

ISSN 1722 - 0025

2-3
19

Quadrimestrale dell'Ordine Nazionale dei Geologi

Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 359/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1 comma 1 DCB - ROMA Contiene I.P. In caso di mancato recapito, rinviare a Ufficio Poste Roma Romania per la restituzione al mittente previo addebito. Contiene I.P.

GEOLOGIA

TECNICA & AMBIENTALE

In questo numero

Costruzione di una strada in rilevato nel delta del Niger. Cedimenti teorici prevedibili e cedimenti effettivi

Le attività di gestione tecnica dell'emergenza. L'esperienza Sisma Centro Italia e i numeri dell'agibilità

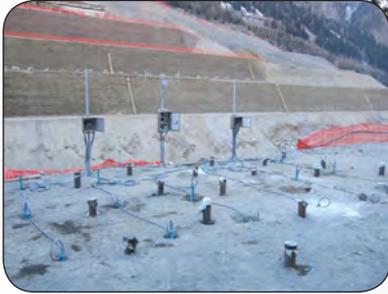
Clima e ghiacciai: il caso Dolomiti

Stati Generali della Geologia: Tavolo 4 | Geologia e Sviluppo

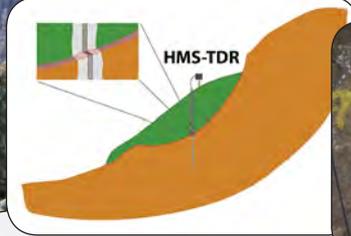
Legge 464/1984: stato di fatto e una prospettiva di pubblica utilità



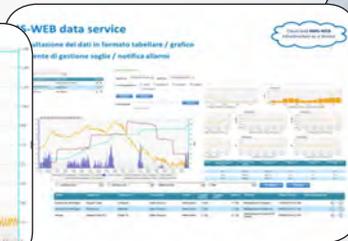
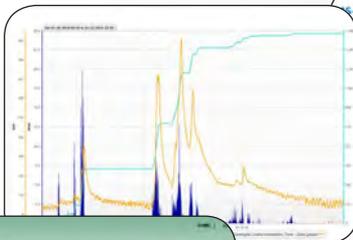
CONSIGLIO NAZIONALE
DEI GEOLOGI



- **FRANE E VERSANTI INSTABILI**
 - **SITI DI ESTRAZIONE**
- **EDIFICI, MONUMENTI E GRANDI OPERE**
- **STRUTTURE DI CONVOGLIO ENERGETICO**
- **PREVENZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO**
- **RETI PARAMASSI E OPERE DI CONSOLIDAMENTO**



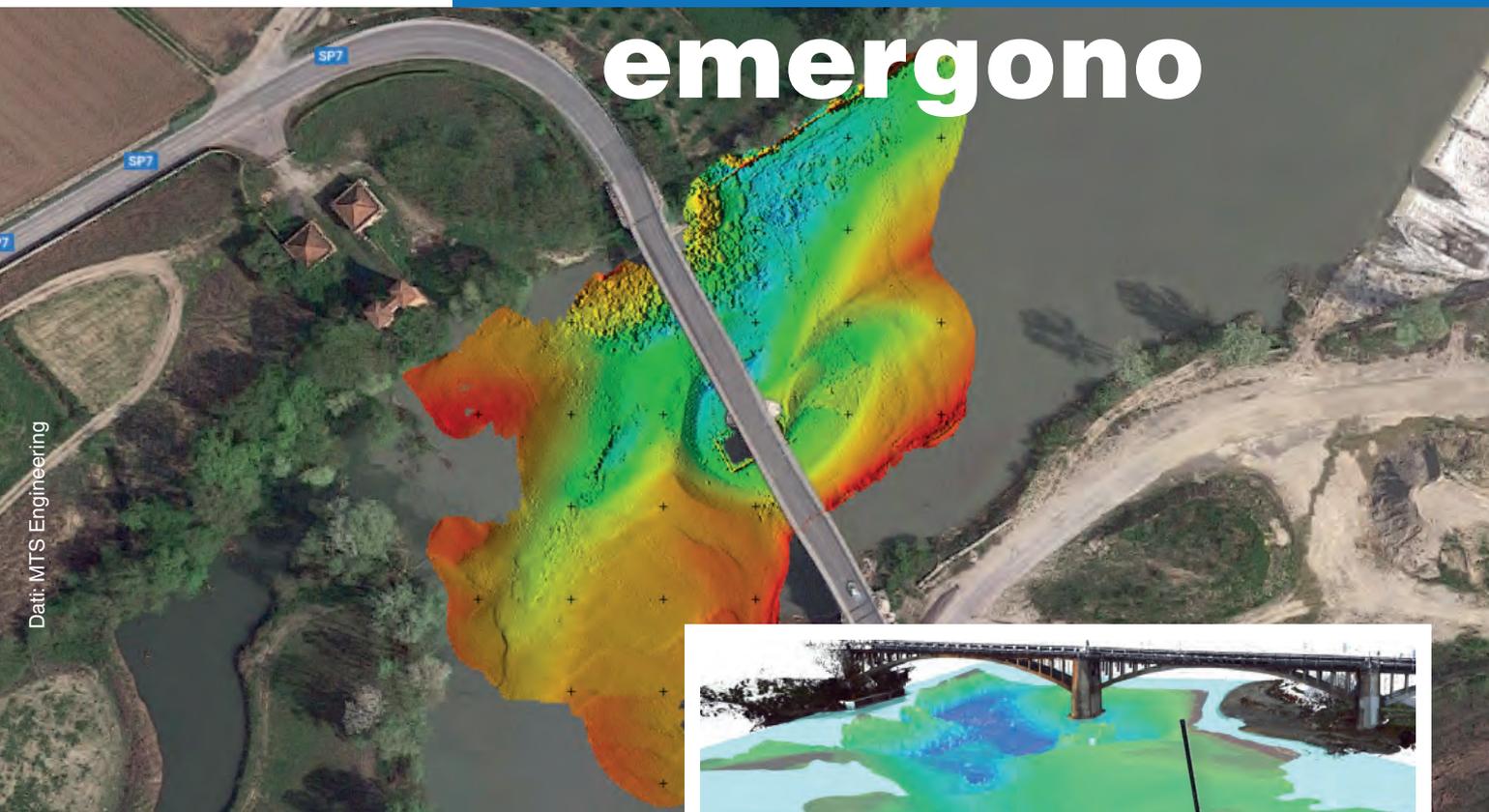
- **TRASMISSIONE DATI REAL TIME**
- **REALIZZAZIONE DI RETI IOT DISTRIBUITE**
- **CONTROLLO DEFORMAZIONI CON TECNOLOGIA TDR**
- **ATTIVAZIONE DI DISPOSITIVI DI ALLERTAMENTO**



- **CONSULTAZIONE DATI CON PIATTAFORME WEB**
- **IMPLEMENTAZIONE ALGORITMI DI ALLARME**
- **NOTIFICA AUTOMATICA DI ALLARMI VIA EMAIL E SMS**
- **CALCOLO DI FUNZIONI E SENSORI DERIVATI**

Dealer autorizzato:

I migliori emergono



Dati: MTS Engineering

Strumenti ad alta tecnologia. Anche a noleggio.

monitoraggio ambientale

- > rilievi in acque interne, fiumi, bacini
- > monitoraggio correnti, onde, torbidità
- > rilievo di frane sommerse, fondali, sub bottom

manutenzione porti

- > dredging
- > rilievo di strutture sommerse ed emerse
- > ispezione strutture e calcestruzzi

monitoraggio costiero

- > rappresentazione dei fondali e delle coste
- > search & rescue

Echoboat, il più versatile
drone idrografico.
Payload personalizzabile:
multibeam, singlebeam, SBP...



CODEVINTEC

Tecnologie per le Scienze della Terra e del Mare

SISTEMI AVANZATI PER LA MISURAZIONE DEL RADON



Radon Mapper



- Monitore per misure radon e toron
- Misure in aria, acqua, suolo
- Archivio dati su cloud
- Ideale per azioni di mitigazione e per studi di correlazione



Monitore AER



- Misure radon in tempo reale
- Rapido e accurato
- Batterie a lunga durata
- IoT - Internet delle Cose
- Soglia di allarme con comando relè



Misure Long-Term



- Dosimetri a traccia CR-39
- Misure ai sensi D.L. 230/95
Legge Regione Puglia 30/16



Misure Short-Term



- Dosimetri a elettrete E-Perm
- Screening accurato per abitazioni e luoghi di lavoro



Radon nel suolo. Interconfronto RIM 2018: la Charles University di Praga ha riconosciuto idoneo per la mappatura del rischio radon il sistema di misura Mi.am.

Attività

- Vendita **strumenti** per misure Radon e Toron
- Servizi di **assistenza** e **manutenzione**
- Laboratorio di **dosimetria** Radon
- Consulenza e Corsi di **formazione**
- Supporto tecnico nelle azioni di **mitigazione**



Mi.am S.r.l.

