.isclano.com>).

### L'EVENTO DEL 10 NOVEMBRE 2009 A CASAMICCIOLA TERME

Il 10 novembre 2009, in seguito a piogge intense, il Comune di Casamicciola è stato interessato da un evento alluvionale di elevata intensità che causò una vittima e diversi allagamenti (Calcaterra et al., 2010; Santo et al. 2012). In particolare, la zona alta dei bacini denominati Ervaniello, Sinigallia e Puzzillo è stata interessata da frane e fenomeni erosivi, mentre gli alluvionamenti si sono avuti nel settore urbanizzato, dalla zona di Piazza Bagni fino al mare.

Dall'analisi delle precipitazioni effettuata, considerando i dati sub-orari registrati ai quattro pluviometri automatici all'epoca presenti sull'isola di Ischia, si può notare che i picchi più alti sono stati osservati nelle stazioni di Forio e Ischia. In particolare, nei giorni tra l'8 ed il 10 novembre, i valori di pioggia più elevati rispettivamente a 10', 20', 30', 1 h, 3 h, 6 h e 12 h sono caduti nelle fasce orarie tra le 5:30 e le 13:00 del 10 novembre 2009, vedi tabella seguente.

Nella stazione di Forio il picco orario di precipitazioni più significativo alle 8:00 è stato di 37,4 mm; inoltre, sono state registrate precipitazioni di 14,6 e 33,8 mm rispettivamente in 10 e 30 minuti. Le precipitazioni giornaliere sono state pari a 111 mm, di cui circa il 67% (74,4 mm) è caduto in 3 ore (dalle 6:00 alle 9:00). Ad Ischia i valori più alti di precipitazioni orarie sono stati alle 13:00 (50,4 mm) ed alle 9:00 (32,8 mm). Valori cumulati significativi (69,4 mm) sono stati registrati anche nell'arco di 3 ore (dalle 7:00 alle 10:00) per un totale giornaliero di 177,4 mm.

*Dati pluviometrici per diverse durate (Santo et al., 2012).*

Rain gauge	P_10'	h_10'	P_20'	h_20'	P_30'	h_30'	P_1h	h_1h	P_3h	h_3h	P_6h	h_6h	P_12h	h_12h
Forio	14.8	5.30	<b>26.8</b>	7.20	<b>33.8</b>	7.30	37.4	8.00	<b>70.4</b>	8.20	86.8	11.10	107.0	13.00
Ischia	<b>19.4</b>	12.30	24.8	12.30	31.8	12.30	<b>50.4</b>	13.00	69.4	<b>100.0</b>	<b>130.6</b>	13.00	<b>175.0</b>	13.00
Monte Epomeo	5.6	8.20	8.8	8.20	9.2	8.20	12.0	10.10	24.4	10.50	30.4	12.40	41.2	12.10
Piano Liguori	7.4	12.40	9.4	4.50	15.8	4.50	21.4	5.00	30.0	5.10	37.0	9.30	64.6	12.50

Inoltre, dai dati registrati dal pluviometro di Ischia, è emerso che le altezze di pioggia cumulate per diversi intervalli di tempo hanno mostrato chiaramente un primo picco di precipitazioni tra le 4:20 e le 5:20 del mattino, un secondo tra le 8:30 e le 9:30 e un terzo tra le 12:20 e le 13:00 (Figura 36936). Per quanto riguarda, invece, il pluviometro di Forio, i valori più significativi si sono registrati tra le 5:20 e le 6:00 e tra le 7:30 e le 8:00 del mattino.



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Dal rilevamento di campo effettuato nei giorni immediatamente successivi il 9 novembre è stato ricostruito l'intero evento alluvionale da Santo et al. (2012). In particolare, il bacino Puzzillo, che si estende per 0,8 km<sup>2</sup>, è stato interessato solo marginalmente dall'evento alluvionale che ha innescato 11 frane lungo i versanti più ripidi nel tratto che precede l'immissione nell'alveo tombato. Tali frane si sono fermate alla base delle scarpate fluviali e i volumi coinvolti sono stati compresi tra 100 e 550 m<sup>3</sup>. Lungo il bacino dell'Ervaniello, caratterizzato da un'area di 0,9 km<sup>2</sup>, il corso d'acqua principale ha una sezione trasversale molto ripida e stretta. Dai versanti principali di questo bacino si sono innescate alcune decine di frane (70), con volumi compresi tra 200 e 1000 m<sup>3</sup>. Anche in questo caso le frane, sebbene più numerose e distribuite lungo l'alveo, si sono generalmente fermate alla base dei versanti. Il bacino Sinigallia, con un'area di 0,7 km<sup>2</sup>, è stato interessato da 28 frane con volumi variabili tra 50 e 700 m<sup>3</sup>.

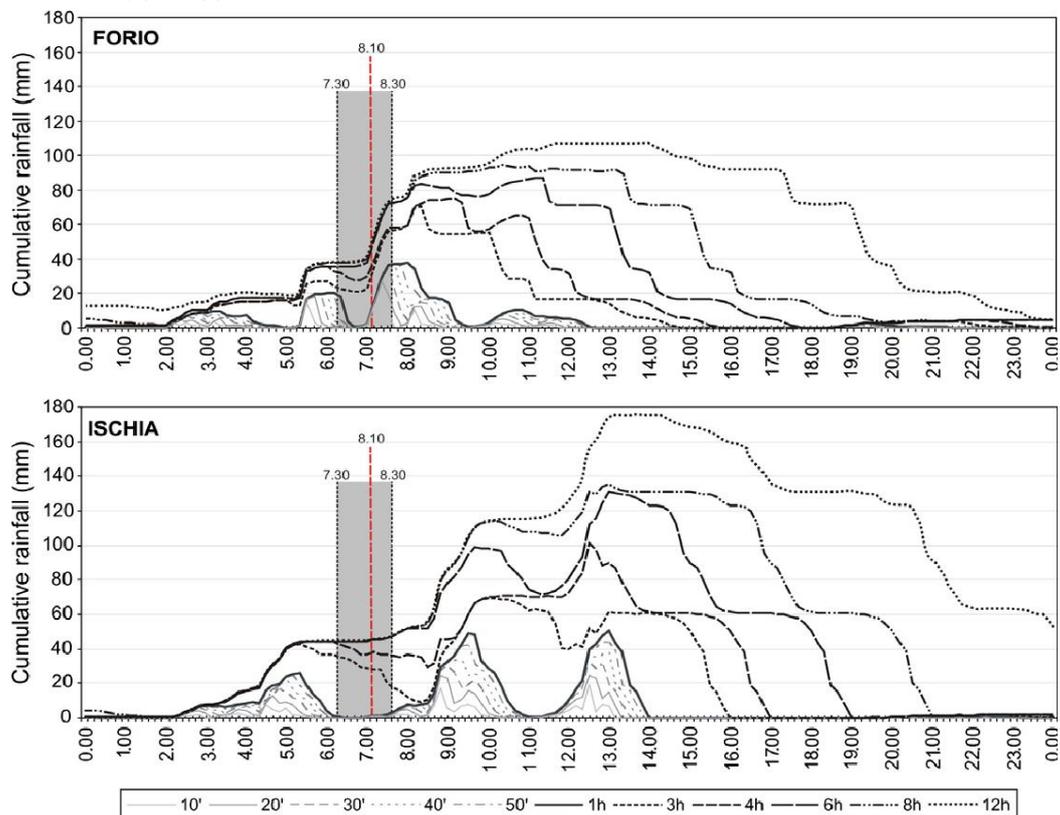


Figura 369 - Altezze di pioggia cumulate per diversi intervalli di tempo (da Santo et al., 2012).

Nello studio di dettaglio di Santo et al. (2012) è stato stimato un volume totale mobilizzato di circa 7.500 m<sup>3</sup>, di cui circa 6.000 m<sup>3</sup> si sono accumulati lungo gli impluvi dei tre bacini e circa 1.000 m<sup>3</sup> hanno raggiunto l'abitato di Casamicciola presso Piazza Bagni.

In sintesi, quindi quasi tutte le frane che si innescarono nell'evento del novembre 2009 ebbero una limitata "intensità" e, fortunatamente, non raggiunsero il centro abitato (Figura 37 e 38).



Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO

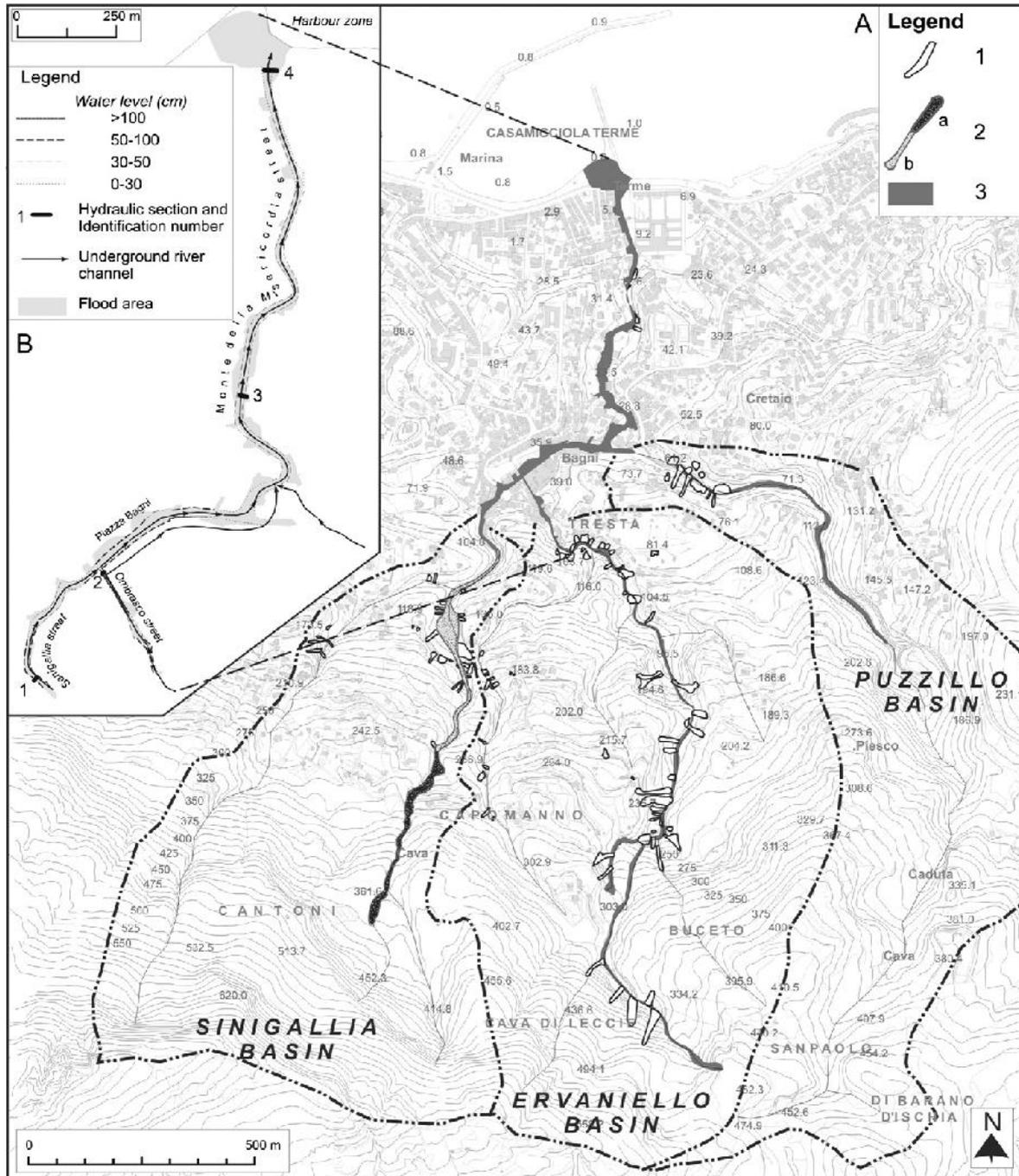


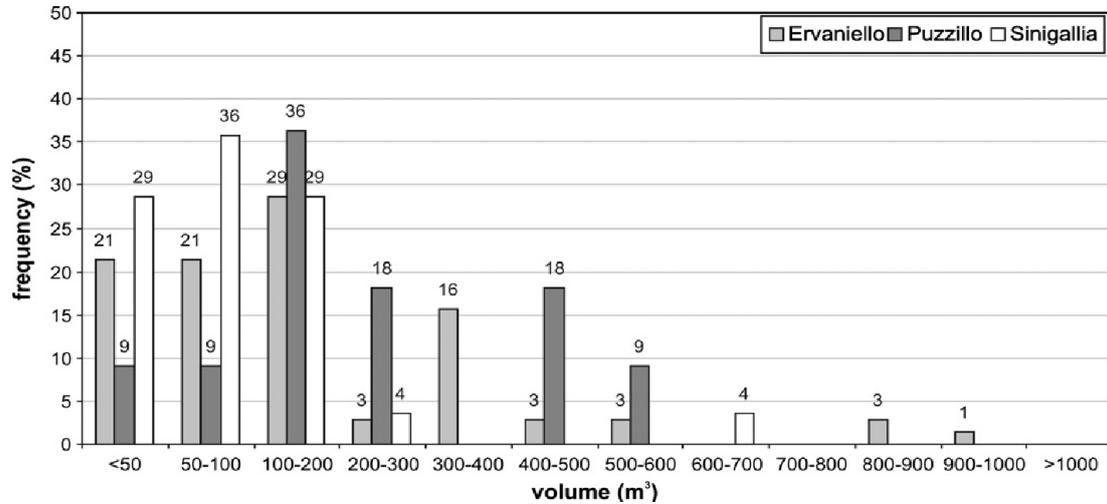
Figura 37 10 - Evento alluvionale del 10 novembre 2009. In alto a destra il dettaglio dell'area alluvionata nel centro abitato (Santo et al., 2012).



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*



*Figura 3811 - Distribuzione statistica dei volumi stimati delle frane che hanno interessato i tre bacini principali (Santo et al., 2012).*

Dall'analisi di alcuni filmati e da indagini sul campo sono stati anche ricostruiti i tiranti idrici e le velocità di picco del fenomeno (Santo et al., 2012). In particolare, secondo gli Autori, le osservazioni condotte lungo il settore terminale del flusso fangoso, in corrispondenza del porto, hanno mostrato valori di velocità variabili tra i 2.7 e 2.9 m/s (Figura 39).



*Figura 3912 - Valori di velocità del flusso fangoso in prossimità dell'area portuale (Santo et al., 2012).*



## Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

### CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO

L'entità dei tiranti idrici, invece, è stata ricostruita in alcuni punti significativi attraverso le tracce visibili lungo i manufatti e la vegetazione (Figura 40). In particolare, a via Ombrasco, nei pressi di Piazza Bagni, dove la strada diventa molto stretta, il livello stimato è di circa 1,5 m. Livelli inferiori (circa 30 cm) sono stati misurati lungo il tratto finale di via Monte della Misericordia, in prossimità dell'area portuale, dove la sezione idraulica è larga 15 m e dove le pendenze diventano molto basse (<5%).



Figura 4013 - Valori dei tiranti idrici a monte di Piazza Bagni e lungo via della Misericordia (Santo et al., 2012).

I dati raccolti hanno inoltre mostrato che non sono stati causati danni gravi agli edifici ma esclusivamente allagamenti localizzati ai piani inferiori. Questo dimostra l'elevata fluidità del flusso tipico di un fenomeno prettamente alluvionale. Tale ultima evidenza è stata ben dimostrata dalle simulazioni condotte con metodi diversi da Calcaterra et al. (2010).

## DESCRIZIONE DEL DANNO A SEGUITO DELL'EVENTO DEL 26 NOVEMBRE 2022

Il 26 novembre 2022, all'incirca alle ore 05:00, a seguito delle piogge torrenziali verificatesi sull'Isola di Ischia nelle ore immediatamente precedenti, si è purtroppo verificato il distacco di diverse porzioni dei costoni del M. Epomeo. Uno di questi distacchi - in particolare quello realizzatosi in località Celario/Santa Barbara del Comune di Casamicciola Terme - inizialmente innescatosi come uno scivolamento di piccoli quantitativi di materiali solido dello spessore di poche decine di centimetri, nel colpire, dopo un salto di alcune decine di metri, i sedimenti completamente imbibiti di acqua ubicati nelle aree immediatamente sottostanti (a forte pendenza ed interessati da una notevole coltre di materiale piroclastico), ha finito con l'innescare una vera e propria colata rapida di detriti, del tipo "valanga", che ha poi colpito le zone abitate ubicate più a valle. L'imponente quantità di fango e di detriti distaccatosi dalla montagna, dislocatosi verso valle sotto forma di una vera e propria valanga di sedimenti e di alberi nei tratti più a monte, e di un flusso iper-concentrato di acqua frammista ad elevate concentrazioni di materiali fini nei tratti medio vallivi e di pianura, ha investito le abitazioni site in Via Celario, proseguendo la propria corsa lungo Piazza Maio, Piazza Bagni e Via Monte della Misericordia, per poi giungere sino ad arrivare in mare nei pressi del c.d. "Monumento dell'Ancora". Lungo il



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITÀ COLLINETTA PARADISIELLO*

suo percorso, la frana ha causato ingenti danni a edifici, strade, automobili e territorio e, purtroppo, la tragica scomparsa di 12 persone, tra cui 4 bambini.