Via Bolzoni, 30
29122 Piacenza - Italia
Tel. (+39) 0523.952385
Fax (+39) 0523.956577
Email: info@miam.it



CTD Logger multiparametrico (conducibilità, temperatura, pressione)

- Precisione / scala di conducibilità del sensore:
 $\pm 1\%$ max. / 0,2...200 mS/cm
- Precisione / sensore Pt1000 per monitorare la temperatura:
 $\pm 0,1\text{ }^\circ\text{C}$ / -10...40 $^\circ\text{C}$
- Precisione / campo di pressione (profondità):
 $\pm 0,02\%$ FS max. / 5...200 m
- Applicazioni:
monitoraggio della qualità dell'acqua e del livello



Competenza nella idrologia

Unità di trasmissione dati a distanza GSM

- Logger multiparametrico
- Trasmissione dei dati via e-mail, FTP oppure SMS
- Multifunzionale
- Durata della batteria fino a 10 anni
- Facilità d'installazione
- Software incluso

Logger di pressione e temperatura

- Autonomo
- Di facile uso
- Durata della batteria fino a 10 anni
- Applicazioni:
 - Acqua dolce
 - Acqua salata
 - Acqua sporca
- Ottenibile in acciaio Inox, Hastelloy oppure in Titanio





Questo mese i nostri tecnici hanno chiuso le porte della camera climatizzata che conterrà per un anno i prismi di calcestruzzo confezionati per determinare la potenziale reattività agli alcali degli aggregati (ref. UNI 11604:2015).

Il fenomeno del pop-out infatti è una delle cause di degrado meno prevedibili delle strutture e può manifestarsi fino a una decina d'anni dopo il getto. Esso è generato dalla reazione tra la silice alcali-reattiva, il cemento e l'acqua sotto forma di umidità di risalita. Tale reazione è ritenuta estremamente pericolosa poiché si manifesta in tempi molto lunghi con pesanti conseguenze sulla sicurezza della struttura.

Il CCME può aiutarti nello svolgere tutte le prove necessarie per conseguire la certificazione CE richiesta dalla norma europea UNI EN 12620.

Se vuoi saperne di più, contattaci a info@ccme.it!



Il Centro controllo Materiali Edili Srl (CCME) è un Laboratorio ufficiale di prove e certificazioni sulle terre, autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'Art. 59 del DPR 06/06/2001 n°380.

Il CCME è in grado di offrire una vasta gamma di prove, sia in laboratorio che in cantiere, mantenute in costante aggiornamento con le ultime normative e novità tecnologiche.

Lo staff tecnico, altamente specializzato, sostiene le esigenze del Cliente nell'esecuzione di ogni tipo di prova prevista ed è in grado di fornire gli strumenti necessari ed indispensabili allo svolgimento dell'attività professionale.

Dotato di attrezzature moderne, di un parco macchine che comprende anche un laboratorio mobile e di personale con pluriennale esperienza, il Centro Controllo Materiali Edili Srl resta sempre a disposizione per chiarimenti sui servizi svolti e per richieste di prove non in catalogo, per le quali verrà studiata la migliore soluzione.

Per rimanere sempre aggiornato con le ultime novità seguici su



Oppure contattaci al:
Tel: 0434 92 19 73
E-mail: info@ccme.it
Web: www.ccme.it



GEOLOGIA

TECNICA & AMBIENTALE

Quadrimestrale dell'Ordine Nazionale dei Geologi
N. 2-3/2019

DIRETTORE RESPONSABILE

Alessandro Reina

COMITATO DI REDAZIONE

Francesco Peduto, Vincenzo Giovine, Arcangelo Francesco Violo, Raffaele Nardone, Antonio Alba, Domenico Angelone, Lorenzo Benedetto, Alessandra Biserna, Adriana Cavaglià, Luigi Matteoli, Gabriele Ponzoni, Alessandro Reina, Paolo Spagna, Fabio Tortorici, Tommaso Mascetti

COMITATO SCIENTIFICO

Eros Aiello, Vincenzo Simeone, Guido Giordano, Antonio Martini, Giulio Iovine, Claudio Mariotti, Sergio Castenetto, Sergio Rusi, Ezio Crestaz, Alfredo Degiovanni, Francesco Maria Guadagno, Paolo Fabbri, Rocco Dominici, Domenico Guida, Tiziana Apuani, Elisabetta Erba, Alessandro Conticelli, Nicola Casagli, Rinaldo Genevois, Gilberto Panebianchi, Silvia Castellaro, Floriana Pergalani, Vincenzo Morra, Silvia Fabbrocino, Gabriele Scarascia Mugnozza, Massimiliano Imperato

SEGRETERIA DI REDAZIONE

Maristella Becattini

maristella.becattini@cngelogi.it

DIREZIONE, REDAZIONE, AMMINISTRAZIONE

Consiglio Nazionale dei Geologi

Via Vittoria Colonna, 40 - 00193 Roma

Tel. 06.68807736 / 06.68807737 - Fax 06.68807742

SITO INTERNET

www.cngelogi.it

UFFICIO STAMPA

addettostampa@cngelogi.it

PUBBLICITÀ

Agicom srl

Viale Caduti in Guerra, 28 - 00060 Castelnuovo di Porto (Roma)

Tel 06.9078285 Fax 06.9079256

agicom@agicom.it

www.agicom.it

GRAFICA E IMPAGINAZIONE

Agicom srl

Immagini: @shutterstock.com

STAMPA

Spadamedia S.r.l.

Iscritto al Registro degli Operatori di Comunicazione (ROC)
al n. 4768. Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 55 del
5 febbraio 1986.

Questa rivista viene spedita a tutti i geologi iscritti agli Ordini
regionali, Enti, Uffici Tecnici interessati e università.

Può essere scaricata online in PDF dal sito www.cngelogi.it

Spedizione in abbonamento postale 45%, art. 2, comma 20/b,
legge 662/96 - Filiale di Roma.

Un fascicolo € 16,00 - Numeri arretrati € 18,00.

Versamenti sul c/c n. 347005 intestato a:

Consiglio Nazionale dei Geologi

Via Vittoria Colonna, 40 - 00193 Roma, specificando la causale.

I manoscritti, anche se non pubblicati, non si restituiscono.

*L'Autore dell'articolo è responsabile di quanto in esso contenuto,
delle autorizzazioni alla pubblicazione di figure, tabelle, ecc.,
dei riferimenti e strumentazioni.*

Associato all'USPI, Unione Stampa Periodica Italiana.

GARANZIA DI RISERVATEZZA: L'editore garantisce la massima riservatezza dei dati
forniti dagli abbonati e la possibilità di richiedere gratuitamente la rettifica o la
cancellazione, scrivendo a:

Consiglio Nazionale dei Geologi - Via Vittoria Colonna 40, 00193 Roma.

Le informazioni custodite nell'archivio elettronico dell'Editore saranno utilizzate al
solo scopo di inviare la rivista o altre comunicazioni concernenti l'abbonamento
(D.L. 30/6/2003, n. 196, sulla tutela dei dati personali).

PER GLI AUTORI: le Norme di Stampa sono consultabili sul sito cngelogi.it,
nell'area Rivista.

IN COPERTINA:

Ghiacciaio del Cristallo - Dolomiti Ampezzane

Foto di: Franco Secchieri

La Fondazione Centro Studi del CNG informa
che ai corsi FAD si può accedere tramite il
seguente link: corsifadcentrostudicng.it

Sommario

L'Editoriale]

A. Reina

9

Il Punto del Presidente]

F. Peduto

11

Il geologo progettista]

F. Amantia Scuderi

15

Costruzione di una strada in rilevato
nel delta del Niger. Cedimenti teorici
prevedibili e cedimenti effettivi

Rischio sismico]

V. Albanese, F. Papa, A. G. Pizza, S. Sergio, C. Vairo

35

Le attività di gestione tecnica
dell'emergenza. L'esperienza Sisma
Centro Italia e i numeri dell'agibilità

Geoscambio ed energie]

F. Secchieri

51

Clima e ghiacciai: il caso Dolomiti

RemTech 2019]

A cura della Redazione

57

Stati Generali della Geologia:
Tavolo 4 - Geologia e Sviluppo

Commissioni]

Commissione Risorse Idriche - Consiglio Nazionale Geologi

65

Legge 464/1984:

stato di fatto e una prospettiva di pubblica utilità

Un nuovo passo avanti nel monitoraggio strutturale

Installato in una struttura, il nuovo Suricat manda allerte via SMS e invia le tracce al vostro computer usando la rete 3G.



Strumenti per Geofisica, Ingegneria Civile e monitoraggi strutturali

MoHo srl - Venezia

www.moho.world

Scoprite tutta la gamma di prodotti ed il calendario dei corsi di formazione in Geofisica



Alessandro Reina

Direttore Responsabile

Il paradosso della nostra società in termini di rapporto con la conservazione e la protezione dell'ambiente si esplicita in tutta la sua contraddizione nel fenomeno mediatico trasmesso da Greta.

“Grazie” a Greta molti hanno incominciato solo ora a informarsi sulle modificazioni del clima e del suo impatto sull'antropizzato. C'era bisogno di Lei? In realtà no, poiché lo hanno detto e lo dicono da oltre 50 anni moltissimi e illustri scienziati in tutto il mondo.

Ma è possibile che dobbiamo affidarci a queste estemporanee mode per far nascere le coscienze critiche? Guai però a pensare ad una sconfitta della scienza. La scienza e la ricerca sono una cosa seria: un complesso di azioni, come l'osservazione, l'analisi dei dati e le verifiche, che richiedono applicazione, studio e sacrifici di tempo e denaro. La storia contemporanea lo ha insegnato! La consapevolezza dello stato dell'ambiente e le coscienze di tutta l'opinione pubblica devono passare attraverso una rivoluzione culturale fatta di atteggiamenti di maggiore responsabilità e serietà. La Scuola, l'Università e le Istituzioni di Governo hanno ruoli, con peso specifico certamente differente, ma tutte ugualmente responsabili nel preparare i giovani e i cittadini alle sfide del nostro futuro sulla Terra.

Un futuro che risulterà sempre più incerto se non iniziamo ad investire in una adeguata progettazione della prevenzione. Nei riguardi della prevenzione dalle calamità naturali un punto fondamentale è la conoscenza del territorio e come esso può reagire alle sollecitazioni indotte dai fenomeni naturali.