Come già indicato nel precedente paragrafo, all'incirca alle ore 5:00 del 26 novembre 2022, a seguito di un evento pluviometrico di elevata intensità occorso nella notte (131 mm in circa 6 ore, con picchi di intensità fino a 51 mm/h), si sono innescati una serie di fenomeni franosi multipli e di tipo complesso (WP/WLI, 1993; Cruden & Varnes, 1996; Hungr et al., 2014) nonché alluvionali simultanei che hanno invaso una parte del centro abitato di Casamicciola Terme (Isola d'Ischia) causando 12 vittime.

I fenomeni franosi, con prevalente meccanismo da flusso (Hungr et al., 2001), e quelli alluvionali hanno interessato tutti i bacini montani defluenti lungo il versante settentrionale del M. Epomeo (789 m s.l.m.), culminanti sullo spartiacque montuoso principale e confluenti verso l'abitato di Casamicciola Terme: cava Caduta, cava Fasaniello, cava Sinigallia e cava Celario. Tra i fenomeni franosi, quello innescatosi a partire dalla base della parte rocciosa settentrionale del M. Epomeo, dalla quota di circa 720 m s.l.m., in località Celario/Santa Barbara ha avuto i maggiori effetti catastrofici sulle abitazioni ed infrastrutture intercettate lungo il percorso, causando la perdita delle 12 vite umane.

Dopo pochi giorni dall'evento, mediante il coordinamento del Dipartimento di Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri, sono state intraprese una serie di attività conoscitive di carattere tecnico-scientifico da parte dei centri di ricerca INGV e ISPRA e delle Università campane (Campania Vanvitelli, Napoli Federico II, Salerno e del Sannio). In base alle specifiche competenze degli enti coinvolti, sono stati approfonditi, in via speditiva e preliminare, gli aspetti salienti per la valutazione del rischio residuo e per la strutturazione del piano di Protezione Civile del Comune di Casamicciola, da attuarsi da parte del Commissario delegato per l'emergenza Ischia (OCDPC n. 948 del 30 novembre 2022). Gli aspetti considerati hanno riguardato: a) la stima delle variazioni volumetriche indotte dai fenomeni franosi ed alluvionali in termini di erosione/deposito; b) analisi speditiva delle condizioni idrologiche e geomorfologiche del reticolo di drenaggio, dall'area sorgente delle colate detritiche fino all'area urbanizzata; c) il censimento dei fenomeni franosi; d) la caratterizzazione idrogeomorfologica e idraulica del reticolo idrografico; e) caratterizzazione geotecnica dei materiali coinvolti nei fenomeni di frana; f) modellazione dinamica per la previsione delle aree di transito e invasione da colate detritiche e da crollo; g) analisi idrologica dell'evento pluviometrico innescante. Al fine di una descrizione sintetica dei fenomeni franosi ed alluvionali occorsi, i risultati dei suddetti studi sono di seguito sintetizzati in maniera introduttiva e successivamente ampliati nella restante parte del presente rapporto. Le attività tecnico-scientifiche si sono basate sui dati aereofotografici e LiDAR ad alta risoluzione (fonte Copernicus e rilievi effettuati dalla Guardia di Finanza), acquisiti nei giorni successivi all'evento, nonché su dati pluviometrici registrati sull'Isola.

Sulla base delle registrazioni delle quattro stazioni pluviografiche automatiche presenti sull'isola d'Ischia (Forio, Ischia, M. Epomeo e Piano Liguori) e gestite dal Centro Funzionale della Protezione Civile regionale, l'intera Isola è stata investita, a partire all'incirca dalla mezzanotte del 25 novembre 2022, da un intenso fenomeno pluviometrico, molto significativo dal punto di vista statistico-probabilistico, che ha raggiunto il valore massimo della cumulata a 6 h alla stazione di Forio, con 131.4 mm. L'analisi statistica dei valori registrati ha evidenziato periodi di ritorno non inferiori a 200 anni per il pluviografo di Forio e superiori a 50 anni per gli altri pluviometri, quindi evidenziando l'eccezionalità statistica dell'evento idrologico e degli effetti geomorfologici indotti nei bacini montani del versante settentrionale del M. Epomeo. Sulla base di questi ultimi, è possibile dedurre che l'evento pluviometrico, sebbene abbia coinvolto l'intera Isola, si sia manifestato



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITÀ COLLINETTA PARADISIELLO*

con maggiore intensità in corrispondenza del versante settentrionale del M. Epomeo, evidenziandone quindi il carattere di elevata localizzazione spaziale, tipico degli eventi pluviometrici di intensità estrema.

L'eccezionale fenomeno pluviometrico ha indotto processi denudazionali i cui effetti geomorfologici sono stati amplificati dalle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e vegetazionali del versante settentrionale del M. Epomeo. Procedendo dal crinale montuoso principale verso la linea di costa, tale contesto fisiografico è caratterizzato, da tre ambiti geomorfologici contigui. Il primo, che si sviluppa fino dalla sommità fino alla quota di circa 250 m s.l.m., è caratterizzato da versanti ad elevata acclività (angolo di pendio medio di 35°), a struttura anaclinale, formati dalla successione dei depositi marini (siltiti e breccie) dell'Unità di cava Celario (età: maggiore di 61.0 k-anni) e delle Unità tufacee del Pizzone, Frassitelli e verde dell'Epomeo (età: compresa tra 61.0 e 56.5 k-anni) che è ripetutamente dislocata da sistemi di faglie normali e, subordinatamente, inverse. Detti elementi tettonici sono l'effetto della deformazione indotta dalla risorgenza della struttura intracalderica, successiva alla deposizione del Tufo verde del M. Epomeo (56.5 k-anni) (Orsi et al, 1991; Acocella & Funicello 1999). Il secondo, fino alla quota di circa 100 m s.l.m., con angolo di pendio medio di circa 20°, è contraddistinto da conoidi antiche coalescenti formate da depositi epiclastici marini e continentali, derivanti dalla denudazione della struttura del M. Epomeo (Unità della Grande Sentinella e di depositi di frane antiche), che attualmente sono profondamente incise dal reticolo idrografico e pertanto fossilizzate. Il terzo, fino alla linea di costa, con angolo di pendio medio di 11°, si caratterizza come una zona di transizione alla fascia costiera, quindi formato da depositi marini e continentali attuali. Lungo la costa si rinvengono superfici terrazzate, dislocate a diverse quote e caratterizzate dalla presenza in superficie di depositi marini ed una piana costiera di età olocenica, che testimoniano l'intensa attività vulcano-tettonica recente. Il reticolo idrografico si presenta a basso ordine gerarchico (*sensu* Horton, 1945), ma profondamente inciso in alcuni settori, determinando condizioni di elevata acclività delle sponde e potenziale suscettibilità a franare. Per la spiccata erodibilità dei terreni affioranti, detritici, vulcanoclastici e tufacei, il reticolo idrografico è in genere profondamente inciso, fino ad assumere morfologie da canalone (*canyon*), con fianchi vallivi fino a subverticali ed alti diverse decine di metri. L'insieme di questi caratteri rende classificabili i corsi d'acqua nelle categorie Aa+ e A, tipicamente caratterizzati da fenomeni di trasporto di massa con modalità da flusso (Rosgen, 1994).

Le suddette condizioni geomorfologiche caratterizzano il settore settentrionale del M. Epomeo come ad elevata per fenomeni di frana ed alluvionali, così come evidenziato dagli elaborati del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) per il rischio da frana, redatto dall'ex Autorità di Bacino Campania Centrale, aggiornato nel 2015, redatto dalla UoM Campania Nord Occidentale che individua, in generale, per i pendii e le aree pedemontane di M. Epomeo, nei comuni di Casamicciola Terme, Lacco Ameno e Forio, estesi settori perimetrati a pericolosità da frana molto elevata (P4), elevata (P3) e media (P2), legata a fenomeni di frana del tipo colata rapida di fango e/o detrito e del tipo crollo. In tale contesto, i fenomeni denudazionali dell'evento del 26 novembre, si sono sviluppati con maggiore intensità nel primo ambito geomorfologico, coinvolgendo le coltri di alterazione pedogenizzate delle formazioni tufacee, ed in parte piroclastiche, nonché la copertura arborea, quindi propagandosi verso valle ed interessando il centro abitato di Camicciola Terme, che si sviluppa a partire dal secondo ambito geomorfologico.

I fenomeni franosi e quelli alluvionali hanno contribuito ad un'intensa denudazione dei settori dei bacini idrografici montani, ricadenti nel primo ambito geomorfologico e corrispondenti alle zone di impluvio ed a maggiore acclività, generando il trasporto di volumi complessivamente stimati, mediante analisi differenziale



## Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

### CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITÀ COLLINETTA PARADISIELLO

topografica, basata su DEM LiDAR ad alta risoluzione (precedenti e successivi all'evento), in circa 200.000 m<sup>3</sup>. Le diverse tipologie dei processi denudazionali ed i differenti comportamenti reologici connessi, si sono verificati in maniera complessa, composita e variabile nello spazio e nel tempo, comportando l'evoluzione degli iniziali fenomeni da frana da scorrimento/colata in flussi iperconcentrati (Pierson & Costa, 1987; Pierson, 2005), per diluizione con i deflussi di ruscellamento superficiale, oppure determinando, già dall'area sorgente, fenomeni erosionali con formazione di flussi iperconcentrati. L'insieme dei fenomeni denudazionali ha determinato un ingente trasporto detritico-fangoso e di biomassa vegetale negli alvei dei bacini idrografici interessati dall'evento, che, dopo la confluenza in corrispondenza di Piazza Bagni, è proseguito verso la linea di costa, determinando la progradazione di quest'ultima e la formazione di un piccolo delta fluviale.

L'attività ricognitiva basata sull'esame delle ortofoto ad alta risoluzione riprese successivamente all'evento, ed i rilievi in campo, hanno consentito di riconoscere l'estensione dell'area colpita dai fenomeni denudazionali. In particolare, sono state riconosciute circa un centinaio di frane iniziali, distribuite nelle testate dei suddetti bacini idrografici e lungo le sponde degli stessi, classificabili come scorrimenti iniziali coinvolgenti da pochi m<sup>3</sup> a poche decine di m<sup>3</sup> di suolo e/o detrito (*soil slip / debris slide*) in condizioni morfologiche di elevata acclività, comprese nell'intervallo di angolo di pendio tra 40° e 50°. I materiali coinvolti sono ascrivibili alle sottili coltri di alterazione del substrato, rappresentato da ammassi rocciosi tufacei o da depositi di frana antica, e piroclastiche, con spessore prevalentemente inferiore ad 1 m; la componente organica dei materiali trasportati è rilevante inglobando prodotti pedogenizzati, apparati radicali nonché vegetazione arborea ed arbustiva.

Le condizioni di innesco di queste frane iniziali appaiono essere riconducibili a fenomeni di infiltrazione e deflusso sub-superficiale (*throughflow*) occorrenti nella sottile coltre di alterazione/suolo, a maggiore permeabilità del substrato, che hanno determinato, in relazione ai fattori morfologici, geotecnici e idraulici locali, le condizioni critiche per la stabilità del pendio. Tale meccanismo di innesco appare essere comune a quello tipico delle frane superficiali indotte da precipitazioni di forte intensità (Campbell, 1975), come anche di recenti fenomeni di colata detritica avvenuti sull'isola d'Ischia, frane del Monte di Vezzi del 30 aprile 2006 (De Vita et al., 2007) ed evento di Casamicciola del 10 novembre 2009 (Calcaterra et al., 2010; Santo et al., 2012), nel contesto dei rilievi dei Campi Flegrei (Calcaterra et al., 2007; Palma et al., 2009; Fusco et al., 2019) e dei Monti di Sarno-Avella e Lattari (Guadagno et al., 2005; Palma et al., 2009), che pertanto limita ai soli orizzonti superficiali della coltre di alterazione/piroclastica, in parte pedogenizzati, le condizioni di infiltrazione e deflusso sotterraneo, escludendo quindi il ruolo idrogeologico del substrato, sia esso di natura vulcanica o sedimentaria, carbonatica (De Vita et al., 2013) o flyschoida (Santo et al., 2018).

Le cause di innesco dei fenomeni sopra citati hanno in genere carattere aleatorio. L'origine dei fenomeni è d'altra parte da ascrivere anche e soprattutto all'attingimento nella coltre di uno stato predisponente alla propagazione dell'innesco che, al contrario, ha carattere prevedibile. Tale stato deriva dai significativi accumuli di precipitazione osservati nelle settimane e nelle ore antecedenti il fenomeno, che incrementano il contenuto d'acqua della coltre fino a valori prossimi alla saturazione e conducono verso l'annullamento della suzione, con conseguente abbattimento della coesione apparente da essa indotta. L'alterazione delle variabili idrologiche e le riduzioni di coesione apparente riducono la resistenza della coltre, rendendola nel contempo instabile per meccanismi di rottura del pendio o per liquefazione (Hungre et al., 2001, 2014) e predisponendo altresì il pendio alla propagazione laterale e verso valle degli effetti erosivi.

Dopo l'innesco, in relazione all'elevato angolo di pendio, alla morfologia localmente planare del versante ed alla presenza di spessori significativi di coltre di alterazione/piroclastica, in numerosi casi le frane iniziali sono



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

evolute verso valle in forma di valanga (*debris avalanche*), quindi mediante un cambio di comportamento reologico da solido a fluido connesso a fenomeni di liquefazione dinamica. Tale meccanismo ha determinato una distribuzione in avanzamento ed in allargamento verso valle (WP/WLI, 1993) nonché la completa mobilitazione delle coltri di alterazione/piroclastiche e della copertura arborea ivi presente, rappresentata in prevalenza da bosco di castagno. Successivamente, i flussi valanghivi si sono incanalati nella rete idrografica dando luogo a colate detritiche incanalate (*debris flows*) che hanno eroso il fondo delle incisioni e le sponde delle stesse, determinando l'abbassamento del piano campagna fino a circa 7.5 m in corrispondenza del percorso della frana principale innescatasi in località Celario/Santa Barbara. L'intensa erosione lineare, soprattutto nel caso della frana della cava Celario, ha determinato non solo la rimozione delle coltri detritiche presenti nel fondo alveo ma anche l'incisione dei depositi di frane antiche e recenti (età: Olocene-Attuale), ove costituenti il fondo e le sponde degli alvei. Per la natura fortemente eterogenea ed eterometrica di detti depositi, l'azione erosiva delle colate detritiche ha mobilitato anche blocchi di roccia tufacea di alcuni metri cubi presenti nel preesistente deposito di frana ed immersi in matrice limoso-sabbiosa, determinandone il trasporto verso valle. Inoltre, il flusso delle colate detritiche e l'erosione delle sponde hanno contribuito a fenomeni franosi che hanno incrementato il flusso detritico verso valle.

Le colate detritiche defluite negli alvei degli impluvi montani hanno inglobato le ingenti portate di ruscellamento, diluendosi e pertanto cambiando progressivamente lungo il percorso il proprio comportamento reologico, fino a raggiungere quello dei flussi iperconcentrati (Pierson & Costa, 1987; Pierson, 2005). Per la limitata estensione dei bacini idrografici, inferiore ad 1 km<sup>2</sup>, il basso ordine gerarchico (*sensu* Horton, 1945), che raggiunge il valore massimo di 3, per le condizioni di elevata acclività ed i tempi di corrvazione brevi, inferiori ad 1 h, le portate liquide defluenti in alveo hanno raggiunto il valore del colmo di piena durante l'evento pluviometrico, quindi massimizzando l'effetto di trasporto e diluizione delle colate detritiche. Nella testata di numerosi impluvi montani di primo ordine gerarchico non è apprezzabile la presenza di fenomeni franosi, quanto piuttosto di fenomeni di erosione lineare che hanno determinato il trasporto a valle di materiali detritici in forma di deflussi iperconcentrati che, a valle, sono confluiti insieme a quelli derivati da fenomeni franosi.

In base alla preliminare caratterizzazione geotecnica, finalizzata alla possibile riutilizzazione degli stessi, i depositi di frana sono classificabili come eterometrici, per la presenza di una prevalente matrice limoso-sabbiosa a bassa plasticità ed una subordinata frazione ghiaiosa, con occasionale pezzame lapideo di natura tufacea ricadente nella classe granulometrica dei blocchi. Pertanto, i depositi sono classificabili nelle classi SM e GM della classifica USCS. Inoltre, per la presenza di una frazione di ghiaia sempre superiore al 20%, il materiale è classificabile come detrito (*debris*) *sensu* Cruden & Varnes (1996).

Nel primo ambito geomorfologico, gli affioramenti delle formazioni tufacee sono caratterizzati da condizioni morfologiche che localmente possono raggiungere valori di angolo di pendio molto elevato, da 60° fino alla subverticalità, formanti costoni e pareti rocciose, come nel caso della parete sommitale del M. Epomeo. Dette singolarità geomorfologiche, che si sviluppano su una superficie reale complessiva di circa 150.000 m<sup>2</sup> (angolo di pendio > 60°) sono associabili a fenomeni di erosione differenziale dei livelli di maggiore competenza della serie dei depositi tufacei e agli effetti della dislocazione tettonica recente della serie stessa. In relazione allo stato di fratturazione degli ammassi rocciosi tufacei, dette pareti rocciose sono suscettibili al distacco ed al crollo di massi e blocchi, fino alla dimensione di alcuni metri cubi, come peraltro evidenziato dai numerosi blocchi osservati alla base delle pareti rocciose e rimbalsati/rotolati verso valle. Tale condizione di pericolosità



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

appare estendibile anche ai depositi eterometrici di frana recente, che, laddove fortemente reinciati dal reticolo idrografico e dai recenti sollevamenti tettonici, evidenziano condizioni di elevato angolo di pendio ( $> 60^\circ$ ) e quindi la possibilità di distacco e crollo di clasti di dimensioni anche di alcuni metri cubi, con conseguente propagazione verso valle. Il meccanismo delle frane da crollo dalle pareti e costoni tufacei del primo ambito geomorfologico, nonché quello della mobilità dei blocchi, sono ben evidenti anche considerando la posizione di blocchi di grandi dimensioni ( $10^1$ - $10^2$  m<sup>3</sup>) di frane recenti ed antiche (Guadagno & Mele, 1992; 1995a; 1995b; Della de Vita et al., 2006; Seta et al., 2012; Alvioli et al., 2022), ben evidenziabili dal DEM LiDAR ad alta risoluzione. La mobilità dei blocchi rocciosi appare in generale essere fortemente condizionata dalla presenza della vegetazione arborea (in prevalenza bosco di castagno) che esercita un'azione di trattenimento significativa. Sempre in riferimento a questa problematica, il settore del primo ambito geomorfologico esposto verso NW, quindi verso l'abitato di Forio, appare caratterizzato da una maggiore pericolosità, sia per la presenza di numerosi blocchi e pinnacoli rocciosi di grandi dimensioni (fino a  $10^3$  m<sup>3</sup>), in apparente stato di precaria stabilità, che per l'assenza di bosco.

Nella disamina dei fenomeni franosi ed alluvionali del 26 novembre 2022, riveste particolare rilievo il fenomeno franoso innescatosi nella località Celario/Santa Barbara che ha determinato gli effetti geomorfologici maggiormente intensi e l'impatto più catastrofico sugli edifici colpiti. Detto fenomeno franoso si è originato alla quota di circa 720 m s.l.m., in un settore ad elevata acclività e a partire dalla base della parete rocciosa tufacea del M. Epomeo. La frana è iniziata come uno scorrimento iniziale della coltre alterata e pedogenizzata in un settore di versante planare con larghezza di circa 15 m, lunghezza circa 20 m ed angolo di pendio di circa  $50^\circ$ . Dai rilievi in campo, lo spessore reale della coltre, coinvolto nell'instabilità, è stato stimato in circa 0.5 m, consentendo di stimare un volume della frana iniziale pari a circa 150 m<sup>3</sup>. Per la prossimità dell'innescò alla parete rocciosa è possibile identificare un contributo causale della stessa che, allo stato delle conoscenze attuali, è dubitativamente attribuibile alla caduta di blocchi di tufo o di masse di detrito dalla sommità della parete stessa, nonché all'intenso apporto idrico determinato dal ruscellamento superficiale lungo la parete rocciosa e al contributo idrico dei sistemi di discontinuità beanti. Successivamente alla zona di innescò della frana iniziale, l'area coinvolta nel percorso di frana si è ampliata progressivamente generando una forma complessivamente sub-triangolare ed inglobando anche le aree di displuvio contermini, evidenziando così un meccanismo valanghivo di avanzamento (*debris avalanche*). In tale contesto geomorfologico, la presenza di balze rocciose subverticali lungo il percorso della frana, connesse a banchi di tufo e ad altri elementi morfostrutturali, ha determinato un'esaltazione dell'energia cinetica conferendo al flusso energia crescente e maggiore capacità erosiva e di espansione laterale. Dalle osservazioni effettuate, nelle aree di transito della valanga di detrito, la coltre di alterazione e vegetale è stata completamente scarificata mettendo a giorno il substrato. È altresì importante evidenziare il ruolo non trascurabile della biomassa arborea, rappresentata dal bosco di castagno, che ha contribuito significativamente all'incremento del volume della massa franata. Fenomeni di profonda erosione lineare connessi al transito del flusso detritico sono riconoscibili a partire da una distanza planimetrica di circa 100 m dal coronamento caratterizzati dall'incisione di elementi idrografici preesistenti. Detti fenomeni di erosione si accentuano progressivamente verso valle raggiungendo il massimo effetto dopo la confluenza due impluvi di primo ordine gerarchico, alla distanza planimetrica di circa 250 m a valle del coronamento ed alla quota di circa 480 m s.l.m.. In detto settore, l'impluvio di secondo ordine gerarchico, che si sviluppa per una lunghezza planimetrica di 445 m e termina a valle in un ripiano morfologico ubicato a quota 250 m s.l.m., si evidenziano i più accentuati effetti dell'erosione del flusso



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

detritico con asportazione del materiale costituente l'originario fondo dell'alveo fino a spessori di 7.5 m, comprendente i depositi eterometrici di frana antica e recente. Allo sbocco del suddetto impluvio sul ripiano morfologico a quota 230 m s.l.m., la colata detritica si è espansa impattando e distruggendo gli edifici per civile abitazione presenti nell'area e depositando materiale di frana tra cui blocchi di Tufo Verde di alcuni metri cubi. Lungo il successivo percorso verso valle, a causa della diluizione con acque di ruscellamento superficiale la colata detritica si è trasformata in un flusso iperconcentrato che si è propagato attraverso l'abitato di Casamicciola Terme raggiungendo la linea di costa. In particolare, in prossimità del displuvio secondario che separa i bacini idrografici della cava La Rita e della cava Celario (zona di Via Celario), il flusso detritico, per l'elevata velocità e portata, ha sormontato il crinale dividendosi in due rami, diretti rispettivamente lungo l'alveo della cava Celario ed il pendio a nord del crinale. In questo settore, il flusso detritico ha impattato con energia elevata i fabbricati ivi presenti arrecando danni gravi e vittime. Il flusso ha successivamente percorso la viabilità lungo il pendio settentrionale (via S. Barbara) incanalandosi in parte nell'alveo della cava Celario, tributario di sx della cava Sinigallia, che recapita le acque nell'ambito urbano nei pressi di Piazza Bagni producendo un flusso denso di fango e detrito.

In merito alla valutazione degli scenari di pericolosità residua per innesco e propagazione di frane per scorrimento colata e da crollo, sono state adottate modellazioni su base empirica, basate sull'angolo di *reach* (Corominas, 1996) e numeriche, basate sul codice DAN3D (Hungar, 1995).

Inoltre, a partire sia dalle simulazioni effettuate col codice DAN-3D, avvalendosi del codice di calcolo 2D\_UFM Rel.2.1 (Pianese & Barbiero, 2003; Pianese & Barbiero, 2004; Iavarone et al., 2004; Cozzolino & Pianese, 2004), sono state effettuate una serie di simulazioni relative ai flussi iper-concentrati che si potrebbero ingenerare, lungo i tratti medio-vallivi delle diverse *cave* e lungo le zone medio-vallive dei versanti, allorché le colate detritiche, in corrispondenza delle rotture di pendio, vanno ad arrestarsi, dando origine alla fuoriuscita di acqua frammista a sedimenti molto fini dagli spazi intergranulari delle frazioni viceversa depositatesi.

## **DANNO AGLI EDIFICI A SEGUITO DELL'EVENTO SISMICO**

### L'evento Sismico

Il giorno 21 agosto 2017 l'isola d'Ischia è interessata da una serie di eventi sismici che causano danni ingenti in un'area compresa tra i comuni di Casamicciola, Lacco Ameno e Forio. La scossa principale viene avvertita alle 20:57:51 locali di lunedì 21 agosto 2017. La magnitudo determinata è di 4,0 e l'epicentro viene localizzato a circa 1 km a sud ovest da Casamicciola Terme in prossimità di località Maio, con ipocentro a 1,73 km di profondità. La durata avvertita è inferiore ai cinque secondi. Il terremoto è stato registrato da Forio fino ai paesi flegrei (Figura 41).



Presidenza del Consiglio dei Ministri

Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017

CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO



Figura 41 14. Terremoto Isola d'ischia 21 agosto 2017 scala macrosismica europea (EMS)

Caratterizzato da una bassa profondità ipocentrale, nonostante la sua relativamente bassa magnitudo, nell'area ipocentrale di Casamicciola Terme si è manifestato con una intensità macrosismica VIII-IX. Essendo l'area colpita inferiore ai 2 km<sup>2</sup> l'intensità del sisma equivale a quella di un terremoto di magnitudo 6, su un'area di 2000 km<sup>2</sup>. I danni prodotti, oltre che ad una generale scarsa resistenza degli edifici costruiti, sono attribuibili ad un effetto di sito, che ha provocato amplificazioni locali del movimento sismico arrivando a valori di circa 0,28 g di accelerazione al suolo e una velocità di quasi 18 cm/s di scuotimento del suolo: calcinacci e cornicioni caduti, crepe diffuse negli edifici, lesioni a croce di Sant'Andrea crolli parziali di tamponature e di edifici soprattutto nella parte settentrionale dell'edificato. L'accelerazione spettrale è stata di 0,8 g.

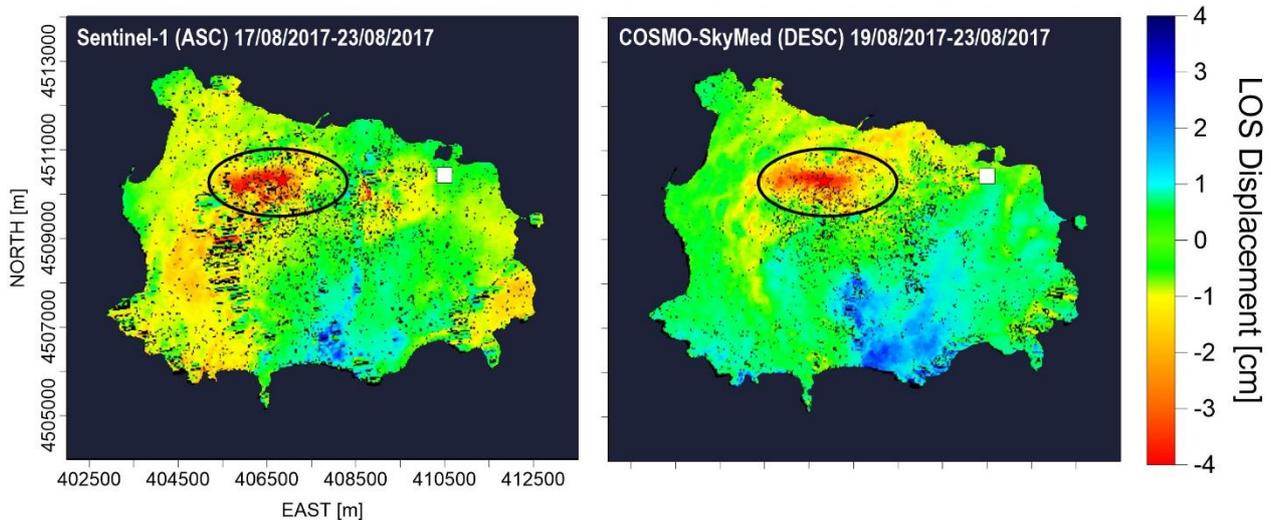
Nei giorni seguenti l'area è stata oggetto di rilevamento topografico di precisione tramite la tecnica dell'interferometria SAR differenziale utilizzando le registrazioni Radar ad apertura sintetica dei satelliti Sentinel 1 del programma europeo Copernicus, e quelli della costellazione italiana COSMO-SkyMed, dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), il rilevamento ha evidenziato un abbassamento del suolo attorno l'area epicentrale fino ad un massimo di 4 cm (Figura 42).



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*



*Figura 4215. Mappa degli Spostamenti registrati a seguito del terremoto*

I danni - Le più significative ripercussioni del sisma si sono concentrate nella parte pedemontana a circa 100 m dalla linea di costa, nella zona che va da piazza Maio fino alla località Fango, tra i Comuni di Casamicciola e Lacco Ameno, interessando anche una limitata zona di confine tra quest'ultimo Comune e il Comune di Forio. Comunque, danni da lievi a gravi si sono manifestati, se pure puntualmente, su tutto il resto dei territori comunali, interessando abitazioni private, viabilità, scuole e altri edifici pubblici; in diversi casi il sisma ha anche accentuato una pregressa compromissione delle condizioni di rischio idrogeologico. Il costruito della zona interessata dal sisma è caratterizzato principalmente da strutture in muratura di tufo verde ischitano o giallo napoletano con pietre semplicemente sbazzate o blocchi squadrati, solai lignei e laterocementizi con assenza di cordoli di piano, l'utilizzo di blocchi semplicemente sbazzati ha impedito la realizzazione di un efficace ammassamento tra le pareti perpendicolari. Sono inoltre presenti numerosi edifici risalenti ai primi del 900 realizzati in muratura baraccata, tecnica adoperata durante le fasi di ricostruzione post sisma del 1883. La risposta dinamica del costruito medio della zona è stato principalmente caratterizzato da meccanismi locali fuori piano, molte strutture presentavano crolli parziali o totali delle pareti per ribaltamento fuori piano dovuta all'inefficace ammassamento realizzato tra le pareti perpendicolari. Laddove l'edificio è riuscito ad esibire un comportamento scatolare, sono state riscontrate lesioni da taglio fessurazione diagonale che hanno interessato principalmente i giunti di malta oramai deteriorati dal tempo. Buona la risposta degli edifici baraccati realizzati con il sistema borbonico, uno dei primi sistemi antisismici utilizzati nelle fasi di ricostruzione post- sisma, gli edifici infatti hanno esibito un comportamento scatolare garantito dalla presenza del telaio in legno annegato nella muratura, presentando esclusivamente espulsioni locali di muratura dovuti al diverso comportamento dei due materiali costituenti il sistema.

Il 29 agosto Consiglio dei Ministri delibera lo stato di emergenza a causa dell'evento sismico. I comuni interessati dalla dichiarazione sono Casamicciola Terme, Forio e Lacco Ameno, di



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

conseguenza, immediatamente è stata attivata la campagna di ricognizione per la rilevazione del danno da parte del Servizio Nazionale della Protezione Civile. Per garantire l'omogeneità delle informazioni sul danneggiamento delle strutture, i rilievi sono stati eseguiti attraverso la compilazione speditiva delle schede di primo livello AeDES - Agibilità e Danno nell'Emergenza Sismica (Figura 43).