È fin troppo noto alla nostra categoria che la condizione della geologia e dei geologi è molto delicata. Operiamo scientificamente attraverso un lavoro spesso oscuro o “dietro le quinte” fatto di osservazioni in campagna, di redazione di cartografie tematiche e di modelli evolutivi che concorrono alla conoscenza del territorio.

Professionalmente diamo indicazioni sullo stato e la conformazione delle morfologie del suolo e della struttura del sottosuolo descrivendo gli scenari delle pericolosità geologiche (sismica, vulcanica e idrogeologica).

Nonostante tutto ciò, ancora oggi, è molto sporadica la presenza della figura del geologo nella Pubblica amministrazione e non esiste né è stata finanziata, una cartografia geologica di tutto il territorio nazionale, aggiornata e a scala adeguata.

Attraverso la pubblicazione degli articoli di questo numero si vuole dare ancora una volta un segno della effervescenza delle ricerche e delle applicazioni geologiche negli ambiti di studio applicativi (Amantia e Scuderi) e naturali (Secchieri) e soprattutto della efficacia del sistema di protezione civile italiano (Albanese, Papa, Pizza, Sergio, Vairo).

Con questo numero del GTA si dà inizio alla presentazione dei documenti di sintesi sulla discussione delle tematiche affrontate in occasione degli Stati Generali della Geologia al RemTech di Ferrara: viene pubblicato il resoconto del Tavolo Tecnico “Geologia e Sviluppo”.

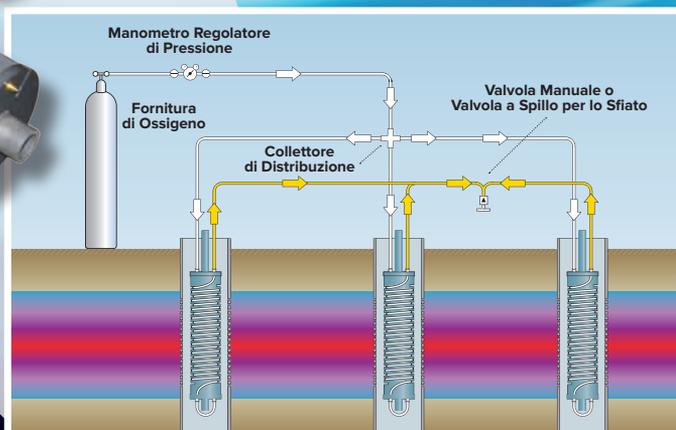
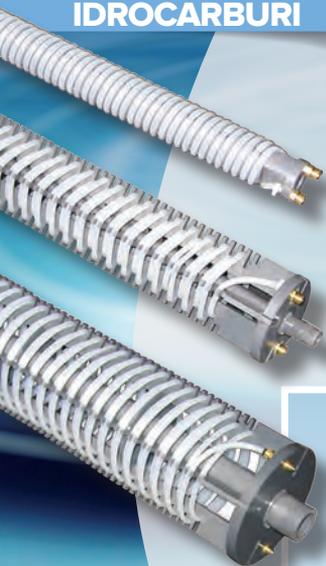
Un'importante ricaduta professionale ha la disamina della Legge 464/1984 fornita dalla Commissione “Risorse Idriche” del Consiglio Nazionale.

Buona lettura

**BONIFICA
IDROCARBURI**

WATERLOO EMITTER™

Ideale per bonifica BTEX e MTBE



SISTEMA BREVETTATO PER IL RILASCIO DI GAS A BASSA PRESSIONE IN FALDA CON METODO A "DIFFUSIONE" (LEGGE DI FICK).

Applicazioni

- Rilascio di ossigeno per biorisanamento aerobico di BTEX e MTBE
- Rilascio di idrogeno per riduzione di solventi
- Introduzione di SF₆, He, Ar, ecc. per test di tracciamento
- Rilascio di CO₂ per attività di aggiustamento del pH
- Rilascio di alcani leggeri per attività di biodegradazione co-metabolica del MTBE
- Barriere contro la migrazione del plume e attività di correzione primaria

Vantaggi

- Facilità di installazione e rimozione
- Minima manutenzione
- Nessuna perdita di gas emendanti a causa di "bubbling"
- Nessuna sostanza pericolosa immessa in falda o prodotta
- Nessun liquame da mescolare, maneggiare o iniettare
- Non è richiesta elettricità

Da sempre impegnati nell'offrire le soluzioni tecnologiche più avanzate e affidabili per misure e monitoraggio di livello, campionamenti low-flow e indisturbati, analisi qualitative delle acque sotterranee o di superficie. Abbiamo selezionato i migliori prodotti disponibili sul mercato internazionale per soddisfare le esigenze dei professionisti del settore.



MISURE DI LIVELLO



**CAMPIONAMENTO
LOW-FLOW**



**DATALOGGER
E TELEMETRIE**



**PROFILAZIONE
MULTILIVELLO**

Solinst®

DISTRIBUTORI UFFICIALI PER L'ITALIA E RIVENDITORI PER CROAZIA,
SLOVENIA E SVIZZERA DEI PRODOTTI SOLINST®

Una partnership di successo che dura da oltre trent'anni.

EGEO⁺lab

WWW.EGEOLAB.IT



Francesco Peduto

Sono trascorsi 4 anni dal nostro insediamento, ci avviamo a percorrere l'ultimo anno della nostra consiliatura e l'occasione mi sembra propizia, visto che siamo anche a fine anno, per qualche considerazione sullo stato della professione.

Professione che ha raggiunto traguardi importanti ed è diventata adulta, sono trascorsi oltre 50 anni da quel 1968 quando fu istituito l'albo e anche gli OO.RR. sono in attività da oltre 25 anni; l'ultimo decennio, tuttavia, è stato difficile per noi così come per le altre professioni tecniche.

Per quanto ci riguarda, oltre alle vicissitudini del Paese, scontiamo anche il fatto che la cultura geologica in Italia continua ad essere un optional, di fatto quasi eliminata anche dagli insegnamenti nelle scuole di secondo grado e la nostra professione, per quanto importante ed essenziale per la sicurezza e lo sviluppo del territorio, ma poco supportata dal punto di vista politico - istituzionale, ne risente in modo sostanziale. È soggetta tra l'altro a continue aggressioni ed invasioni di campo da parte di altre categorie professionali e un esempio ne è la vicenda NTC.

A tal proposito saprete che il nostro ricorso avverso le NTC 2018 e la relativa circolare esplicativa è stato rigettato, ma ovviamente non abbiamo cambiato idea, continuiamo a ritenere che quelle norme presentano hiatus e criticità varie e non basta un'irricevibile sentenza del TAR, anche per i toni e le parole usate, a farcela cambiare. Prendiamo atto con rispetto della sentenza, ma non la condividiamo e per questo, insieme agli OO.RR. ricorrenti, ci accingiamo ad impugnare al Consiglio di Stato.

In grande difficoltà è anche l'insegnamento all'università delle Scienze della Terra, con le iscrizioni in calata paurosa e ormai ridotte all'osso.

Università e professione, lo dobbiamo dire con franchezza, troppo spesso hanno seguito e continuano a seguire percorsi differenti se non addirittura divergenti e anche questa mancanza di sinergia ha un peso nella situazione attuale della categoria, che si riverbera, ovviamente, anche nel numero delle immatricolazioni universitarie. Di questo dovrebbero cominciare a rendersene conto anche i nostri colleghi universitari, perché alla favola degli studenti che si iscrivono a Geologia per il fascino delle Scienze della Terra non crede più nessuno, se poi non ci sono concrete possibilità lavorative dopo la laurea.

Continuo ad essere convinto, tuttavia, che in territorio come quello italiano non possano non esserci spazi e opportunità importanti per i geologi.

Da qui la necessità, a mio avviso, di sviluppare una profonda riflessione, una analisi che deve coinvolgere tutta la comunità dei geologi attraverso un dibattito ed un confronto importante, a 360 gradi per analizzare le criticità, raccogliere opinioni ed elaborare proposte per il futuro dei geologi e della geologia.

Per questo nei prossimi mesi avvieremo i lavori di un prossimo congresso nazionale, che in un primo momento

avevamo immaginato di svolgere nel corso del 2020, ma poi lo abbiamo rimandato alla primavera del 2021 per questioni di opportunità, visto le diverse scadenze elettorali durante il prossimo anno. I lavori organizzativi e dei tavoli di lavoro tematici, come dicevo, partiranno comunque già con l'inizio del prossimo anno. L'anno, tuttavia, lo vogliamo chiudere con due buone notizie.

In Senato la Commissione Bilancio, su proposta unanime della Commissione Ambiente, ha approvato all'unanimità un emendamento alla Legge di Bilancio 2020 che predispone 15 milioni di euro per gli anni 2020, 2021 e 2022 per riavviare il completamento della Carta Geologica d'Italia. È solo un primo passo, ma era importante ricominciare e l'auspicio è che sia già legge dello Stato quando leggerete queste note.

Se così sarà si concretizzerà un risultato frutto di importanti sinergie, intraprese già nella passata legislatura, dove il Consiglio Nazionale dei Geologi diede un importante contributo anche nella stesura della prima bozza di legge e per questo mi sento di dover ringraziare sia l'allora Sen. Fabiola Anitori che la ripropose, sia gli attuali Sen. Ruggiero Quarto, Mauro Coltorti, e Franco Ortolani (a quest'ultimo che ci ha lasciato da poco va un pensiero particolare) perché il loro contributo è stato determinante.

L'altra buona notizia riguarda le occasioni di lavoro all'estero, per le quali il CNG si sta impegnando molto, anche per cercare di sopperire in qualche modo alle minori occasioni lavorative in Italia.