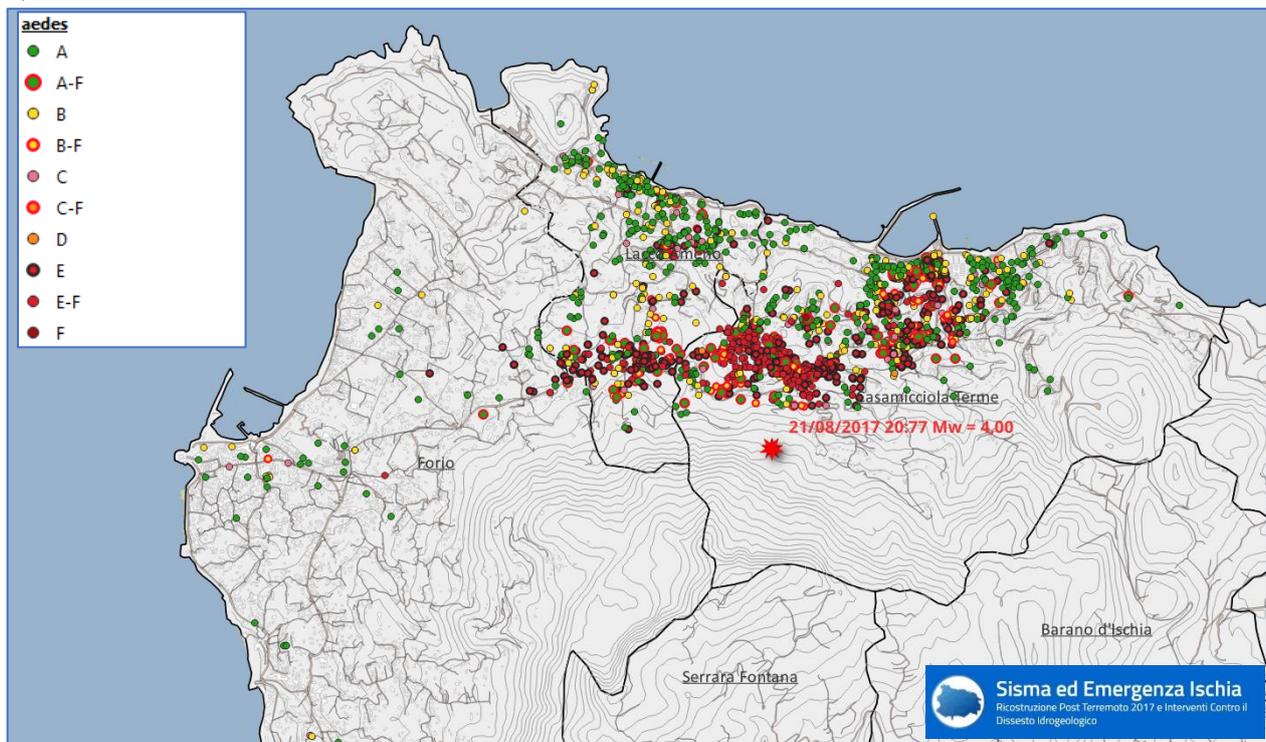


Figura 4316. Esiti rilievi scheda AEDES SISMA 2017

La compilazione della scheda non costituisce una verifica sismica o strutturale ai sensi delle norme tecniche vigenti, né sostituisce gli obblighi relativi alla sicurezza nei luoghi di lavoro, come disciplinato dalla normativa vigente in materia. In particolare, per l'esiti di agibilità sono previste due valutazioni distinte, di cui:

la prima esprime una valutazione sull'esito intrinseco del fabbricato, con 5 diverse alternative:

- Esito A: edificio agibile;
- Esito B: edificio temporaneamente inagibile (in tutto o in parte) ma agibile con provvedimenti di pronto intervento;
- Esito C: edificio parzialmente inagibile;
- Esito D: edificio temporaneamente inagibile da rivedere con approfondimento;
- Esito E: edificio inagibile;

la seconda esprime una valutazione connessa a cause esterne:

- Esito F: edificio inagibile per rischio esterno



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Nella Tabella seguente gli esiti della campagna di schedatura AEDES post sisma 2017.

A	A-F	B	B-F	C	C-F	D	D-F	E	E-F	F
344	60	137	53	26	6	1	1	174	370	4

Con decreto DPCM del 21/02/2022, l'On. avvocato Giovanni Legnini è nominato Commissario straordinario per gli interventi di riparazione, di ricostruzione, di assistenza alla popolazione e di ripresa economica nei territori dei Comuni di Casamicciola Terme, Forio, Lacco Ameno dell'Isola di Ischia interessati dagli eventi sismici verificatisi il giorno 21 agosto 2017.

A seguito dell'evento sismico, in riferimento agli edifici (Palazzo Bellavista, Plessi scolastici Manzoni e San Severino) influenzati dalla stabilità del versante di Collinetta Paradisiello oggetto di consolidamento, il rilievo del danno effettuato tramite schede AeDES ha evidenziato che gli stessi hanno subito un danneggiamento grave tale da comprometterne l'agibilità.

## **STATO DI FATTO DELL'AREA OGGETTO D'INTERVENTO**

Nel seguito vengono descritti gli aspetti del sito d'intervento relativamente agli assetti geologico, geomorfologico e delle caratteristiche geotecniche delle formazioni presenti, che costituiscono la base per l'adozione delle possibili soluzioni progettuali finalizzate alla mitigazione dei rischi connessi a fenomeni franosi, secondo scenari definibili sulla base della conoscenza dei fenomeni recenti e di quelli del passato.

Come di fatto è già stato esplicitato in precedenza, le unità geologiche presenti sono da correlare al complesso assetto lito-strutturale dell'area, indotto principalmente dalla risorgenza del blocco dell'Epomeo e dagli imponenti processi erosionali e di frana successivamente impostatisi, nonché dai depositi di eventi vulcanici più recenti.

La cartografia geologica di riferimento è costituita dalla Carta 1:10.000 della Regione Campania redatta nel quadro delle attività del progetto CARG (Figura 44).

Nell'area oggetto d'intervento i depositi affioranti sono ascrivibili all'Unità della Grande Sentinella e sono costituiti da terreni epiclastici massivi, di debris flow composti da clasti eterometrici grossolani, fino a blocchi, in matrice limo sabbiosa ed argillosa, inglobante clasti anche plurimetrici, in generale molto arrotondati, provenienti dallo smantellamento della successione tufacea del sintema del Rifugio di San Nicola.

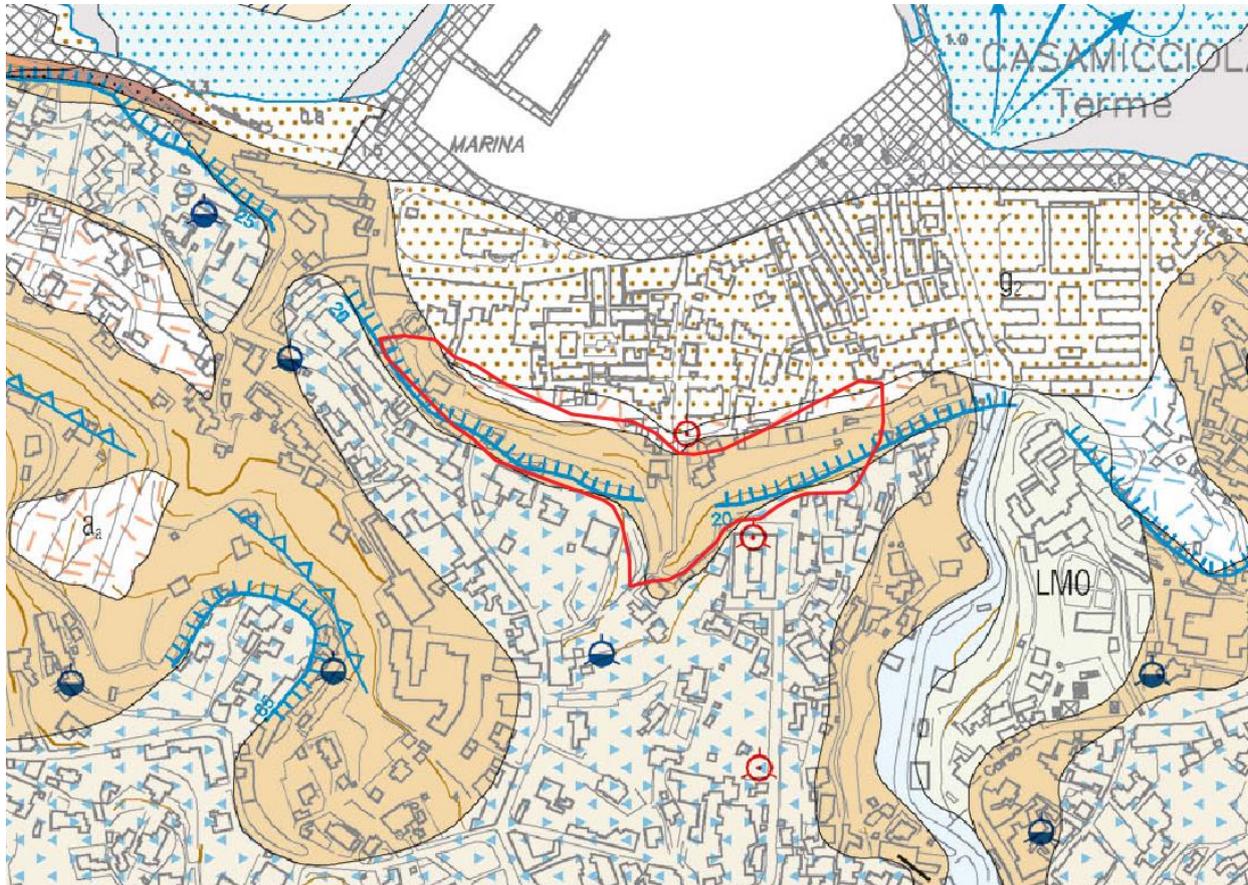
Detti depositi risultano in talune aree ricoperti da depositi di origine mista o torrentizia, costituiti da colate detritiche e fangose di colore verdastro, da clasto sostenuti a matrice sostenuti, formati da clasti da centimetrici a metrici di rocce epiclastiche e tufacee delle Unità di Campomanno e Colle Jetto, a luoghi strutturati. I depositi descritti sono interessati da terrazzi di abrasione marina. A copertura dei depositi appartenenti all'Unità della Grande Sentinella si rinvencono a luoghi depositi di versante costituiti da detrito eterometrico da minuto a grossolano, in matrice prevalentemente limo-argillosa e sabbiosa o clasto sostenuta, il deposito si presenta talora addensato e/o debolmente coesivo, in ragione della percentuale della componente argillosa.



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*



*Figura 4417 – Carta geologica (Progetto CARG) con ubicazione area d'intervento (linea rossa).*

Il substrato della zona è costituito verosimilmente da lave trachitiche massive di colore grigio porfiriche a sanidino, del duomo della Fundera (FUD), sovrapposte a depositi argillosi, argilloso-siltosi e siltoso-sabbiosi, di natura piroclastica, fossiliferi, con locali intercalazioni di lenti sabbiose; passano verso l'alto a sabbie da medio fini a grossolane che chiudono la sequenza marina.

Da un punto di vista geomorfologico l'area d'intervento è localizzata lungo un versante costituito da una paleofalesia il cui margine sommitale è definito da un orlo di terrazzo marino emerso.

Le criticità che interessano l'area in esame sono rappresentate da fenomeni di instabilità di versante, di tipo crollo e/o scivolamenti, uniti a fenomeni erosivi, che ne influenzano l'evoluzione e dunque le condizioni di sicurezza degli elementi esposti, situati alla base del versante (Plesso scolastico San Severino) ed alla sommità dello stesso (Palazzo Bellavista e Plesso scolastico Manzoni).

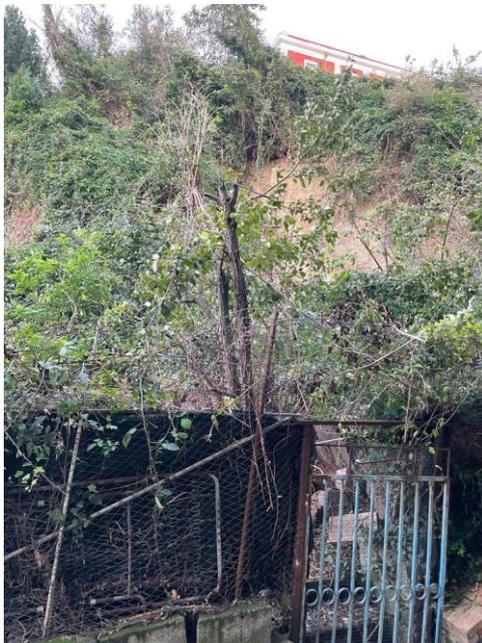
In alcuni settori del pendio, dove le pendenze risultano particolarmente elevate, si sono verificati dei fenomeni di scivolamento che hanno interessato la coltre superficiale di alterazione dei depositi presenti (Figura 45); ulteriori dissesti, in diversi casi, hanno riguardato il crollo delle "parracine", presenti lungo i tratti terrazzati del versante, che sono i muretti di contenimento a secco tipici dell'isola di Ischia (Figura 46).



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*



*Figura 45: Fenomeno di crollo/scivolamento che ha interessato il versante sottostante il plesso scolastico Manzoni.*



*Figura 46: Esempio di crollo di un muro a secco "Parracina" lungo il versante sottostante il plesso scolastico Manzoni*



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Inoltre il settore di versante prospiciente il lato nord dell'edificio scolastico Manzoni, sembra essere interessato da un fenomeno franoso più profondo, i cui effetti si rilevano sulle strutture antistanti il fabbricato, ovvero pavimentazione stradale, muri di contenimento e scale, dove sono presenti delle lesioni (Figure 47 e 48). In fase di redazione del PFTE lo studio ed il monitoraggio di quest'area devono essere particolarmente approfonditi e volti all'individuazione e modellazione della tipologia di dissesto in atto ed all'individuazione delle cause dello stesso al fine ottimizzare le soluzioni progettuali.

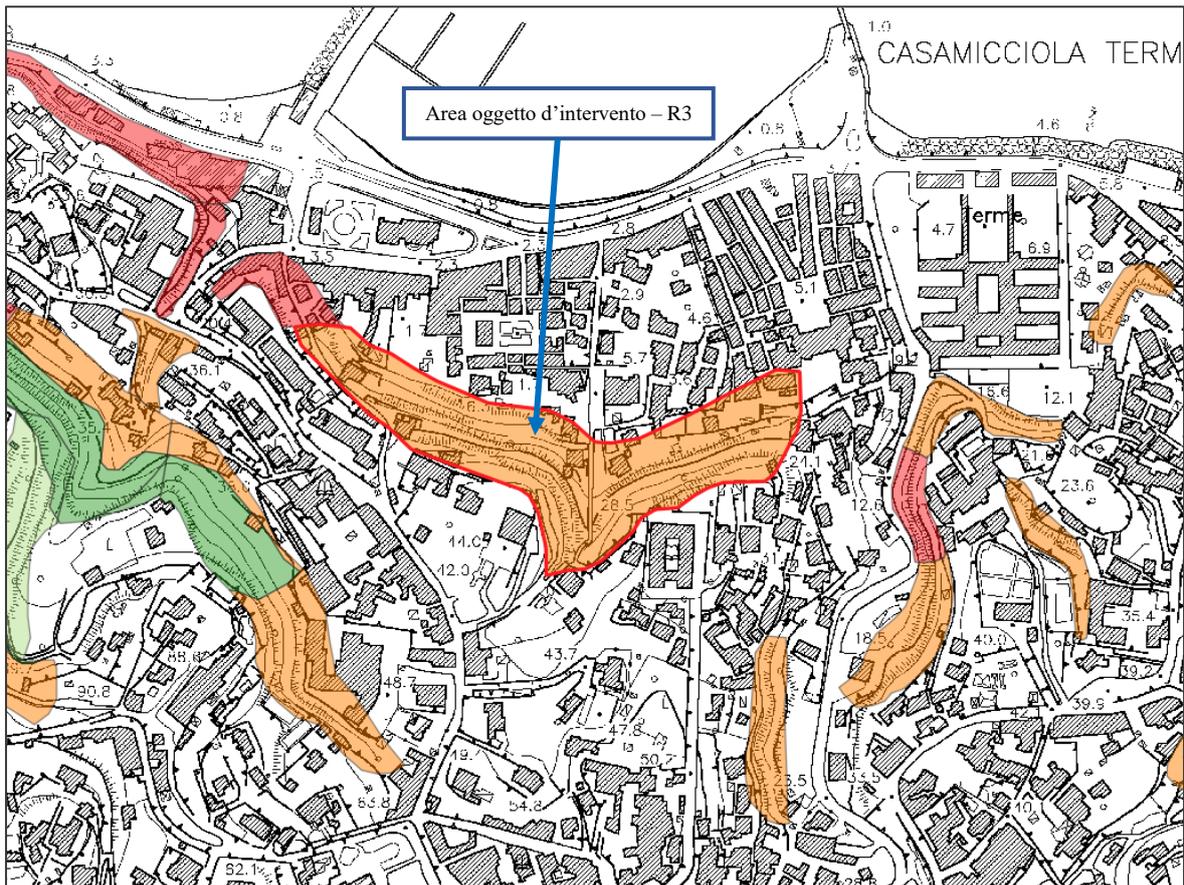


*Figura 47: Lesioni presenti sulla strada, sul marciapiede e sul muretto antistante l'edificio scolastico Manzoni.*



*Figura 48: Lesioni presenti sulle scalette, lungo la strada e sui muri di contenimento (edificio scolastico Manzoni).*

Nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, redatto dall'ex Autorità di Bacino Campania Centrale, la zona d'intervento risulta infatti classificata a pericolosità elevata P3 ed a rischio elevato R3 (Figura 49).