I geologi italiani nel loro percorso formativo professionale acquisiscono competenze specifiche non sempre riscontrabili in altri Paesi dove, di conseguenza, si possono creare interessanti opportunità di lavoro. Due di questi Paesi che presentano importanti sbocchi lavorativi sono la Cina e la Giordania, con cui abbiamo chiuso o sono in corso intese e accordi di cooperazione. Con la Giordania siamo ancora in una fase iniziale, mentre

con la Cina, siamo ormai in una fase avanzata. In particolare, a seguito degli accordi sottoscritti tra il Consiglio Nazionale dei Geologi e il China Mining and Environment Union (CMEU) nell'agosto 2018 e facendo seguito alla manifestazione di interesse pubblicata sul nostro sito istituzionale, contiamo di portare in Cina i primi professionisti geologi italiani (qualche decina) ed alcune aziende con geologi operanti nel campo delle Scienze della Terra, già nella prossima primavera.

In conclusione, vorrei richiamare il termine "comunità" utilizzato in precedenza, perché non ci sono alternative alla necessità di creare sinergie e fare squadra con i diversi mondi della geologia, a partire dai geologi universitari e della pubblica amministrazione, ma non solo. Nel fare gli auguri a tutti i geologi, l'auspicio non può non essere quello di una maggiore capacità di condivisione ed unità di intenti, di vedere rafforzata in futuro questa idea di comunità; a chi come me, invece, che ha l'onore e l'onere di rappresentare la categoria, che ha un ruolo istituzionale a livello nazionale o locale, ricordo di non dimenticarlo mai e di comportarsi sempre di conseguenza in modo istituzionale, anche dal punto di vista deontologico.

Felice anno nuovo.

**Se vi dicono che potete misurare
su qualsiasi materiale
fino a 150 metri di distanza
con precisione di 1 mm
E NON CI CREDETE**



fae

**NOI VE LO POSSIAMO
DIMOSTRARE!**

LS 111 FA è un Laser Classe 2

- **risoluzione 0,1 mm**
- **con spot visibile Ø 2 mm**
- **uscita 4-20 mA configurabile**
- **porta RS232 (RS422)**
- **soglia d'allarme impostabile**
- **interfaccia Profibus-DP, Ethernet**
- **ampia gamma di accessori**

since 1976

www.fae.it
e-mail: fae@fae.it

fae

LASER
MEASURING SYSTEMS

FAE S.R.L. • Via Tertulliano, 41 • 20137 Milano
Tel. +39 02 55187133 • Fax +39 02 55187399

UN SISTEMA PER MONITORARLI TUTTI...

ILVELLO, TEMPERATURA, CONDUCIBILITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO,
TORBIDITÀ, PH, REDOX.

Costruzione di una strada in rilevato nel delta del Niger. Cedimenti teorici prevedibili e cedimenti effettivi

Construction of the embankment of a road in delta Niger. Expectable theoretical settlements and effective settlements

Francesco Amantia Scuderi, Geologo libero professionista

Termini chiave:

cedimento,
consolidazione

Keywords:

settlement,
consolidation

Abstract

The present reports show the case-study of the work concerning the construction of a road located in the Bayelsa State in Nigeria, in the southern, where the great delta of the Niger River forms the substratum of vast areas, characterized by highly compressible soils; in the phase of preliminary design, following the geognostic and geotechnical investigations carried out, geotechnical parameters of the very poorest surface layers were revealed, so that it was necessary to evaluate the predictable theoretical settlements and their progress over time, with relation to the induced loads on the subsoil from the road embankment, with about 4 m high.

The substrate of the studied area, located in a marshy area, is constituted by a layer of clayey silts with very soft peat, with 6 m thick; the second layer, under the silty clay layer, is constituted by fine sands, which increase the granular size down to coarser sands well thickened. On the basis of the geognostic and the geotechnical data laboratory analyzes, the predictable theoretical settlements was calculated, from which the data obtained consisting of about 4,8 cm of elastic settlements (therefore of immediate type) and about 25 cm of consolidation settlements; but the problem that aroused particular attention was the short time of exhaustion of consolidation

settlements, estimated in about 12 months.

The construction of the embankment was checked, monitoring the settlement of the laying surface by of 3 plate-based assestimeters, with measurements carried out at variable time intervals; when the measures of the settlements clearly indicated the exhaustion of the consolidation phenomena, it was found that the calculations made were very close to the real values both as an entity of the settlements and as the lapse time of the primary consolidation settlements.

Premessa

Nel presente lavoro viene riportato il caso inerente alla costruzione di una strada ubicata nello Stato di Bayelsa in Nigeria, nella parte meridionale (cfr. Figura 1), laddove il grande delta del Fiume Niger forma il substrato di vaste aree caratterizzate da terreni altamente cedevoli; nella fase di progettazione preliminare, in seguito alle indagini geognostiche e geotecniche appositamente eseguite, si palesarono parametri geotecnici degli strati più superficiali molto scadenti, soprattutto nel primo tratto della strada di lunghezza pari a circa m 300, cosicché fu necessario procedere alla valutazione dei cedimenti teorici prevedibili ed al loro decorso nel tempo, in relazione ai carichi indotti sul terreno dal rilevato

Dissesti
e alluvioni

Rischio
sismico

Risorsa
acqua

Attività
estrattive

Geoscambio
ed energie

Università
e ricerca

Pianificazione

Bonifiche siti
inquinati e
discariche

Protezione
civile

Professione
& Società

**Il Geologo
progettista**

Geositi,
Geoparchi
& Geoturismo

stradale, di altezza pari a circa 4 m.

Il substrato dell'area in studio, ricadente in una zona paludosa, risultava essere costituito da uno strato di limi argillosi con torba molto soffice, dello spessore di circa 6 m, poggiate su delle sabbie fini, che verso il basso passavano a sabbie più grossolane, ben addensate.

Sulla scorta dei dati geognostici e delle analisi geotecniche di laboratorio fu effettuato il calcolo dei cedimenti teorici prevedibili da cui risultarono dati poco confortanti, consistenti in circa 4,8 cm di cedimenti elastici (quindi di tipo immediato) e circa 25 cm di cedimenti di consolidazione; ma l'aspetto che destò particolare attenzione fu il tempo, molto breve, di esaurimento dei cedimenti di consolidazione, valutato in circa 12 mesi.

Si procedette, quindi, alla realizzazione del rilevato, monitorando i cedimenti del piano di posa mediante N° 3 assestimetri a piastra, con misure effettuate ad intervallo di tempo variabili; quando le misure degli abbassamenti indicarono con chiarezza l'esaurimento degli abbassamenti si poté constatare che i calcoli effettuati erano molto prossimi ai valori reali sia come entità dei cedimenti che come tempi del decorso dei cedimenti di consolidazione primaria.

Caratteri morfologici, geologici ed idrogeologici dell'area

L'area in esame (Fig. 1) è ubicata nel delta del Fiume Niger, ad una distanza di circa 85 Km dalla costa atlantica

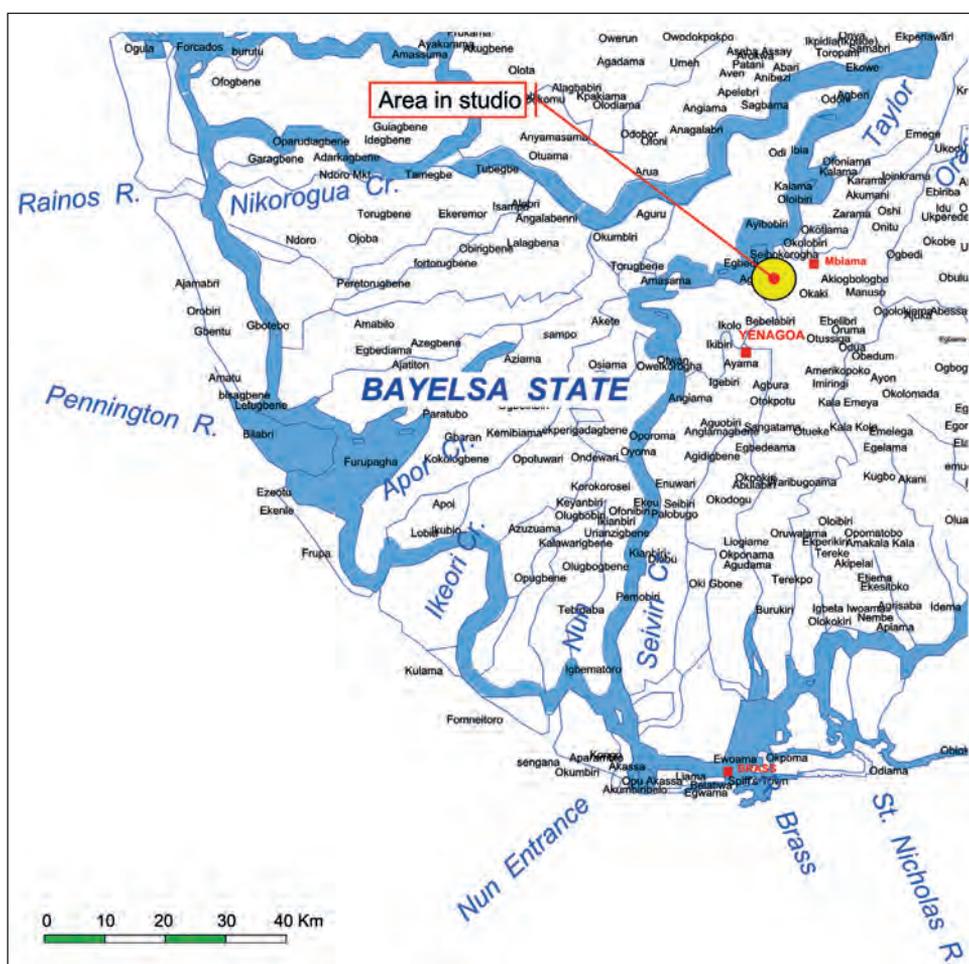


Fig. 1 - Ubicazione dell'area in esame

e ricade nello Stato di Bayelsa, che è uno dei 36 stati confederati che compongono la Nigeria; lo schama geologico generale della zona del Delta Niger è stato tratto da “The Niger Delta Petroleum System: Niger Delta Province, Nigeria, Cameroon and Equatorial Guinea, Africa” (TUTTLE M.L.W., CHARPENTIER R.R. & BROWNFIELD M. E., 1999 – U.S.G.S.).