*Figura 4918 – Stralcio del PAI vigente con ubicazione area d'intervento (linea rossa).*



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

## **IL QUADRO DEI FABBISOGNI**

L'obiettivo primario è garantire una maggiore sicurezza per le comunità, riducendo il rischio elevato da frana determinato dal versante che influenza gli edifici a monte ed a valle dello stesso (Palazzo Bellavista -Plesso scolastico Manzoni e Plesso scolastico San Severino), al fine di assicurare una fruizione degli immobili in condizioni di sicurezza, a seguito dei lavori di miglioramento/adequamento sismico di cui saranno oggetto.

Gli interventi sono stati ipotizzati affinché sia minimo l'impatto ambientale di tali opere sul territorio, ricorrendo, laddove sia verificata la compatibilità nei riguardi del rischio da frana, ai principi e alle linee guida dell'ingegneria naturalistica.

In particolare, dovranno essere previste opere che:

- consentano la protezione primaria delle aree abitate e la salvaguardia della vita umana rispetto a ogni altro elemento a rischio;
- evitino impermeabilizzazioni del suolo;
- consentano efficaci interventi di manutenzione;
- si coordinino con eventuali altri interventi in corso di esecuzione.

Il progettista dovrà sviluppare nel progetto di fattibilità tecnica ed economica possibili soluzioni complementari che possano determinare la mitigazione del rischio idrogeologico nell'area oggetto d'intervento.

## **IMPATTI DELL'OPERA SULLE COMPONENTI AMBIENTALI**

### **Impatti dell'opera sulle componenti ambientali**

La realizzazione dei cantieri relativi agli interventi necessari per la mitigazione del rischio idrogeologico dell'Isola d'Ischia potranno interferire con le componenti ambientali; tali interferenze potranno realizzarsi nella predisposizione degli spazi, con il transito dei macchinari, nella rimozione di materiali e rifiuti dalle opere da realizzare e nelle altre attività di cantiere che producono una alterazione delle componenti ambientali che comunque è limitata alle tempistiche di realizzazione delle opere.

In particolare durante la fase di realizzazione degli interventi le ripercussioni ambientali/paesaggistiche sono dovute principalmente all'impatto sui comparti atmosfera (produzione di polveri durante le fasi di scavo, rimozione di materiali/rifiuti e/o rinterro e movimentazione terre, la produzione di gas di combustione dei mezzi di cantiere e rumore (traffico delle macchine da lavoro, operazioni di carico e scarico di materiale e operazioni di scavo a cielo aperto), che comunque non sarà continuativo. Per quanto riguarda la fase di realizzazione dei lavori, i principali impatti prevedibili sul contesto delle componenti ambientali possono essere pertanto così riassunti:

- il rumore connesso al transito dei mezzi di trasporto dei materiali e al funzionamento dei mezzi d'opera (escavatori, pale, ecc.);
- le emissioni in atmosfera da parte dei motori dei veicoli e dei mezzi d'opera impiegati;
- la polvere sollevata dal vento dalle aree interessate dai lavori, e quella sollevata dal transito dei mezzi;
- viabilità di cantiere;



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

- la perturbazione locale degli ecosistemi e l'allontanamento temporaneo della fauna a causa del disturbo diretto e indiretto arrecato;
- impatti generali connessi alle attività di scavo, rimozione di materiali/rifiuti estranei e movimentazione dei materiali inerti (terre, ecc.);
- l'eventuale inquinamento del suolo, sottosuolo e acque, in caso di sversamenti accidentali di materiali quali carburanti, lubrificanti, olii idraulici, ecc.

In fase di cantiere si prescrive l'adozione dei seguenti accorgimenti:

- misure di contenimento delle polveri durante la fase di escavazione, carico e trasporto evitando la lavorazione nelle giornate particolarmente ventose (bagnatura delle aree di cantiere, lavaggio automezzi in uscita e copertura degli automezzi che trasportano il materiale);
- limitazione degli spazi destinati allo stoccaggio del materiale, al cantiere, al deposito temporaneo del materiale di scavo;
- allestimento di aree trasbordo materiali presidiate e che limitino l'interferenza con le matrici ambientali;
- limitazione degli ingombri delle strade di accesso;
- attenuazione del rumore dei macchinari secondo la normativa vigente (contenimento della velocità nelle aree di cantiere e lungo la viabilità di servizio);
- ogni altro accorgimento che verrà disposto dalle autorità ambientali competenti.

Con riferimento alla situazione di regime a lavori realizzati, non si prevedono impatti significativi sul contesto ambientale, che potrebbero interessare principalmente l'impatto visivo. Tali impatti saranno meglio valutati nel corso delle procedure di incidenza e/o impatto ambientale previste da normativa.

### **Sostenibilità ambientale dell'intervento e adozione dei Criteri Ambientali Minimi**

Le scelte progettuali intraprese dovranno seguire criteri rivolti al raggiungimento delle migliori performance ambientali, attraverso elevate prestazioni di tutti gli elementi da realizzare, e l'alta efficienza delle stesse opere nel tempo.

Dovranno essere attuate tutte le azioni e le opere necessarie per il rispetto dei requisiti ambientali minimi, del loro eventuale miglioramento e degli ulteriori impegni presi in sede contrattuale, relativamente alle tematiche ambientali. In fase di progettazione e realizzazione degli interventi dovranno essere presi in considerazione i Criteri Ambientali Minimi applicabili, con le indicazioni dei Decreti sui CAM emanati dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica sulle diverse materie che potrebbero interessare le opere previste; una delle norme di settore da considerare può essere il Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 23 giugno 2022, "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi", i cui contenuti si assumono quale parte integrante del presente Documento.



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

## **REGOLE E NORME TECNICHE DA RISPETTARE E VINCOLI DI LEGGE RELATIVI AL CONTESTO D'INTERVENTO**

La progettazione e realizzazione dell'intervento dovrà avvenire nel rispetto di tutte le leggi, regole e norme applicabili vigenti, fra le quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, le seguenti:

### LAVORI PUBBLICI

- D.Lgs 36/2023 “Codice dei contratti pubblici”
- Prezzario regionale Regione Campania vigente
- D.P.R. n. 327/2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità” e ss.mm.ii.

### SICUREZZA SUL LAVORO

- D.Lgs. n. 81/2008 “Attuazione dell’art. 1 L. 123/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”. EDILIZIA IN GENERE
- D.P.R. n. 380/2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia” e ss.mm.ii., per quanto applicabile;
- L.R. n. 45/89 “Norme per l’uso e la tutela del territorio regionale” e ss.mm.ii.

### EDILIZIA IN GENERE

- D.P.R. n. 380/2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia” e ss.mm.ii., per quanto applicabile;
- L.R. n. 45/89 “Norme per l’uso e la tutela del territorio regionale” e ss.mm.ii.
- Legge Regionale 26 maggio 2016, n. 14 – Campania, Norme di attuazione della disciplina europea e nazionale in materia di rifiuti e dell'economia circolare
- Decreto 15 luglio 2022, n. 278 – Regolamento (EoW) inerti da costruzione e demolizione

### TUTELA AMBIENTALE

- D.Lgs. n. 152/2006 “Norme in materia ambientale” e ss.mm.ii.;
- D.Lgs. n. 42/2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio” e ss.mm.ii.;
- D.P.C.M. 12/12/2005 “Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell’art. 146 comma 3 del Codice dei beni culturali e del paesaggio” e ss.mm.ii.
- Piano Paesaggistico Regionale.
- D.P.R. 13 febbraio 2017, n. 31 “Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall’autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata”;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

- Norme in materia di Valutazione di Incidenza Ambientale (in acronimo VINCA o VI), ai sensi dall'art.5 del DPR 357/97 e s.m.i. e della Parte II del D.Lgs.152 del 2006
- D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 104 “Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114”
- Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377 - D.P.C.M. 27 dicembre 1988
- Legge Regionale n. 26/2018 - Campania, integrata con le modifiche apportate dalle leggi regionali 7 agosto 2019, n. 16, 30 dicembre 2019, n. 27, 21 aprile 2020, n. 7 e 29 giugno 2021, n. 5.
- D.Lgs 152/2006 per la parte delle Valutazioni ambientali con particolare riferimento all' Allegato IV alla Parte Seconda del D. Lgs. 152/2006, al punto 7, lettera o) "Opere di canalizzazione e di regolazione dei corsi d'acqua"
- Documento MASE <https://va.mite.gov.it/it-IT/Comunicazione/DettaglioDirezione/1846> "Indirizzi operativi per la definizione di determinate tipologie progettuali elencate nell'Allegato IV alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006"
- Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 23 giugno 2022, “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi”

### *COSTRUZIONI*

- D.M. 17/01/2018: “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”;
- Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”
- D.M. 11/03/1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Legge 05/11/1971 n. 1086: “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”;

### *OPERE IDRAULICHE E DIFESA DEL SUOLO*

- R.D. 25 luglio 1904, n. 523 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie” e ss.mm.ii.;
- R.D. 23 dicembre 1923, n. 3267 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani” e ss.mm.ii.;
- D.P.R. 14/04/1993 “Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale”;



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

- “Criteri e tecniche per la manutenzione del territorio ai fini della prevenzione del rischio idrogeologico” – pubblicazione del Ministero dell’Ambiente e del Territorio (maggio 2002);
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino unico della Regione Campania;
- Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) approvato con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016, nell’ultima stesura vigente.
- “Linee guida per le attività di programmazione e progettazione degli interventi per il contrasto del rischio idrogeologico” emanate dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri - Struttura di missione contro il dissesto Idrogeologico e per lo sviluppo delle infrastrutture idriche istituita con DPCM del 27 maggio 2014.
- Circolare 1/2015: Indirizzi interpretativi e procedurali relativi alle norme di attuazione del Piano stralcio di bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI).
- “Direttiva per la manutenzione degli alvei e la gestione dei sedimenti” di cui alla Deliberazione del Comitato Istituzionale dell’ARDIS n.3 del 07.07.2015.
- Norme tecniche di attuazione dei PUC e Regolamenti edilizi comunali.
- L. n. 183/1989 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo” e ss.mm.ii.;
- D.G.R. n. 40/11 dell’11/10/2012 “Modifica ed integrazione dell’art. 21, comma 2, lettera d. delle Norme di attuazione del P.A.I.”

## **II. REQUISITI TECNICI CHE L’INTERVENTO DEVE SODDISFARE**

Gli interventi di cui al presente DIP sono volti alla mitigazione del rischio idrogeologico da frana e prevedono interventi riguardanti il consolidamento del versante situato a ridosso dell’Istituto scolastico Ibsen nel territorio comunale di Casamicciola Terme. Particolare riguardo è posto ai contesti territoriali di notevole criticità in termini di protezione dei luoghi a rischio frana, la cui realizzazione di interventi strutturali risulta necessaria per conseguire la riduzione del rischio ed aumentare il livello di sicurezza attuale. L’obiettivo di ciascuna opera dovrà essere la mitigazione del rischio idrogeologico da frana mediante la riduzione della popolazione esposta e del danno atteso alle strutture ed infrastrutture.

Per tutti gli interventi che interferiscono con le aree perimetrate nell’ambito del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico rischio da frana, deve essere redatto uno studio di compatibilità nei riguardi del rischio da frana ed una valutazione della “pericolosità e del rischio residui” a seguito degli interventi proposti.

La progettazione dovrà essere strutturata al fine di ottenere un intervento di elevata qualità e tecnicamente valido e funzionale, nel rispetto del miglior rapporto fra i benefici e i costi globali di costruzione, manutenzione e gestione. Inoltre, bisognerà tenere conto sia di eventuali ulteriori interventi di difesa del suolo, sia di eventuali altre opere in esecuzione o in progettazione che potrebbero interagire con gli interventi a cui il presente Documento di Indirizzo alla Progettazione si riferisce.

Tali obiettivi dovranno essere perseguiti mediante l’applicazione di strategie che siano coerenti con le seguenti tematiche:



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

- utilizzo del criterio della massima manutenibilità, durabilità e particolarità dei materiali e componenti e di controllabilità nel tempo delle prestazioni per l'intero ciclo di vita dell'opera con particolare riferimento a soluzioni mirate all'ottenimento dell'economicità della gestione e della manutenzione;
- coerenza del progetto con il contesto esistente, capacità di integrazione e continuità col tessuto esistente rispetto delle componenti ambientali, paesaggistiche e storiche che possono essere influenzati dall'intervento stesso;
- fattibilità tecnico-economica delle soluzioni proposte in relazione al costo complessivo dell'intervento e all'impatto delle opere e del cantiere durante la fase di esecuzione dei lavori;
- efficaci misure di rinaturalizzazione;
- il riutilizzo delle materie rimosse, per quanto possibile in relazione alle esigenze tecniche;
- chiarezza ed esaustività nella rappresentazione progettuale;
- progettazione di elementi che producano una generale riqualificazione ambientale dell'area e dall'altro ne favoriscano la fruizione, nel rispetto e compatibilmente alle caratteristiche dell'ambiente in cui si inseriscono;
- altri accorgimenti comunque mirati alla riduzione generale dell'impatto ambientale delle opere;
- i progetti delle opere di mitigazione del rischio dovranno essere corredati da una valutazione della "pericolosità e del rischio residui" a seguito degli interventi proposti e dalla relativa carta della "pericolosità e del rischio residui".

Con particolare riferimento ai criteri di progetto dei tiranti di ancoraggio vanno previsti:

- la caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- le caratteristiche generali dell'opera da ancorare o dell'intervento;
- la programmazione delle indagini geotecniche e delle prove sugli ancoraggi pilota;
- la caratterizzazione fisico-meccanica e idraulica dei terreni e delle rocce e la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo;
- la scelta della tecnica realizzativa dell'ancoraggio;
- il dimensionamento del sistema di ancoraggio;
- la descrizione delle fasi e delle modalità costruttive;
- le verifiche della sicurezza e delle prestazioni;
- i piani di controllo e monitoraggio.

Nella scelta del tipo di ancoraggio si deve tenere conto delle azioni attese, delle caratteristiche del sottosuolo, dell'aggressività ambientale. Nel progetto devono essere indicati l'orientazione, la lunghezza e il numero degli ancoraggi, la tecnica e le tolleranze di esecuzione, il valore Rad della resistenza di progetto, programma e modalità di tesatura.



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

### **INDAGINI E PROVE GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE**

Al fine di ricostruire il modello geologico e geotecnico delle aree interessate dagli interventi, in funzione sia delle tipologie e finalità delle opere previste e sia della complessità del contesto geologico nel quale le opere vengono inserite, è stato ipotizzato un programma di massima di indagini e prove che indica le tipologie, le quantità e stima dei costi). In virtù del principio del risultato richiamato nel codice dei contratti pubblici, le prove e le indagini previste, così come meglio specificate nel paragrafo VII, individuano una quantità di risorse che rappresenta per il progettista un limite superiore. In termini di distribuzione spaziale, numerosità e specificità sarà in ogni caso responsabilità dei progettisti redigere un piano delle indagini che dovrà essere approvato dal RUP prima all'esecuzione.

Le tipologie di indagini e delle prove previste sono le seguenti:

- Sondaggi a carotaggio continuo;
- Prove penetrometriche tipo Standard Penetration Test eseguite nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo;
- Prelievo di campioni indisturbati nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo;
- Tomografia sismica a rifrazione;
- Prospezioni sismiche con tecnica MASW (Multichannelanalysis of surfacewaves);
- Installazione di Piezometri a tubo aperto;
- Installazione di inclinometro;
- Prove di laboratorio comprendenti l'analisi granulometrica, la determinazione delle caratteristiche fisiche generali, la prova di taglio diretto e la prova edometrica;

La definizione di massima della tipologia e quantità delle indagini e prove e della relativa stima dei costi, utili alla ricostruzione dei modelli geologico, geotecnico, finalizzate alla verifica ed al dimensionamento delle opere, è stata riportata nel paragrafo in cui viene descritta l'opera.

### **INTERVENTI CORTICALI**

Laddove la casistica d'intervento ricada in uno dei seguenti casi:

- Nessuna presenza di edifici o strade, di importanza almeno comunale, ad una distanza dal ciglio inferiore a 10 m come previsto dalle NTC2018 e dalla circolare del 2019 per cui sono prescritte anche verifiche di stabilità globale del versante; Paragrafo 6.8.3 della circolare del 2019;
- Altezze del versante inferiori ai 60 m e inclinazioni inferiori agli 85 °.

si applica quanto riportato nella nota tecnica *“Disposizioni in merito alla realizzazione degli interventi corticali contenuti nei PTFE approvati in sede di conferenza speciale dei servizi ai sensi dell'art. 5 dell'Ordinanza 5 del Commissario Delegato del 29/01/2023”*.

Nel caso di presenza di costruito sul pendio oggetto di consolidamento, la realizzazione di strutture di sostegno dovrà garantire un efficace appoggio senza indurre linee di frattura preferenziale parallele al fronte.