Si tratta di una zona totalmente pianeggiante che è soggetta a continue inondazioni ad opera della marea, che raggiunge oscillazioni anche superiori a m 1,5.

La rete idrografica è quanto mai ricca ed articolata (cfr. Fig. 2), con corsi d’acqua caratterizzati da meandri liberi in continua evoluzione; la parte più prossima alla costa è praticamente un acquitrino con una fitta vegetazione a mangrovie.

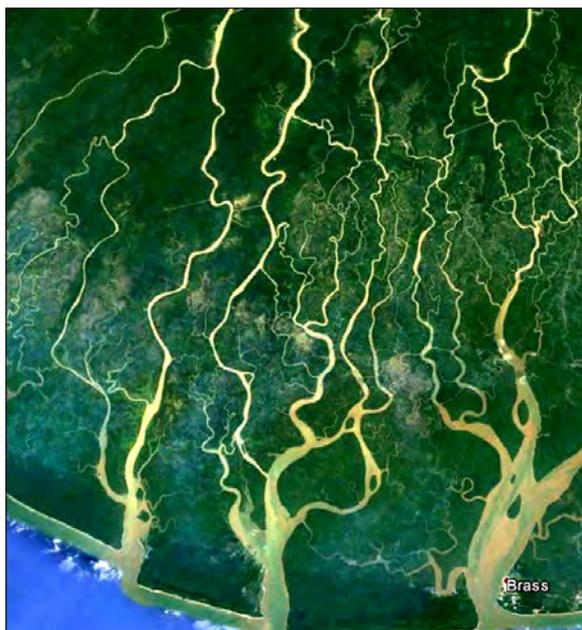


Fig. 2 – Reticolo idrografico caratteristico del Delta Niger

Lo schema geologico di questa parte della Nigeria, tratto da “Geological Map of Nigeria” (Federal Ministry Of Mines, Power & Steel – Geological Survey Department, 1984) è riportato nella Figura 3, dove vengono distinte le seguenti formazioni, tutte appartenenti al *Quaternario* (Fig. 3):

- a) *Meander Belt – Back Swamps – Fresh water Swamps*: Sabbie, ghiaie ed argille
- b) *Mongrove Swamps*: Sabbie, argille e depositi lagunari a Mangrovie

- c) *Abandoned Beach Ridges*: Sabbie e ciottoli
- d) *Sombreiro Deltaic Plain*: Sabbie, argille e depositi lagunari

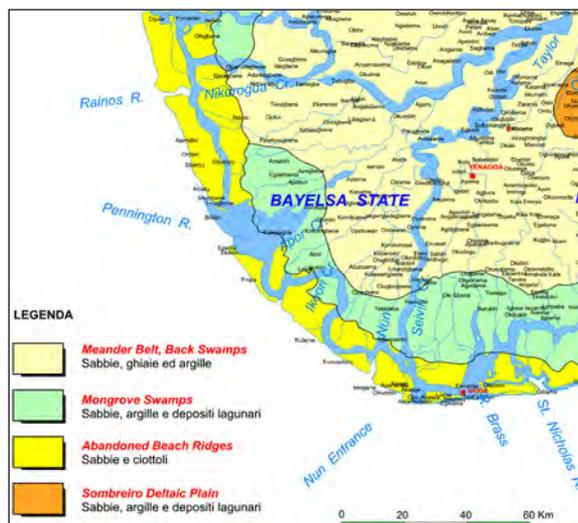


Fig. 3 – Schema geologico dell’area in studio

L’area in studio ricade nell’ambito dei depositi alluvionali quaternari della formazione superiore (*Meander Belt – Back Swamps*), che in questa zona risultano costituiti da bancate di torbe, limi ed argille torbose di spessore variabile, con intercalati livelli di sabbie fini; al di sotto si rinvencono sabbie a granulometria variabile, con addensamento crescente con la profondità.

La falda acquifera nei periodi più piovosi si pone praticamente al piano di campagna; nei periodi di maggiore siccità si rinviene qualche metro al di sotto di esso.

Sondaggi geognostici

Nel dicembre 2006 veniva effettuata una campagna di indagini geognostiche integrativa, in corrispondenza del primo tratto della strada (progressiva 0,0 ÷ 0+300 Km), consistente in N° 3 sondaggi a rotazione a conservazione di nucleo, con prove Standard Penetration Test e prelievo di campioni indisturbati, al fine di stabilire la successione stratigrafica di dettaglio dei terreni di fondazione del tratto di strada in studio.

I sondaggi, con ubicazione riportata in Fig. 4, posti lungo l’asse stradale ed interdistanti circa 110 m l’uno dall’altro, rivelavano successioni stratigrafiche del tutto simili, di seguito sintetizzate.

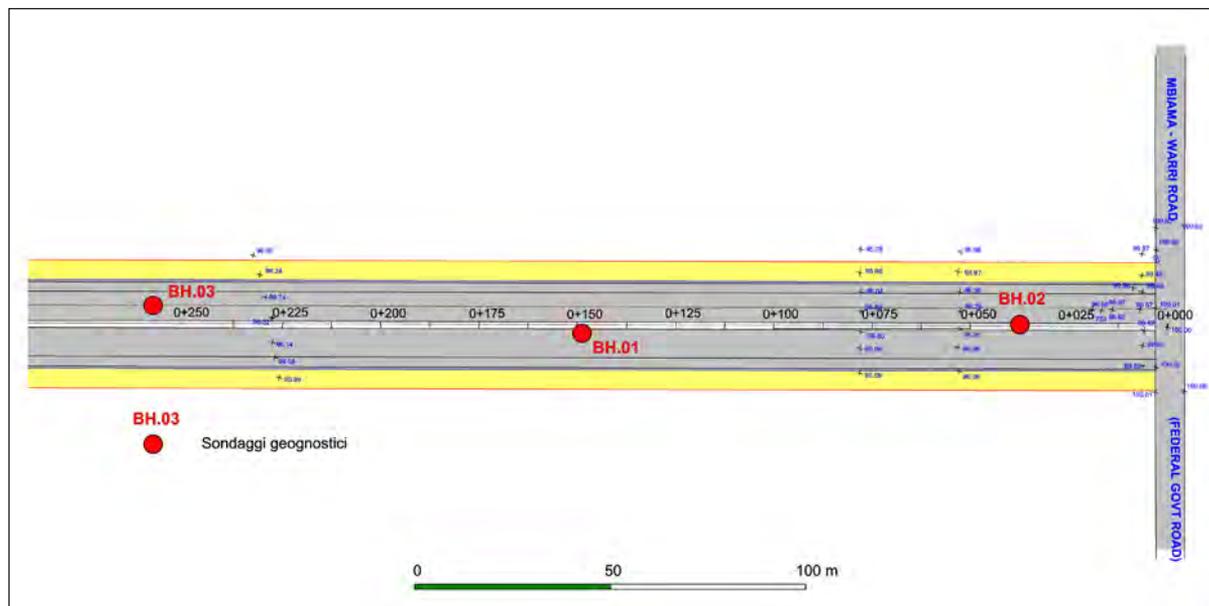


Fig. 4 – Ubicazione dei sondaggi geognostici.

Sondaggio BH. 1

m 0,0 ÷ 0,45	Argilla grigio beige, plastica con sostanza organica;
m 0,45 ÷ 6,00	Limo argilloso grigio-bruno con torba
m 6,00 ÷ 10,20	Sabbia bruna a granulometria medio-fina
m 10,20 ÷ 10,50	Torba di colore bruno scuro, compatta
m 10,50 ÷ 25,00	Sabbia debolmente limosa, grigio-bruna, medio-fina
m 25,00 ÷ 35,00	Sabbia bruna a granulometria medio-grossolana, molto compatta

Sondaggio BH. 2

m 0,0 ÷ 0,60	Argilla grigio-beige, plastica con sostanza organica;
m 0,60 ÷ 6,25	Limo argilloso grigio-bruno con torba
m 6,25 ÷ 10,00	Sabbia bruna a granulometria medio-fina
m 10,00 ÷ 10,35	Torba di colore bruno scuro, compatta
m 10,35 ÷ 25,50	Sabbia debolmente limosa, grigio-bruna, medio-fina
m 25,50 ÷ 35,00	Sabbia bruna a granulometria medio-grossolana, molto compatta

Sondaggio BH. 3

m 0,0 ÷ 0,40	Argilla grigio-beige, plastica con sostanza organica;
m 0,40 ÷ 5,95	Limo argilloso grigio-bruno con torba
m 5,95 ÷ 10,15	Sabbia bruna a granulometria medio-fina
m 10,15 ÷ 10,55	Torba di colore bruno scuro, compatta
m 10,55 ÷ 24,80	Sabbia debolmente limosa, grigio-bruna, medio-fina
m 24,80 ÷ 35,00	Sabbia bruna a granulometria medio-grossolana, molto compatta

Nella Fig. 5 è riportata la correlazione tra i sondaggi effettuati.