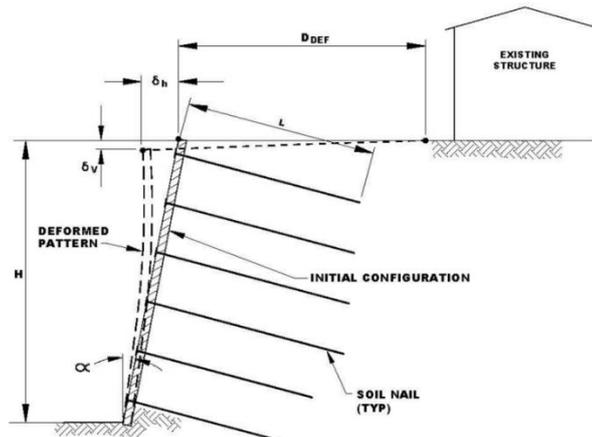
*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Quest'ultimo è il caso di interventi in linea (es. trave in testa al pendio in cui annegare i tiranti) che col tempo, a seguito del progredire dei fenomeni di erosione del fronte, inducono il distacco di nuovi spessori di versante con conseguente nuovo arretramento del ciglio.

Il progettista pertanto, dovrà adeguatamente valutare se l'intervento dovrà focalizzarsi nella sola stabilizzazione della coltre superficiale del pendio ovvero andare ad interessare anche la stabilità del costruito eventualmente presente sul ciglio. In tale ultimo caso, va attentamente valutata l'eventuale interferenza delle chiodature con il costruito (Figura 50).



*Figura 50. Valutazione della possibile interferenza dei chiodi con le costruzioni preesistenti*

Il dimensionamento del diametro e della lunghezza degli ancoraggi, della loro spaziatura, dello spessore della maglia della rete e del numero di trefoli delle corde in acciaio dipendono dalle caratteristiche dell'ammasso, dalla eventuale presenza di discontinuità strutturali e dallo spessore potenzialmente degradabile della coltre superficiale.

In particolare:

- da analisi di stabilità della coltre potenzialmente instabile si stima il volume potenzialmente mobilitabile, per singola maglia di analisi (areale ricompreso tra quattro chiodature), operando diverse ipotesi sullo spessore della coltre stessa e sulla spaziatura dei chiodi di ancoraggio;
- dalle sollecitazioni del volume potenzialmente instabile si dimensiona lo spessore e la maglia della rete in aderenza nonché il numero di trefoli delle funi in acciaio;
- dalle sollecitazioni trasferite dalla rete in aderenza ai chiodi di ancoraggio, opportunamente amplificate per portare in conto le azioni sul singolo chiodo dai quadranti adiacenti, si dimensionano il diametro dell'elemento in acciaio, il diametro di perforazione e la lunghezza di ancoraggio.

In aggiunta ai passi precedenti, prima dell'esecuzione dell'intervento, andranno verificate, a campione, le chiodature (Figura 51) mediante prove a sfilamento e/o non distruttive al fine di confermare le ipotesi progettuali in merito allo spessore della coltre degradata e alle dimensioni e caratteristiche degli elementi di ancoraggio. Qualora, in fase di esecuzione dell'intervento o di approfondimento di analisi, si rendesse necessario ridurre l'interasse dei sistemi di ancoraggio, sia per insufficienza della lunghezza delle barre che



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

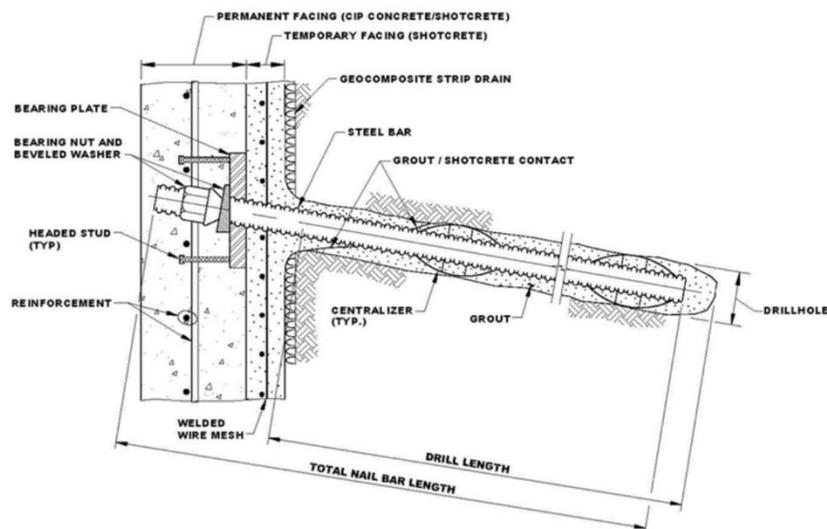
*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

per insufficienza dei sistemi rete-funi, sarà possibile inserire ulteriori file di chiodature e funi in trefoli in grado di rendere il sistema complessivamente equilibrato, riproporzionando in modo lineare la numerosità degli ancoraggi in funzione dell'esito delle prove di sfilamento.

I problemi di rottura che possono manifestarsi all'interno della massa chiodata, possono essere dovuti o ad una mancanza di resistenza dei chiodi, oppure al decadimento del sistema chiodo-parete. In sede di progetto andranno pertanto analizzati i seguenti meccanismi:

- a. Sfilamento nell'interfaccia iniezione-terreno;
- b. Sfilamento nell'interfaccia chiodo-iniezione;
- c. Rottura della barra;
- d. Rottura per flessione o taglio del chiodo;
- e. Rottura per flessione del sistema chiodo-parete;
- f. Rottura per punzonamento;
- g. Rottura dei perni di testa.



*Figura 51. Elementi essenziali di una chiodatura*

Nel dimensionamento degli interventi di stabilizzazione il progettista dovrà valutare le condizioni di stabilità iniziali, prima dell'esecuzione dell'intervento, e quelle finali, ad intervento eseguito, in modo da valutare l'incremento del margine di sicurezza.

In presenza di strutture nella parte sommitale, andrà valutata anche la stabilità globale del pendio secondo quanto prescritto nel §6.8.2 delle NTC 2018.

Dovranno essere previsti opportuni sistemi di drenaggio delle acque atti a controllare: il ruscellamento superficiale; i flussi d'acqua sotterranei; le aree di infiltrazione localizzate.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta dei materiali, dato l'ambiente particolarmente aggressivo in cui si opera; quindi, andranno privilegiati acciaio inox sia per le barre che per i sistemi di ancoraggio (piastre di testata, dadi etc.).



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

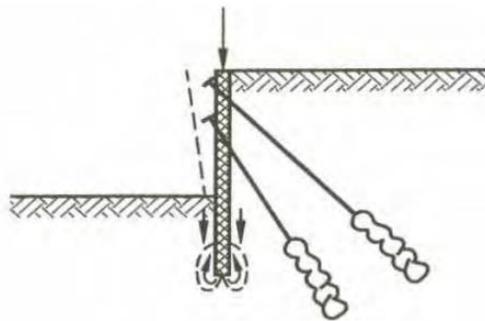
Particolare attenzione altresì, andrà posta nella scelta della miscela di iniezione e nelle modalità di applicazione, che dovrà avvenire dal fondo foro risalendo verso la testata, ovvero andranno privilegiate barre autopercoranti.

## **OPERE DI SOSTEGNO**

La progettazione geotecnica delle opere di sostegno (muri, paratie, gabbionate, terre armate etc.) dovranno essere basate sul metodo degli stati limite e sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nelle verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite ultimi strutturale e geotecnico, le NTC 2018 individuano, per ogni opera e per ogni stato limite l'approccio progettuale a cui fare riferimento.

Data la varietà tipologica di opere possibili su cui il progettista potrà orientare la propria scelta, si vuole qui richiamare l'attenzione sulle "berlinesi", paratie costituite da un insieme di micropali (pali trivellati con diametro di perforazione variabile tra i 100 e i 300 mm) affiancati e, spesso, sostenute da una o più file di tiranti di ancoraggio al terreno (Figura 52). Questo tipo di paratia si è diffuso moltissimo per l'estrema adattabilità dell'esecuzione dei micropali a condizioni ambientali e geotecniche diverse ed è, grazie alla limitata dimensione dei macchinari necessari alla costruzione, la tipologia di paratia più idonea all'utilizzo in ambienti ristretti quale quelli isolani interessati dal presente documento.

Il progettista dovrà attentamente valutare la sollecitazione della paratia a carichi verticali. Infatti, oltre che essere sollecitato da carichi verticali esterni come un normale palo, la paratia può essere soggetta in particolare alla componente verticale dei tiranti di ancoraggio. Va dunque verificata la portanza verticale del diaframma con le modalità previste per i pali, con le dovute modifiche geometriche del caso (sezione rettangolare allungata anziché circolare).



*Figura 52. Sollecitazioni della paratia a carichi verticali*

Con riferimento alle paratie tirantate, va applicata molta attenzione nel posizionamento della fondazione del tirante, che non deve assolutamente essere inserito all'interno della massa di terreno in possibile movimento (Figura 53). La normativa richiede un esplicito allungamento della lunghezza libera del tirante per tener conto che, in caso sismico, il cuneo di spinta è più grande rispetto alle condizioni statiche; ma ciò non basta a escludere superfici di scivolamento più arretrate che sono identificabili solo da una attenta analisi a stabilità globale.



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*



*Figura 53. Possibili esempi di instabilità globale di una paratia tirantata*

## **TERRE ARMATE**

L'utilizzo di elementi dotati di resistenza a trazione all'interno dei terreni configura un sistema composto dotato di caratteristiche meccaniche superiori rispetto a quelle del solo terreno.

E' molto importante considerare che l'efficienza dei rinforzi dipende in maniera essenziale non solo dalla resistenza che possono mobilitare all'interno del sistema, ma anche dalle deformazioni necessarie a fornire tale contributo: se le deformazioni non sono compatibili con la funzionalità della struttura i materiali in questione non sono utilizzabili come rinforzi.

È opportuno ricordare che la progettazione corretta di questo tipo di strutture non potrà prescindere dalle seguenti considerazioni:

- Definire la resistenza del rinforzo considerando gli effetti del danneggiamento, aggressione fisico-chimico-biologica, effetti degli allungamenti dovuti a deformazioni viscosi (creep). La resistenza andrà scelta in relazione alla vita di progetto dell'opera;
- Definire quali saranno le caratteristiche di interazione del geosintetico sia in relazione all'estrazione dal terreno che allo scivolamento di questo sul rinforzo (per geogriglie e geotessuti);
- Definire le caratteristiche di resistenza al taglio e di compressibilità del terreno che si dovrà usare per la costruzione dell'opera. Questo normalmente comporta l'individuazione della granulometria e delle modalità di addensamento del terreno (umidità ed energia di compattazione);
- Definire il tipo di paramento e nel caso di terre rinforzate rinverdibili prevedere sempre un inerbimento adeguato e quando possibile (se non vi sono interferenze con altre strutture) imporre l'inserimento di piante arbustive nella struttura;
- Condurre verifiche di stabilità interna e d'insieme struttura-terreno adiacente. Nel caso di opere con paramento subverticale (inclinazione sull'orizzontale compresa tra 70° e 60°) eseguire anche le verifiche richieste per le opere di sostegno a gravità: scivolamento sulla base, ribaltamento e schiacciamento.
- Definire le modalità di verifica del terreno di fondazione generalmente effettuata attraverso l'esecuzione di sondaggi e da prove in situ quali prove penetrometriche per verificare lo stato di addensamento dei terreni. Tali prove devono mettere in luce la necessità eventuale di una bonifica geotecnica del terreno di fondazione. Nel caso di bonifica del terreno di fondazione, il piano di posa potrà essere realizzato utilizzando terreni appartenenti ai gruppi A1 e A3 in accordo alla classificazione delle terre CNR-UNI 10006, disposti in strati di spessore massimo di 30 cm. Il piano di posa così realizzato dovrà essere verificato con prove di carico su piastra attraverso la determinazione del modulo di deformazione Md. Secondo la norma CNR B.U. n. 146/92 è richiesto che tale modulo al primo ciclo di carico e nell'intervallo 0,05 – 0,15 MPa non sia inferiore a 15 MPa.



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

L'applicazione di questi criteri nella progettazione consentirà di realizzare strutture sicure sotto il profilo ingegneristico ed in grado di inserirsi in maniera ottimale nell'ambiente e nel paesaggio.

## **REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE**

Particolare attenzione va posta alla regimentazione delle acque che evidentemente possono influenzare la stabilità del pendio oggetto d'intervento, con riguardo anche della presenza di eventuali superfici impermeabilizzate, predisponendo un adeguato sistema di smaltimento, indicando tipologia di opere previste ed il recapito finale previsto. Se al recapito individuato fanno capo altri reticoli idraulici (naturali e/o artificiali), va verificata l'efficienza idraulica dello stesso prendendo a riferimento tutti i bacini afferenti.

## **III. PROCEDURA DI AFFIDAMENTO DEI LAVORI, LIVELLI DELLA PROGETTAZIONE E ACCORPAMENTO DEI SERVIZI TECNICI**

L'Ordinanza speciale n. 1 del 11 aprile 2023, "Interventi di ricostruzione nel Comune di Casamicciola Terme (NA)", adottata in base all'articolo 11, comma 2 del decreto legge 76 del 2020, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 settembre 2020, n. 120, individua ed approva, come urgenti e di particolare criticità, gli interventi di ricostruzione degli edifici comunali del comune di Casamicciola Terme danneggiati dagli eventi sismici.

L'Ordinanza speciale n. 1 definisce all'art. 3 le modalità di esecuzione degli interventi, le disposizioni organizzative, procedurali e autorizzative e dunque le procedure attuabili per la scelta dell'operatore economico incaricato della sua redazione. Ai sensi dell'OS n.1 trovano comunque applicazione, secondo i comuni principi di diritto intertemporale e secondo le disposizioni transitorie di volta in volta emanate, le norme di legge o di regolamento, anche sopravvenute, di maggiore semplificazione e accelerazione delle procedure selettive degli operatori economici e di conferimento degli incarichi e stipula dei relativi contratti, ivi inclusa la disciplina contenuta nell'articolo 140 del nuovo codice dei contratti pubblici di cui al decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36, se di maggiore semplificazione e accelerazione, secondo la tempistica disposta dagli articoli 225, 226 e 229 del predetto decreto.

**Le scelte procedurali effettuate nel presente documento tengono conto della lettura congiunta della normativa su richiamata e del D.lgs.36/2023.**

Ai fini dell'esecuzione degli interventi si prevede l'affidamento congiunto della progettazione e dell'esecuzione tramite appalto integrato; tale scelta è stata utilizzata per delineare l'architettura delle procedure di affidamento in cui il calcolo delle parcelle dei professionisti è stato effettuato secondo le indicazioni dell'Allegato I.13 del DLgs 36/2023.

I livelli della progettazione su cui saranno sviluppati tutti gli interventi sono definiti nell'art.41 del Dlgs 36/2023 e sono:

- Progetto di Fattibilità tecnico-economica PFTE;
- Progetto Esecutivo PE.

Nella sua articolazione, la progettazione dovrà assicurare, in generale, quanto segue:

- il soddisfacimento dei fabbisogni del Committente e della collettività;
- la conformità alle norme ambientali, urbanistiche e di tutela dei beni paesaggistici, nonché il rispetto di quanto previsto dalla normativa in materia di tutela della salute e della sicurezza delle costruzioni;
- la rispondenza ai requisiti di qualità tecnico-funzionale, nonché il rispetto dei tempi e dei costi previsti;



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

- il rispetto di tutti i vincoli esistenti, con particolare riguardo a quelli idrogeologici, sismici, archeologici, paesaggistici e forestali;
- la minimizzazione dell'impiego di risorse materiali non rinnovabili nell'intero ciclo di vita delle opere;
- il rispetto dei principi della sostenibilità economica, territoriale, ambientale e sociale dell'intervento, anche per contrastare il consumo del suolo, incentivando anche il recupero, il riuso la valorizzazione e l'incremento del patrimonio sentieristico dell'Isola di Ischia;
- l'accessibilità e l'adattabilità secondo quanto previsto dalle disposizioni vigenti in materia di barriere architettoniche;
- i) la compatibilità geologica, idraulica e geomorfologica dell'opera.

Il progetto di fattibilità tecnico-economica:

- a. individua, tra più soluzioni possibili, quella che esprime il rapporto migliore tra costi e benefici per la collettività in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e alle prestazioni da fornire;
- b. sviluppa, nel rispetto del quadro delle necessità, tutte le indagini e gli studi necessari per la definizione degli aspetti di cui al precedente punto;
- c. individua le caratteristiche dimensionali, tipologiche, funzionali e tecnologiche dei lavori da realizzare, compresa la scelta in merito alla possibile suddivisione in lotti funzionali;
- d. consente, ove necessario, l'avvio della procedura espropriativa;
- e. contiene tutti gli elementi necessari per il rilascio delle autorizzazioni e approvazioni prescritte;
- f. contiene il piano preliminare di manutenzione dell'opera e delle sue parti.