Durante la perforazione in tutti e tre i sondaggi la falda è stata rinvenuta tra m 0,70 e m 0,75.

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite complessivamente N° 25 prove Standard Penetration Test con attrezzatura di caratteristiche standard, recante all'estremità il tubo campionario "Raymond".

Inoltre sono stati prelevati N° 3 campioni indisturbati, con campionario a pareti sottili e testina di prelievo Shelby alle profondità riportate in Tabella 1.

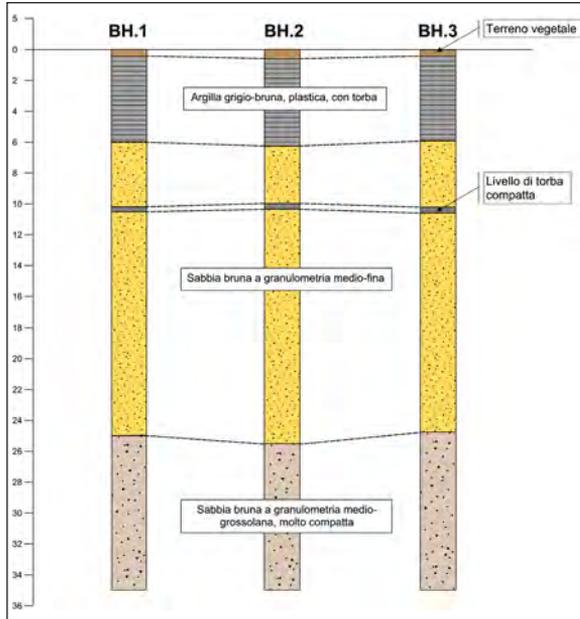


Fig. 5 – Stratigrafia schematica dei sondaggi.

Tabella 1 – Quota di prelievo dei campioni indisturbati

Sondaggio	Intervallo di prelievo (m)	Campione N°
BH.01	3,00 ÷ 3,60	1
BH.02	2,60 ÷ 3,00	1
BH.03	4,00 ÷ 4,60	1

Substrato di fondazione della strada

Dalla correlazione tra i sondaggi geognostici è stato possibile elaborare un modello geolitologico di dettaglio, da assumere alla base delle verifiche geotecniche.

Essenzialmente la successione litostratigrafia è schematizzabile nella sovrapposizione quasi pian-parallela di N° 3 strati, che dall'alto verso il basso sono così distinguibili (cfr. Fig. 6), trascurando sia il top-soil che lo straterello di spessore decimetrico di torba compatta che si rinviene a circa m 10 di profondità (Fig. 6):

- *primo strato*, con spessore di m 6,0: limi argillosi grigio-bruni con torba, molto plastici ed altamente compressibili;
- *secondo strato*, con spessore di m 19,0: sabbie a granulometria da media a fina di colore bruno;

- *terzo strato*, sino a m 35 di profondità: sabbie a granulometria da media a grossolana, molto compatta.

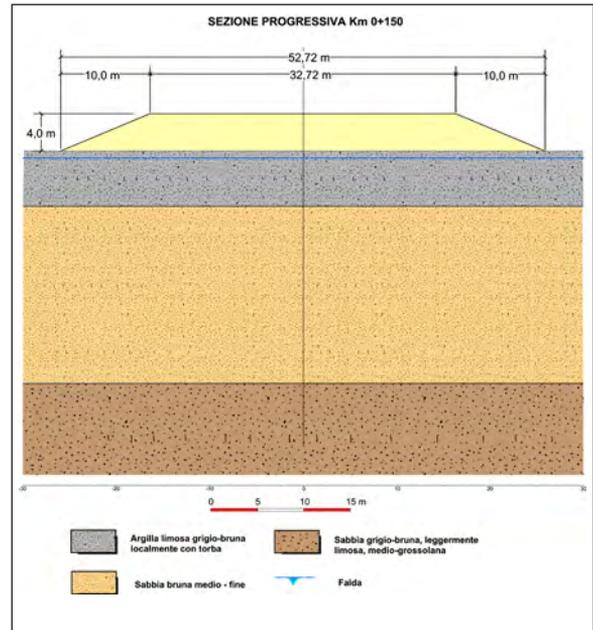


Fig. 6 – Modello geolitologico.

Comportamento meccanico dei terreni

La definizione del comportamento meccanico dei terreni è stata effettuata sulla scorta dei seguenti criteri:

- per i terreni coesivi (limi argillosi con torba del 1° strato) si fa riferimento alle analisi geotecniche di laboratorio effettuate su N° 3 campioni indisturbati ed alle prove Standard Penetration Test;
- per i terreni incoerenti (sabbie degli strati inferiori) si fa riferimento alle prove Standard Penetration Test.

a) Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle prove di laboratorio, effettuate sui terreni coesivi (strato superiore di limi con torba) sono riportati nella Tabella 2 e possono riassumersi come segue:

- peso di volume $\gamma = 1.899 \div 1.908 \text{ Kg/m}^3$
- *parametri di taglio in termini di sforzi totali*
- coesione non drenata $C_u = 0,180 \div 0,184 \text{ Kg/cm}^2$
- *parametri di taglio in termini di sforzi efficaci*
- coesione effettiva $C' = 0,050 \div 0,060 \text{ Kg/cm}^2$
- angolo di attrito interno $\phi' = 15^\circ \div 16^\circ$

ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO													
Sondaggio N°	Profondità (m)		Peso di volume	Contenuto d'acqua	Limiti di Atterberg		Analisi granulometrica			E.L.L.	Taglio diretto		Prova di compressione edometrica
	da m	a m	(Kg/m ³)	(%)	WL	WP	Ghiaia	Sabbia	Limo + Argilla	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (°)	Coesione (Kg/cm ²)	Modulo edometrico (1,5 ÷ 2,0 Kg/cm ²)
1	3,00	3,60	1899	38,24	40,30	29,70	0,00	18,54	81,46	0,180	15	0,060	53,47
2	2,60	3,00	1901	37,18	41,12	30,02	0,00	17,11	81,89	-	16	0,050	-
3	4,00	4,60	1908	38,55	40,44	28,99	0,00	18,35	81,65	0,184	-	-	55,80

Tabella 2 – Sintesi dei risultati delle prove di laboratorio

Si tratta di sedimenti normalconsolidati le cui caratteristiche granulometriche individuano terreni costituiti da limo sabbioso con argilla, con contenuto di acqua sempre superiore al limite plastico ($W_n > WP$) e prossimo al limite liquido (WL); si tratta, quindi, di terreni allo *stato plastico*; infine la prova edometrica conferma che si tratta di terreni molto soffici e compressibili, con valori del modulo di compressibilità molto scadenti.

b) Prove Standard Penetration Test

I valori N_{spt} ricavati dalle indagini in situ nell'area in esame sono stati anzitutto corretti per la presenza dell'acqua, secondo la relazione di TERZAGHI & PECK (1948) valida per terreni a grana fine o, comunque, per terreni in cui è sempre presente una matrice fine, che possa provocare un incremento della tensione nei pori durante l'esecuzione della prova.

$$N' = 15 + \frac{1}{2} [N_{spt} - 15] \quad [1]$$

Successivamente i valori così ottenuti sono stati normalizzati secondo il criterio suggerito da SKEMPTON A.W. (1957):

$$N_{60} = N_{spt} \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_S \cdot C_R \quad [2]$$

in cui

N_{60} valore normalizzato

N_{spt} valore misurato, assunto nel caso in esame già corretto per la presenza dell'acqua

C_E correzione per il rapporto di energia ($C_E = E_R/60$ energia standardizzata al 60%; essa viene misurata in cantiere con apposita strumentazione secondo le norme europee EN ISO 22476-3:2005; con procedura di strumentazione *Safety hammer* si ha un valore prossimo a $C_E = 0,9$)

C_B correzione per il diametro del foro, secondo i valori della Tabella 3

Tabella 3 – Correzione per il diametro del foro

Diametro del foro	65 ÷ 115 mm	C_B	1,0
	115 ÷ 150 mm	C_B	1,05
	150 ÷ 200 mm	C_B	1,15

C_S correzione per il metodo di campionamento, con i valori come da Tabella 4

Tabella 4 – Correzione per il metodo di campionamento

Tipo di campionatore	Standard	C_S	1,0
	Senza astuccio	C_S	1,2

C_R correzione per la lunghezza delle aste sotto la testa di battuta, come da Tabella 5

Tabella 5 – Correzione per la lunghezza delle aste

Lunghezza aste	3 ÷ 4 m	C_R	0,75
	4 ÷ 6 m	C_R	0,85
	6 ÷ 10 m	C_R	0,95
	10 m	C_R	1,0

La correzione per la tensione litostatica efficace viene effettuata solo per la determinazione dell'angolo di attrito interno per terreni incoerenti; in tal caso il valore assume la sigla $N_{i(60)}$. Tra le tante proposte formulate da molti AA. quella che sembra correntemente più utilizzata è quella di GIBBS & HOLTZ (1957), che introducono un fattore di correzione " C_N ", ricavabile dalla seguente relazione, al fine di riportare tutte le prove ad una tensione litostatica efficace pari a $\sigma_v = 1 \text{ Kg/cm}^2$:

$$C_N = 0,77 \times \log_{10} [20/\sigma_v] \quad [3]$$

Un'altra relazione, di più semplice applicazione, che tiene conto della tensione litostatica è stata proposta da LIAO & WHITMAN (1986):

$$C_N = \frac{1}{\sqrt{\sigma_v}} \quad [4]$$

I risultati delle due relazioni di cui sopra sono confrontabili nell'esempio della Tabella 6, dalla quale si evince

che il coefficiente C_N di LIAO & WHITMAN risulta leggermente più cautelativo per tensioni litostatiche maggiori di 1 Kg/cm^2 ; pertanto nei calcoli di normalizzazione dei valori N_{spt} per i terreni incoerenti $[N1(60)]$ verrà adottata la suddetta relazione.

Nelle Tabelle 7 ed 8 vengono riportati i risultati della normalizzazione delle prove SPT rispettivamente per i terreni incoerenti e per quelli coesivi.

Tabella 6 – Esempio di correzione per la tensione litostatica

Tensione litostatica (Kg/cm ²)	Nspt	Gibbs & Holtz	Liao & Whitman
0,5	10	12,3	14,1
1,0	15	15,0	15,0
1,5	20	17,3	16,3
2,0	25	19,2	17,7

Tabella 7 – Normalizzazione dei valori Nspt in terreni coesivi (limi argillosi con torba)

NORMALIZZAZIONE Nspt - TERRENI COESIVI

YENAGOA EAST - WEST ROAD - SABBIE												
Sondaggio N°	Falda (m)	Peso specifico (gr/cm ³) =	1,850	Valori rilevati	Correzione per acqua	N(60)					Correzione per tensione litostatica	
		Profondità (m)	sv (Kg/cm ²)	Nspt	N'spt	Rapporto di energia (Ce)	Diame-tro del foro (Cb)	Tipo di campio-natore (Cs)	Lun-ghezza aste (Cr)	N(60)	CN	N1(60)
BH. 01	0,75	1,50	0,28	2	8,5	0,9	1	1	0,75	5,74	1,90	10,89
	0,75	3,60	0,67	7	11,0	0,9	1	1	0,75	7,43	1,23	9,10
	0,75	5,00	0,93	5	10,0	0,9	1	1	0,85	7,65	1,04	7,95
BH. 02	0,70	2,00	0,37	2	8,5	0,9	1	1	0,75	5,74	1,64	9,43
	0,70	3,50	0,65	6	10,5	0,9	1	1	0,75	7,09	1,24	8,81
	0,70	5,00	0,93	7	11	0,9	1	1	0,85	8,42	1,04	8,75
BH. 03	0,72	2,00	0,37	3	9	0,9	1	1	0,75	6,08	1,64	9,99
	0,72	4,00	0,74	4	9,5	0,9	1	1	0,75	6,41	1,16	7,45
	0,72	5,50	1,02	7	11	0,9	1	1	0,85	8,42	0,99	8,34

Tabella 8 – Normalizzazione dei valori Nspt in terreni incoerenti (sabbie).

NORMALIZZAZIONE Nspt - TERRENI INCOERENTI

YENAGOA EAST - WEST ROAD - SABBIE												
Sondaggio N°	Falda (m)	Peso specifico (gr/cm ³) =	1,850	Valori rilevati	Correzione per acqua	N(60)					Correzione per tensione litostatica	
N°	(m)	Profondità (m)	sv (Kg/cm ²)	Nspt	N'spt	Rapporto di energia (Ce)	Diame-tro del foro (Cb)	Tipo di campio-natore (Cs)	Lun-ghezza aste (Cr)	N(60)	CN	N1(60)
BH. 01	0,75	8,00	1,52	38	26,5	0,9	1	1	0,95	22,66	0,82	18,62
	0,75	9,50	1,81	44	29,5	0,9	1	1	0,95	25,22	0,75	19,03

continua a pag. 22

continua da pag. 21

BH. 01	0,75	11,50	2,19	46	30,5	0,9	1	1	1	27,45	0,69	18,82
	0,75	14,00	2,66	49	32,0	0,9	1	1	1	28,80	0,62	17,90
	0,75	16,50	3,14	52	33,5	0,9	1	1	1	30,15	0,57	17,26
	0,75	19,50	3,71	58	36,5	0,9	1	1	1	32,85	0,53	17,30
	0,75	26,50	5,04	86	50,5	0,9	1	1	1	45,45	0,45	20,53
	0,75	30,00	5,70	79	47,0	0,9	1	1	1	42,30	0,42	17,96
	0,75	33,00	6,27	88	51,5	0,9	1	1	1	46,35	0,40	18,76
BH. 02	0,70	8,50	1,62	39	27	0,9	1	1	0,95	23,09	0,80	18,41
	0,70	10,50	2,00	48	31,5	0,9	1	1	1	28,35	0,72	20,34
	0,70	25,00	4,75	77	46	0,9	1	1	1	41,40	0,46	19,25
	0,70	28,00	5,32	89	52	0,9	1	1	1	46,80	0,44	20,56
BH. 03	0,72	9,00	1,71	42	28,5	0,9	1	1	0,95	24,37	0,77	18,88
	0,72	12,00	2,28	51	33	0,9	1	1	1	29,70	0,67	19,93
	0,72	26,00	4,94	76	45,5	0,9	1	1	1	40,95	0,46	18,67

Comportamento meccanico dei limi argillosi con torba

Per la correlazione tra le prove SPT e la resistenza al taglio non drenata nei terreni coesivi, nel caso in esame dati da limi argillosi con torba, esistono numerose

relazioni, alcune delle quali tengono conto della tensione litostatica efficace, altre invece formulate in relazione alla plasticità delle argille. Le relazioni utilizzate con più frequenza sono sintetizzate nella seguente Tabella 9.

Tabella 9 - Formule per le correlazioni tra C_u ed $N(60)$

Autore	Note	Formula
TERZAGHI, K. AND PECK, R. B. (1948) [a = 1,25 per $N_{spt} < 8$ m a = 1,35 negli altri casi]	Argille limoso-siltose	$C_u = \frac{1,35 N_{SPT} \times 0,1}{2}$
	Argille marnose fratturate	$C_u = \frac{2,0 N_{SPT} \times 0,1}{2}$
	Argille marnose	$C_u = \frac{1,45 N_{SPT} \times 0,1}{2}$
	Argille sabbioso-siltose	$C_u = \frac{a \times N_{SPT} \times 0,1}{2}$
FLETCHER, G. F. A., (1965)		$C_u = \frac{0,1844 \times N_{SPT} - 0,00074 N_{SPT}^2}{2}$
DE BEER E.E. (1965)		$C_u = \frac{2,5 \times N_{SPT}}{20}$
SANGLERAT G., (1972)	Argille limoso-sabbiose	$C_u = \frac{a \times N_{SPT} \times 0,1}{2}$
	Argille a media plasticità	$C_u = \frac{2,5 N_{SPT} \times 0,1}{2}$
	Argille limose	$C_u = \frac{2,0 N_{SPT} \times 0,1}{2}$
STROUD, M.A. (1974) [f1 risulta compreso tra 3,1 e 7,6 kPa]		$C_u = f_1 \times N_{SPT}$

HARA, A., OHTA, T., NIWA, M., TANAKA, S., AND BANNO, T. (1974)		$Cu = 29 \times N_{SPT}(60)^{0,72}$ kPa
BEGEMANN, H.K.S. (1974)		$Cu = \frac{2,5 \times N_{SPT} - \sigma \times 10}{14}$
SCHMERTMANN, J.H., (1975)	Valore medio	$Cu = 0,0954 \times N_{SPT}^{1,01187}$
	Valore massimo	$Cu = 0,7 \times N_{SPT} \times 0,1$
U.S. DESIGN MANUAL SOIL MECHANICS (1982)	Argille a bassa plasticità	$Cu = 0,038 \times N_{SPT}$
	Argille a media plasticità	$Cu = 0,074 \times N_{SPT}$
	Argille ad alta plasticità	$Cu = 0,125 \times N_{SPT}$
SHIOIY., FUKUNI J. (1982)	Argille a media plasticità	$Cu = 0,025 \times N_{SPT}$
	Argille ad alta plasticità	$Cu = 0,050 \times N_{SPT}$
AMANTIA SCUDERI F. (2017)	$\alpha = 0,05$ argille a media plasticità	$Cu = \frac{N(60) \cdot \alpha}{\sqrt{\sigma_v + 1}}$
	$\alpha = 0,07$ argille ad alta plasticità	

Le suddette correlazioni conducono a risultati molto diversi, i cui ranges diventano tanto più ampi quanto più alti sono i valori di N(60). Le correlazioni più cautelative risultano essere quelle di SHIOI Y. & FUKUNI J. (1982)

ed AMANTIA SCUDERI F. (2017).

Nella Tabella 10 e nel diagramma della Figura 7 sono riportati i risultati delle correlazioni per le prove ricadenti nei limi con torba.