Il progetto esecutivo, in coerenza con il progetto di fattibilità tecnico-economica:

- a. sviluppa un livello di definizione degli elementi tale da individuarne compiutamente la funzione, i requisiti, la qualità e il prezzo di elenco;
- b. è corredato del piano di manutenzione dell'opera per l'intero ciclo di vita e determina in dettaglio i lavori da realizzare, il loro costo e i loro tempi di realizzazione;
- c. nel caso in cui la stazione appaltante confermi la volontà di procedere con l'affidamento congiunto della progettazione esecutiva e dei lavori (appalto integrato), il nuovo progettista dovrà accettare senza riserve l'attività progettuale svolta in precedenza.

Per tutti gli interventi, l'affidamento della redazione del progetto di fattibilità tecnico economica potrà prevedere, oltre a quanto già considerato nelle prestazioni poste a base di gara, il contestuale affidamento, opzionale, anche delle attività di redazione del progetto esecutivo (PE), di Direzione dei lavori (DL) e di Responsabile della sicurezza in fase di esecuzione (CSE). L'Amministrazione Aggiudicatrice dovrà riservarsi la possibilità di incaricare un proprio tecnico dipendente per lo svolgimento, in tutto o in parte, di dette attività, compatibilmente con le disponibilità in organico.

Per il medesimo affidamento si potrà prevedere che il contraente individuato svolga anche le attività inerenti alle indagini e alle prove utili alla ricostruzione dei modelli geologico, geotecnico, ai fini della verifica e del corretto dimensionamento delle opere di difesa e di mitigazione del dissesto. Tali attività, configurabili come lavori, potranno essere subappaltate in quanto accessorie e non prevalenti.

I PFTE e PE saranno sottoposti alla procedura di verifica della progettazione prevista dall'art. 42 del Codice dei Contratti. I professionisti incaricati di effettuare la verifica saranno selezionati tramite le procedure previste dal medesimo codice e dalle Ordinanze del Commissario Straordinario.



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

L'attività di verifica, con esclusione dell'attività di verifica relativa ai livelli di progettazione verificati internamente, qualora sia affidata a soggetti esterni alla stazione appaltante, è affidata unitariamente.

Alle procedure di affidamento delle attività di verifica potranno partecipare, in forma singola o associata, i soggetti accreditati come Organismi di ispezione di tipo A e di tipo C, nonché i soggetti di cui all'articolo 66, che dispongono di un sistema di controllo di gestione della qualità.

Tutti gli interventi saranno sottoposti al collaudo tecnico amministrativo. L'Amministrazione aggiudicatrice potrà riservarsi la possibilità di incaricare un proprio tecnico dipendente per lo svolgimento, in tutto o in parte, di dette attività, compatibilmente con le disponibilità in organico o procedere alla selezione di un professionista esterno.

## **IV. ELABORATI GRAFICI E DESCRITTIVI DA REDIGERE PER CIASCUN INTERVENTO**

### **Progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE)**

La redazione del PFTE dovrà contenere:

- a. l'analisi dello stato di fatto dell'area degli interventi;
- b. l'inquadramento territoriale dell'area d'intervento;
- c. individuazione, tramite elaborati descrittivi, cartografici e grafici, in relazione al tipo e alla dimensione dell'intervento, delle possibili alternative progettuali, e relativo confronto sulla base delle caratteristiche funzionali, tecniche, economico, finanziarie, anche in relazione agli aspetti connessi alla manutenibilità.;
- d. schemi grafici che descrivano e consentano l'individuazione delle caratteristiche essenziali delle alternative progettuali esaminate;
- e. indicazione dei tempi previsti per l'attuazione degli interventi;
- f. stima sommaria dei costi, mediante l'adozione di prezzi parametrici;

ed è, pertanto, il documento che contiene il quadro esigenziale della committenza e la valutazione di fattibilità degli interventi.

In generale, nella redazione del PFTE deve aversi particolare riguardo:

- all'utile reimpiego dei materiali di scavo (nella qualità di sottoprodotti e/o per interventi di ingegneria naturalistica), minimizzando i conferimenti a discarica;
- alla ispezionabilità e manutenibilità dell'opera;
- all'adozione dei migliori indirizzi per i processi e le modalità di trasporto e stoccaggio delle merci, beni strumentali e personale, funzionali alle fasi di avvio, costruzione e manutenzione dell'opera, privilegiando modelli, processi e organizzazioni certificati.

Durante la fase di progettazione di fattibilità tecnica ed economica devono essere svolte adeguate indagini e studi conoscitivi (morfologia, geologia, geotecnica, idrologia, idraulica, sismica, unità ecosistemiche, evoluzione storica, uso del suolo, destinazioni urbanistiche, valori paesistici, architettonici, storico-culturali, archeologia preventiva, vincoli normativi, ecc.) anche avvalendosi di tecnologie di rilievo digitale finalizzate alla definizione di modelli informativi dell'esistente.

Relativamente, in particolare, alle modellazioni a carattere geologico, geotecnico e idraulico, richiamando quanto previsto dalle NTC 2018 e dalla connessa Circolare esplicativa del 21/01/2019, **il Progetto di Fattibilità tecnico economica dovrà sviluppare, nella relazione tecnica di cui al successivo punto b), in modo compiuto, le seguenti tematiche:**

- verifica e integrazione di dettaglio delle cartografie topografiche di riferimento progettuale in considerazione delle variazioni post evento, indotte sia dalle dinamiche geomorfologiche sia da interventi di messa in sicurezza;



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

- definizione e verifica dello stato conservativo del costruito presente in riferimento sia a pregresse opere di mitigazione dei rischi (es. reti ancorate, opere di sostegno, etc.) sia a costruzioni anche per civile abitazione, potenzialmente interferenti con le opere da eseguirsi;
- definizione dei modelli geologici generali e puntuali relativi alle opere di progetto attraverso la ragionata integrazione delle conoscenze pregresse e di quelle da acquisire attraverso le indagini da eseguire (cfr. elenco indagini paragrafo VII) e illustrati attraverso opportune cartografie e sezioni geologiche;
- definizione di dettaglio dello stato e della distribuzione del carico vegetazionale presente nelle aree di intervento al fine della locale definizione di azioni di manutenzione;
- valutazione locale della stabilità dei versanti in presenza e in assenza delle opere da realizzarsi.

Il PFTE dovrà, in ogni caso, essere composto almeno dai seguenti elaborati:

- a. relazione generale;
- b. relazione tecnica, corredata di rilievi, accertamenti, indagini e studi specialistici;
- c. relazione di verifica preventiva dell'interesse archeologico (articolo 28, comma 4, del codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, ed eventuali indagini dirette sul terreno, anche digitalmente supportate;
- d. documenti per la Valutazione di Incidenza (VINCA) per le opere che ricadono nei siti Natura 2000;
- e. studio di impatto ambientale, per le opere soggette a valutazione di impatto ambientale, di seguito «VIA»;
- f. relazione di sostenibilità dell'opera;
- g. rilievi plano-altimetrici e stato di consistenza delle opere esistenti e di quelle interferenti nell'immediato intorno dell'opera da progettare;
- h. elaborati grafici delle opere, nelle scale adeguate, integrati e coerenti con i contenuti dei modelli informativi, quando presenti;
- i. computo estimativo dell'opera;
- j. quadro economico di progetto;
- k. cronoprogramma;
- l. piano di sicurezza e di coordinamento, finalizzato alla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori nei cantieri, ai sensi del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, nonché in applicazione dei vigenti accordi sindacali in materia. Stima dei costi della sicurezza;
- m. piano preliminare di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- n. piano preliminare di monitoraggio geotecnico e strutturale;
- o. per le opere soggette a VIA, e comunque ove richiesto, piano preliminare di monitoraggio ambientale;
- p. piano particellare delle aree espropriande o da acquisire, ove pertinente.

I contenuti degli elaborati sopra riportati dovranno essere conformi alle previsioni degli articoli da 7 a 20 dell'Allegato I.7 del DLgs 36/2023 e alle pertinenti normative o altri atti regolamentari di settore.

Al fine di agevolare e velocizzare l'esecuzione dei lavori PFTE dovrà essere redatto suddividendo l'intervento in lotti funzionali. Laddove ciò non sia opportuno, il progettista, previo confronto con il RUP, dovrà motivare la scelta di non suddividere il lavoro in stralci esecutivi.

Tenuto conto che si intende porre il PFTE alla base di un appalto di progettazione ed esecuzione, tale progetto deve essere sviluppato con un livello di approfondimento tale da individuare prestazionalmente le caratteristiche principali, anche geometriche, formali, tecnico-costruttive e materiche, dell'intervento e segnatamente quelle alle quali il RUP attribuirà rilevanza ai fini del conseguimento degli obiettivi e dei risultati desiderati.



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

### **Progetto esecutivo (PE)**

Il progetto esecutivo, redatto in conformità al precedente livello di progettazione di fattibilità tecnico-economica, determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare, il relativo costo previsto con l'indicazione delle coperture finanziarie e il cronoprogramma coerente con quello del progetto di fattibilità tecnico-economica. Il progetto esecutivo deve essere sviluppato a un livello di definizione tale che ogni elemento sia identificato in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo. Il progetto deve essere, altresì, corredato di apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, in relazione al ciclo di vita dell'opera stessa.

Il progetto esecutivo che deve essere redatto nel pieno rispetto delle prescrizioni dettate nei titoli abilitativi o in sede di accertamento di conformità urbanistica, o di conferenza dei servizi o di pronuncia di compatibilità ambientale, ove previste, è composto da:

- a. relazione generale;
- b. relazioni specialistiche;
- c. elaborati grafici, comprensivi anche di quelli relativi alle strutture e agli impianti, nonché, ove previsti, degli elaborati relativi alla mitigazione ambientale, alla compensazione ambientale, al ripristino e al miglioramento ambientale;
- d. calcoli del progetto esecutivo delle strutture e degli impianti;
- e. piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- f. aggiornamento del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;
- g. quadro di incidenza della manodopera;
- h. cronoprogramma;
- i. elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- j. computo metrico estimativo e quadro economico;
- k. eventuale piano particellare di esproprio aggiornato;
- l. relazione tecnica ed elaborati di applicazione dei criteri minimi ambientali (CAM) di riferimento, di cui al codice, ove applicabili;
- m. fascicolo adattato alle caratteristiche dell'opera, recante i contenuti di cui all'allegato XVI al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

Per le opere soggette a valutazione d'impatto ambientale (VIA) e comunque ove espressamente richiesto, il progetto esecutivo comprende inoltre il manuale di gestione ambientale del cantiere.

Il progetto esecutivo non può prevedere significative modifiche alla qualità e alle quantità delle lavorazioni previste nel progetto di fattibilità tecnica ed economica. Sono ammesse le modifiche qualitative e quantitative, contenute entro i limiti stabiliti dal codice, che non incidano su eventuali prescrizioni degli enti competenti e che non comportino un aumento dell'importo contrattuale.

I contenuti degli elaborati sopra riportati dovranno essere conformi alle previsioni degli articoli da 22 a 33 dell'Allegato I.7 del DLgs 36/2023 e alle pertinenti normative o altri atti regolamentari di settore.

## **V. COPERTURA FINANZIARIA DEGLI INTERVENTI**

L'Ordinanza speciale n. 1 del 11/04/2023 prevede che l'intervento in parola individuato con codice OS/CT/03 di importo pari ad € 1.968.118,40, trova copertura a valere sulle risorse della contabilità speciale di cui all'art. 19 del Decreto legge n. 109 del 28/09/2018, convertito con Legge n. 130 del 16/11/2018.



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

## **VI. INDIVIDUAZIONE DI DETTAGLIO DELLE OPERE**

In riferimento agli interventi previsti sono state individuate quattro categorie di lavori ai sensi dell'allegato Z1 del DM 17 Giugno 2016 come richiamato dal combinato disposto dell'art. 41, comma 15 e Allegato I.13 del nuovo Codice appalti:

- Idraulica: per la categoria di lavori legati alla regimentazione delle acque;
- Strutture: categoria di lavori riguardanti prevalentemente gli interventi strutturali e di consolidamento dei versanti;
- Ambiente: categoria di lavori che riguarda le sistemazioni vegetali e interventi di disaggio massi.

Per le categorie individuate, in funzione delle opere previste, si riportano nella seguente tabella le destinazioni funzionali secondo il citato D.M. 17 giugno 2016 con i rispettivi gradi di complessità:

CATEGORIA	DESTINAZIONE FUNZIONALE	ID Opere	IDENTIFICAZIONE DELLE OPERE	Grado di Complessità G
IDRAULICA	Opere di bonifica e derivazioni	D.02	Bonifiche ed irrigazioni a deflusso naturale, sistemazione di corsi d'acqua e di bacini montani	0,45
STRUTTURE	Strutture, Opere infrastrutturali puntuali	S.04	Strutture o parti di strutture in cemento armato - Verifiche strutturali relative - Ponteggi, centinature e strutture provvisionali di durata superiore a due anni.	0,95
AMBIENTE	Interventi recupero, riqualificazione ambientale	P.03	Opere di riqualificazione e risanamento di ambiti naturali, rurali e forestali o urbani finalizzati al ripristino delle condizioni originarie, al riassetto delle componenti biotiche ed abiotiche.	0,85

### Descrizione intervento

La progettazione degli interventi mirerà a raggiungere gli obiettivi generali di mitigazione del rischio da frana riguardante l'edificio scolastico dell'Ibsen, che sarà oggetto di abbattimento e ricostruzione, al fine di garantirne la fruibilità in condizioni di sicurezza.

Sulla base degli elementi al momento disponibili è stata tracciata una ipotesi di interventi da realizzare, finalizzati al rafforzamento corticale delle porzioni di versante costituiti da terreni addensati o debolmente cementati interessati potenzialmente da fenomeni di crollo, di scivolamento e di erosione, in seguito ad eventi pluviometrici intensi, della coltre alterata superficiale. Gli interventi proposti su tali versanti prevedono la protezione mediante biostuoia ancorata alla parete attraverso un sistema di chiodature, reti in acciaio e funi in trefoli. Le reti di rivestimento ancorate, anche conosciute come reti di protezione, rinforzi corticali o stabilizzazioni superficiali, sono costituite da un insieme di ancoraggi e reti di acciaio. E' stata inoltre prevista l'esecuzione di micropali con annessa berlinese per consolidare alcuni settori di versante. L'obiettivo principale di questo sistema è quello di migliorare la stabilità del versante, prevenendo i fenomeni di crollo, di scivolamento e di erosione superficiale.

### Categorie Opere

CATEGORIA	DESTINAZIONE FUNZIONALE	ID Opere	IDENTIFICAZIONE DELLE OPERE	Grado di Complessità G
STRUTTURE	Strutture, Opere infrastrutturali puntuali	S.04	Strutture o parti di strutture in cemento armato - Verifiche strutturali relative - Ponteggi, centinature e strutture provvisionali di durata superiore a due anni.	0,95



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

AMBIENTE	Interventi recupero, riqualificazione ambientale	P.03	Opere di riqualificazione e risanamento di ambiti naturali, rurali e forestali o urbani finalizzati al ripristino delle condizioni originarie, al riassetto delle componenti biotiche ed abiotiche.	0,85
IDRAULICA	Opere di bonifica e derivazioni	D.02	Bonifiche ed irrigazioni a deflusso naturale, sistemazione di corsi d'acqua e di bacini montani	0,45

Tipologia e localizzazione interventi

VERSANTE	CODICE	TIPOLOGIA OPERA	DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI	IMPORTO €
Scala comunale	OS/CT/03	S.04, P.03 e D.02	Interventi per la riduzione del rischio delle frazioni alle pendici dell'Epomeo	€ 1.968.118,40

Importi

<b>CATEGORIA GENERALE</b>	
Importo lavori opere di consolidamento di pendii S.04	<b>1.890.000,00 €</b>
Importo lavori opere di riqualificazione e risanamento di ambiti naturali P.03	<b>945.000,00 €</b>
Importo lavoro opere idrauliche D.02	<b>315.000,00 €</b>
Importo lavori	<b>3.150.000,00 €</b>
Importo Totale Appalto QTE	<b>5.239.280,00 €</b>
Importo Progettazione PTFE	<b>257.242,12 €</b>

Indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche

In virtù del principio del risultato richiamato nel codice dei contratti pubblici, le prove e le indagini, così come meglio specificate di seguito, individuano una quantità di risorse che rappresenta per il progettista un limite superiore. In termini di distribuzione spaziale, numerosità e specificità sarà in ogni caso responsabilità del progettista redigere un piano delle indagini e prove che sarà approvato dal RUP prima dell'esecuzione.

La programmazione di massima delle indagini in sito e delle prove di laboratorio, previste complessivamente per il presente intervento, vede la realizzazione di:

- n. 5 Sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di m 35;
- n. 75 Prove Standard Penetration Test, eseguite nel corso delle perforazioni dei sondaggi a c.c.;
- n. 20 Prelievi di campioni indisturbati, eseguite nel corso delle perforazioni dei sondaggi a c.c.;
- n. 10 Prove penetrometriche dinamiche pesanti con penetrometro tipo "Meardi" o "Emilia";
- n. 5 Tomografie sismiche;
- n. 5 Prospezioni sismiche con tecnica MASW (Multichannelanalysis of surfacewaves);
- n. 1 Piezometro a tubo aperto;
- n. 1 inclinometro in foro di sondaggio;
- n. 10 Pacchetti di prove di laboratorio prelevati nei sondaggi a c.c., comprendenti l'analisi granulometrica, la determinazione delle caratteristiche fisiche generali, la prova di taglio diretto e la prova edometrica;

Il costo complessivo di massima previsto per l'esecuzione delle indagini sopra elencate della è pari ad € **55.257,50** già comprensivo dell'incremento percentuale del 15% previsto per l'isola d'Ischia dal prezzario della Regione Campania.

STIMA DEI TEMPI DELLE FASI ATTUATIVE



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Di seguito si riporta una stima di massima dei tempi occorrenti per ciascuna fase. La stima dovrà essere rivista a seguito dell'approvazione del PFTE e del progetto esecutivo ed in caso di suddivisione dei lavori in lotti funzionali.

Spedizione lettera di invito (dalla ricezione delle manifestazioni di interesse)	10 gg
Ricezione delle offerte ed effettuazione dei sopralluoghi (dalla spedizione della lettera di invito)	30 gg
Nomina Commissione Giudicatrice (dalla scadenza del termine di presentazione offerte)	5 gg
Valutazione offerte tecniche	10 gg
Valutazione offerte economiche e apertura busta doc. amministrativa	5 gg
Verifica congruità offerta di RUP e Commissione giudicatrice	10 gg
Valutazione doc. Amministrativa I in graduatoria e avvio eventuale socc. Istruttorio	10 gg
Proposta di aggiudicazione al RUP e espletamento verifiche sul possesso dei requisiti (dalla data di compilazione della graduatoria definitiva)	30 gg
Aggiudicazione efficace (dal termine della verifica dei requisiti)	5 gg
Esiti delle indagini e dei rilievi	30gg
Relazione geologica	15gg
Redazione PFTE	50gg
Conferenza speciale di servizi	30gg
Adeguamento a prescrizioni conferenza di servizi	10gg
Verifica e validazione PFTE	40gg



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

+QUADRO ECONOMICO LIMITI ECONOMICO DELL' INTERVENTO

QUADRO ECONOMICO		
a)	lavori a corpo, a misura;	3.150.000,00 €
b)	costi della sicurezza non soggetti a ribasso d'asta;	157.500,00 €
<b>IMPORTO COMPLESSIVO DELL' APPALTO</b>		<b>3.307.500,00 €</b>
c)	importo relativo all'aliquota per l'attuazione di misure volte alla prevenzione e repressione della criminalità e tentativi di infiltrazione mafiosa, di cui all'articolo 204, comma 6, lettera e), del codice, non soggetto a ribasso;	
d)	opere di mitigazione e di compensazione dell'impatto ambientale e sociale, nel limite di importo del 2 per cento del costo complessivo dell'opera; costi per il monitoraggio ambientale;	- €
e)	somme a disposizione della stazione appaltante per:	
	1) lavori in amministrazione diretta previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura;	165.375,00 €
	2) rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura della stazione appaltante;	- €
	3) rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura del progettista;	100.000,00 €
	4) allacciamenti ai pubblici servizi e superamento eventuali interferenze;	60.000,00 €
	5) imprevisti, secondo quanto precisato al comma 2;	329.980,84 €
	6) accantonamenti in relazione alle modifiche di cui agli articoli 60 e 120, comma 1, lettera a), del codice;	165.375,00 €
	7) acquisizione aree o immobili, indennizzi;	33.075,00 €
	8) spese tecniche relative alla progettazione, alle attività preliminari, ivi compreso l'eventuale monitoraggio di parametri necessari ai fini della progettazione ove pertinente (PFTE rafforzato), DL, PE, CSE	442.787,07 €
	9) spese per attività tecnico-amministrative e strumentali connesse alla progettazione, di supporto al RUP qualora si tratti di personale dipendente, di assicurazione dei progettisti qualora dipendenti dell'amministrazione, ai sensi dell'articolo 2, comma 4, del codice nonché per la verifica preventiva della progettazione ai sensi dell'articolo 42 del codice;	52.920,00 €
	10) spese all'articolo 45, commi 6 e 7, del codice;	13.230,00 €
	11) eventua spese per commissioni giudicatrici;	20.000,00 €
	12) spese per pubblicità;	10.000,00 €
	13) spese per prove di laboratorio, accertamenti e verifiche tecniche obbligatorie o specificamente previste dal capitolato speciale d'appalto, di cui all'articolo 116 comma 11, del codice, nonché per l'eventuale monitoraggio successivo alla realizzazione dell'opera, ove prescritto;	- €
	14) spese per collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico e altri eventuali collaudi specialistici;	36.658,96 €
	15) spese per la verifica preventiva dell'interesse archeologico, di cui all'articolo 41, comma 4, del codice;	
	16) spese per i rimedi alternativi alla tutela giurisdizionale;	66.150,00 €
	17) nei casi in cui sono previste, spese per le opere artistiche di cui alla legge 20 luglio 1949, n. 717;	- €
	18) IVA ed eventuali altre imposte.	
	10% lavori	330.750,00 €
	22% Spese tecniche	105.478,13 €
<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>		<b>1.931.780,00 €</b>
<b>IMPORTO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO</b>		<b>5.239.280,00 €</b>

**AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI REDAZIONE DEL PFTE ED ESECUZIONE INDAGINI.**

Il Servizio di redazione del PFTE sarà affidato congiuntamente all'esecuzione delle indagini geometriche, materiche, geognostiche, geotecniche e geofisiche. Verrà previsto negli atti di gara anche l'affidamento opzionale del servizio di Progettazione esecutiva, Direzione dei lavori e di Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione. Per i servizi opzionali gli atti di gara dovranno prevedere la facoltà della stazione appaltante di assegnare o meno la prestazione senza che l'aggiudicatario possa avanzare pretese economiche di alcun tipo.

L'esecuzione delle indagini geometriche, materiche, geognostiche, geotecniche e geofisiche è configurabile come affidamento di lavori accessorio alla prestazione principale (redazione del PFTE). Il corrispettivo previsto per tale prestazione è un importo massimo. Sarà obbligo dell'operatore economico contraente



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

presentare un piano di prove alla stazione appaltante. Il piano di prove sarà sottoposto all'approvazione del RUP che provvederà a liquidare esclusivamente le prove realmente autorizzate ed eseguite nei limiti dell'importo massimo aggiudicato e al netto del ribasso d'asta.

Le prestazioni da affidare sono:

	<b>Prestazione</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Importo (€)</b>
a)	Redazione del Progetto di fattibilità tecnico economica	Servizio prevalente	257.242,12
b)	Redazione del Progetto esecutivo	Servizio opzionale	80.852,75
c)	Direzione dei lavori e collaudo	Servizio opzionale	204.555,15
d)	Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione	Servizio opzionale	54.088,15
e)	Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche	Lavoro accessorio	55.275,50

Gli importi delle voci a), b), c) e d) derivano dal calcolo delle parcelle eseguito ai sensi del D. Lgs. 36/2023 e riportato negli allegati al presente DIP.

Procedura di scelta del contraente: Procedura negoziata senza bando ai sensi dell'art.76 del DLgs36/2023, anche secondo quanto previsto dagli articoli 3 e 4 dell'ordinanza del Commissario delegato n. 9 del 10 marzo 2023 e dagli articoli 3, 4 e 5 dell'ordinanza speciale del Commissario straordinario n. 1 del 2023. con le modalità di valutazione delle offerte previste dall'art. 107 del medesimo decreto

Indicazione del criterio di aggiudicazione: Criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa. Si propone, così come previsto al comma 5 dell'art.108, che l'elemento relativo al costo assuma la forma di un prezzo o costo fisso sulla base del quale gli operatori economici competeranno solo in base a criteri qualitativi.

Tipologia di contratto per l'esecuzione del servizio: contratto a corpo per le prestazioni a), b), c) e a misura per la prestazione e).

Contenuti e tempi della prestazione professionale: la documentazione componente il PFTE e i contenuti di ciascun elaborato sono descritti nel capitolo "ELABORATI GRAFICI E DESCRITTIVI DA REDIGERE PER CIASCUN INTERVENTO".

Le prestazioni dovranno essere espletate nel rispetto del seguente cronoprogramma:

<b>N</b>	<b>PRESTAZIONE</b>	<b>SCADENZA (giorni naturali consecutivi)</b>
1	Esiti delle indagini e rilievi in formato elettronico	30 gg dalla consegna del servizio
2	Relazione geologica	15 gg dalla consegna degli esiti delle indagini
3	Redazione Progetto di fattibilità tecnico economico	50 gg dalla consegna della relazione geologica
4	Eventuale adeguamento PFTE alle prescrizioni emerse nella conferenza di servizi o nel procedimento di verifica della progettazione	Tra 5 e 15gg come disposto dal RUP
5	Redazione del Progetto esecutivo (opzionale)	30gg dall'ordine di servizio del RUP



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

### **AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI REDAZIONE DEL PE ED ESECUZIONE DEI LAVORI.**

La definizione delle procedure inerenti alla scelta dell'operatore economico incaricato della redazione del progetto esecutivo e dell'esecuzione degli interventi potrà essere definita a seguito dei risultati del PFTE e dell'aggiornamento del presente documento. Come previsto dal Decreto commissariale n.1689 dell'11 luglio 2023 il DIP, con riferimento alla definizione delle scelte funzionali e tecnico-costruttive adottate e riguardo, ove necessario, ai requisiti prestazionali di progetto, subirà un'integrazione, entro il 30 settembre 2023, sulla base di quanto indicato dai Centri di competenza e dalle Università, nonché di quanto scaturito dalla collaborazione con la Bei e dagli approfondimenti della stessa Unità tecnica. Detto aggiornamento dovrà costituire indirizzo per la redazione del progetto di fattibilità tecnico economica e per le successive fasi progettuali.

Al momento ed in via preliminare si è scelto di procedere con un affidamento congiunto della progettazione esecutiva e dell'esecuzione dei lavori. Si attende la predisposizione di nuove ordinanze commissariali che definiscano le procedure di scelta del contraente.

## **VII. INDIRIZZI GENERALI PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE, GEOTECNICO E STRUTTURALE DELLE OPERE**

Il monitoraggio è fondamentale per approfondire la conoscenza dei fenomeni di dissesto e valutare i trend deformativi in atto, supportare la progettazione delle opere di stabilizzazione e verificarne l'efficacia nel tempo, pianificare correttamente il territorio e attivare procedure di allertamento della popolazione per la salvaguardia delle vite umane.

Le Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018), approvate con D.M. del 17 gennaio 2018, al capitolo 6 Progettazione Geotecnica indicano che la "programmazione delle attività di controllo e monitoraggio" costituisce uno degli aspetti essenziali in cui si articola il progetto delle opere e degli interventi, oltre alla "caratterizzazione e modellazione geologica del sito", alla "scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche", alla "caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo, alla "definizione delle fasi e delle modalità costruttive", e alle "verifiche della sicurezza e delle prestazioni". Il monitoraggio costituisce lo strumento essenziale per ricorrere all'impiego del metodo osservazionale nella progettazione. Con riferimento allo studio delle condizioni di "stabilità dei pendii naturali", viene indicato che "il monitoraggio di un pendio o di una frana interessa le diverse fasi che vanno dallo studio al progetto, alla realizzazione e gestione delle opere di stabilizzazione e al controllo della loro funzionalità e durabilità. Esso è riferito principalmente agli spostamenti di punti significativi del pendio, in superficie e/o in profondità, al controllo di eventuali manufatti presenti e alla misura delle pressioni interstiziali, da effettuare con periodicità e durata tali da consentire di definirne le variazioni periodiche e stagionali. Il controllo dell'efficacia degli interventi di stabilizzazione deve comprendere la definizione delle soglie di attenzione e di allarme e dei provvedimenti da assumere in caso del relativo superamento". Il monitoraggio costituisce un aspetto essenziale per la modellazione geotecnica del pendio e per la scelta e il dimensionamento delle opere di stabilizzazione.

Per quanto riguarda l'installazione e la gestione della strumentazione di monitoraggio si dovrà tenere conto inoltre degli aspetti connessi alla sicurezza nelle aree di lavoro definiti nel Testo unico per la sicurezza sul lavoro D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. con particolare riguardo agli artt. 88 e seguenti sulle misure per la salute e sicurezza nei cantieri temporanei o mobili.

Con particolare riferimento agli interventi di tipo corticale, si ritiene in ogni caso indispensabile prevedere per ciascun intervento un sistema di "light monitoring" ovvero di monitoraggio leggero costituito da strain gauge



## *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

### *CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

ogni 500 mq in modo da misurare il livello tensione delle funi, disposti nelle zone più acclivi del versante, da un tensiometro ogni 500 mq per la misura della suzione degli strati di terreno più superficiali e sistemi per la verifica del corretto deflusso delle acque lungo i sistemi di raccolta delle acque sul ciglio del versante.

Per quanto riportato nel presente paragrafo, i riferimenti normativi sono i seguenti:

- NTC 2018;
- Circolare esplicativa n.7 del 21/01/2019 C.S.LL.PP.;
- Linee guida per la valutazione del calcestruzzo in opere C.S.LL.PP. adunanza del 30/03/2017;
- Aicap - AGI Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni AGI 2012;
- Raccomandazioni AGI 1977;

Per quanto non diversamente specificato nel presente documento, si intendono coerenti con i principi progettuali qui stabiliti, le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per prove su materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sul documento stesso;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.);
- Linee guida per monitoraggio frane di ISPRA.

La progettazione è la parte più importante e nello stesso tempo più complessa relativa alla realizzazione di una rete di monitoraggio.

L'obiettivo base di una rete di monitoraggio è quello di una migliore, più approfondita e più precisa conoscenza di un fenomeno franoso. È altrettanto vero che la progettazione di un sistema di monitoraggio non può prescindere da una, spesso purtroppo solo preliminare, conoscenza del fenomeno stesso. Ne consegue che, in generale, la progettazione di una rete di monitoraggio prende avvio con un quadro conoscitivo che viene implementato proprio in virtù della realizzazione della rete.

Per la progettazione di una rete di monitoraggio si può dunque fare riferimento ad un flusso circolare di lavoro che prevede: l'acquisizione delle conoscenze disponibili ed acquisibili relativamente al fenomeno franoso; progettazione e realizzazione della rete di monitoraggio; acquisizione, mediante attivazione della rete di monitoraggio, di maggiore conoscenza sul fenomeno franoso; implementazione della progettazione e quindi della rete di monitoraggio. Andrà inoltre primariamente tenuto conto di quale finalità, all'interno delle due macrocategorie (conoscitiva e di early warning), si debba raggiungere e sulla base di ciò le scelte da effettuare nella fase di progettazione (numero, ubicazione, tipologia di installazioni/sensori, nonché modalità di acquisizione-trasmissione dei dati, ecc.) potranno essere sostanzialmente differenti a seconda che la finalità sia conoscitiva o di allertamento; di conseguenza l'indicazione della finalità costituisce un elemento chiave della progettazione.

Le attività di monitoraggio avranno incidenza anche sul presidio territoriale, pertanto le scelte vanno ponderate anche in base alla costituzione del presidio, per i cui componenti occorre prevedere delle attività formative dedicate.



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Il Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017*

*CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE SITO IN LOCALITA' COLLINETTA PARADISIELLO*

Di seguito si riporta un elenco indicativo e non esaustivo delle possibili attrezzature utili al monitoraggio, da porre in essere nelle diverse fasi che vanno dall'esecuzione delle indagini, alla redazione del progetto, alla realizzazione e gestione delle opere di stabilizzazione e al controllo della loro funzionalità e durabilità:

- Inclinatori;
- Piezometri;
- Reti allarmate
- Estensimetri;
- Inclinatori a parete;
- Tensimetri.

Il Responsabile Unico del Procedimento  
Dott. Geol. Lorenzo Benedetto