Tabella 10 – Valori di Cu dalle varie correlazioni con N(60)

COESIONE NON DRENATA Cu (Kg/cm2)													
σ_v (Kg/cm ²)	Profondità (m)	N (60)	Terzaghi &Peck (1948)	Fletcher (1965)	De Beere (1965)	Sanglerat (1972)	Stroud (1974)	Hara et Al. (1974)	Begemann (1974)	Schmertmann (1975)	U.S.D.M. (1982)	Shioi & Fukuni (1982)	Amantia Scuderi (2017)
0,28	1,50	5,74	0,387	0,517	0,717	0,574	0,307	0,397	0,826	0,543	0,717	0,287	0,355
0,37	2,00	5,74	0,387	0,517	0,717	0,574	0,307	0,397	0,760	0,543	0,717	0,287	0,343
0,37	2,00	6,08	0,410	0,546	0,759	0,608	0,325	0,414	0,821	0,576	0,759	0,304	0,363
0,65	3,50	7,09	0,478	0,635	0,886	0,709	0,379	0,463	0,803	0,673	0,886	0,354	0,387
0,67	3,60	7,43	0,501	0,664	0,928	0,743	0,397	0,478	0,850	0,705	0,928	0,371	0,403
0,74	4,00	6,41	0,433	0,576	0,802	0,641	0,343	0,431	0,617	0,608	0,802	0,321	0,340
0,93	5,00	7,65	0,516	0,684	0,956	0,765	0,409	0,489	0,705	0,727	0,956	0,383	0,386
0,93	5,00	8,42	0,568	0,750	1,052	0,842	0,450	0,524	0,842	0,801	1,052	0,421	0,425
1,02	5,50	8,42	0,568	0,750	1,052	0,842	0,450	0,524	0,776	0,801	1,052	0,421	0,415
VALORI MEDI			0,472	0,626	0,874	0,700	0,374	0,457	0,778	0,664	0,874	0,350	0,380

Nel diagramma della Figura 7 si nota, in tutte le correlazioni, un leggero incremento della coesione non drenata Cu con la tensione litostatica efficace; tale assunzione è lecita *soltanto* per i terreni coesivi *normalconsolidati*, in cui la resistenza al taglio non drenata (Su) si incrementa quasi linearmente con la tensione litostatica efficace σ'_v .

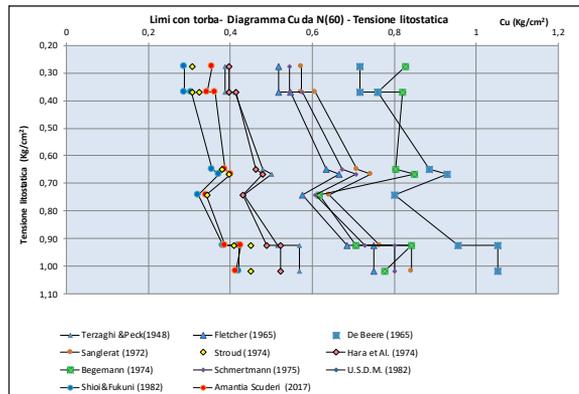


Fig. 7 - Diagramma Cu - Tensione litostatica

Ai fini delle verifiche geotecniche si adottano i seguenti parametri, apportando le correzioni parziali suggerite dalla vigente normativa in Nigeria dal *British Standard (BS EN 1997-2)*:

- coesione di calcolo
$$c_{\text{calc}} = \frac{c}{1,25} \quad [5]$$

- angolo di attrito di calcolo
$$\varphi_{\text{calc}} = \arctan\left(\frac{\tan\varphi}{1,25}\right) \quad [6]$$

Dalle [5] e [6] si ottengono i risultati di seguito esposti.

Parametri di taglio in termini di sforzi totali:

Mediando i risultati delle prove geotecniche di laboratorio con le correlazioni con le prove Nspt, si adotta un valore della coesione non drenata $c_u = 0,250 \text{ Kg/cm}^2$.

$$c_{\text{u calc}} = \frac{c}{1,25} = 0,250/1,25 = 0,200 \text{ Kg/cm}^2$$

Parametri di taglio in termini di sforzi efficaci:

$$c'_{\text{calc}} = 0,060/1,25 = 0,048 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\varphi_{\text{calc}} = 12^\circ$$

Come peso di volume si adotta

$$\text{peso di volume naturale } \gamma = 1850 \text{ Kg/m}^3$$

Comportamento meccanico delle sabbie

Per la valutazione dei parametri di taglio in termini di sforzi efficaci sono state adottate le correlazioni proposte da YUKITAKE SHIOI E JIRO FUKUNI (1982), attualmente utilizzate in Giappone dallo "Road Bridge Specification" e dallo "Japanese National Railway":

$$\varphi = \sqrt{Nspt + 15} \quad [7]$$

$$\varphi = 0,3 \cdot Nspt + 27 \quad [8]$$

La densità relativa (D_r) viene valutata con la relazione di BAZARAA (1962):

$$D_r = \sqrt{\frac{N60}{20(1+4,1\sigma'_v)}} \quad [9]$$

se $\sigma'_v \leq 0,732$

$$D_r = \sqrt{\frac{N60}{20(3,24+1,024\sigma'_v)}} \quad [10]$$

se $\sigma'_v > 0,732$

Il Modulo Elastico ($E =$ Modulo di Young) viene definito adottando la seguente relazione di JAMIOLKOWSKI et AL. (1988)

$$E = (10,5 - 3,5D_r) \cdot N(60) \quad [11]$$

valida per terreni normalconsolidati.

Il Modulo edometrico (E_d) viene ricavato dalla seguente relazione di BEGEMANN (1974)

$$E_d = a + N1(60) + b \quad [12]$$

dove per ghiaie e sabbie $a = 9,1$ e $b = 93$

I parametri geotecniche ricavabili dai valori $N1(60)$ vengono sintetizzati nella Tabella 11, in cui sono evidenziati i seguenti elementi:

- ✓ Valore dell'angolo di attrito φ' ($^\circ$)
- ✓ Valore della densità relativa D_r (%)
- ✓ Valore del modulo elastico E (Kg/cm^2)
- ✓ Valore del modulo edometrico E_d (Kg/cm^2)

Ai fini delle verifiche geotecniche si adottano i seguenti valori:

a) Sabbie medio-fini

$$c'_{\text{calc}} = 0,0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\varphi_{\text{calc}} = \arctan\left(\frac{\tan\varphi}{1,25}\right) = 27^\circ$$

$$E = 239 \text{ Kg/cm}^2$$

- peso di volume naturale $\gamma = 1900 \text{ Kg/m}^3$

Tabella 11 – Parametri geotecnici delle sabbie da N1(60).

DEPOSITI ALLUVIONALI INCOERENTI							
Sondaggio	Tensione litostatica	N'(60)	N(60)	Angolo di Attrito φ (°)	Densità Relativa DR (%)	Modulo Elastico E (Kg/cm ²)	Modulo edometrico Ed (Kg/cm ²)
N°	σ_w (Kg/cm ²)	Valori Nspt Normalizzati	Valori Nspt Normalizzati	Japanese National Railway	Bazaraa (1962)	Jamiolkowski et Al. (1988)	Begemann (1974) (sabbie e ghiaie)
BH. 01	1,52	18,38	22,66	32,51	48,60	199,36	120,48
	1,81	18,77	25,22	32,63	49,78	220,89	120,87
	2,19	18,57	27,45	32,57	50,06	240,13	120,67
	2,66	17,66	28,80	32,30	49,14	252,87	119,76
	3,14	17,03	30,15	32,11	48,34	265,56	119,13
	3,71	17,07	32,85	32,12	48,32	289,37	119,17
	5,04	20,26	45,45	33,08	52,03	394,46	122,36
	5,70	17,72	42,30	32,32	48,27	372,68	119,82
BH. 02	6,27	18,51	46,35	32,55	48,98	407,22	120,61
	1,62	18,17	23,09	32,45	48,57	203,15	120,27
	2,00	20,07	28,35	33,02	51,80	246,28	122,17
	4,75	19,00	41,40	32,70	50,54	361,47	121,10
BH.03	5,32	20,29	46,80	33,09	51,90	406,39	122,39
	1,71	18,63	24,37	32,59	49,41	213,72	120,73
	2,28	19,67	29,70	32,90	51,61	258,20	121,77
	4,94	18,42	40,95	32,53	49,67	358,78	120,52
Sabbie medio-fini	Valori medi			32,52	49,56	238,95	120,50
Sabbie grossolane	Valori medi			32,71	50,23	383,50	121,13

b) Sabbie medio-grossolane

$$C'_{\text{calc}} = 0,0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\varphi_{\text{calc}} = \arctan\left(\frac{\tan\varphi}{125}\right) = 28^\circ$$

$$E = 383 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\bullet \text{ peso di volume naturale } \gamma = 1900 \text{ Kg/m}^3$$

Cedimenti dal rilevato stradale

Il rilevato della strada in studio ha un'altezza media di m 4,0 e giace su un substrato di fondazione costituito da depositi alluvionali fini (limi con torba), poggianti su depositi incoerenti, dati da sabbie medio fini, che diventano più grossolane in profondità. La valutazione dei cedimenti teorici prevedibili viene effettuata con riferimento alla sezione alla Progressiva Km 0 + 150 ed alla seguente successione stratigrafica (cfr. modello geolitologico di Fig. 6) riscontrabile lungo tutto il tratto in studio:

- m 0,0 - 6,0 limi argillosi con torba;
- m 6,0 - 25,0 sabbie medio - fini;
- m 25,0 - 35,0 sabbie medio - grossolane;

I calcoli sono stati eseguiti secondo il metodo di SKEMPTON A.W. (1954) e BJERRUM L. (1954) che considera il cedimento totale come somma di un cedimento immediato, di natura elastica, e di un cedimento lento di consolidazione:

$$W_t = W_i + W_s \quad [13]$$

La relazione che si utilizza per il cedimento immediato è la seguente:

$$W_i = \sum \frac{1}{E_u} [\Delta\sigma_z - \nu(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)] \Delta h \quad [14]$$

in cui:

- E_u modulo di deformazione non drenato;
- $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ tensioni principali indotte nel semispazio;
- ν modulo di Poisson;
- h spessore dello strato.

Il cedimento di consolidazione è invece dato da:

$$W_s = \sum \frac{\sigma_z \cdot \Delta h \cdot \beta}{E_{ed}} \quad [15]$$

con β = coefficiente correttivo che tiene conto della tridimensionalità del problema:

$$\beta = A + \alpha (1 - A) \quad [16]$$

con α = rapporto tra le tensioni principali nella mezzeria dello strato;

A = parametro di SKEMPTON A.W.(1954), ricavabile anche dal grafico della Figura 8.

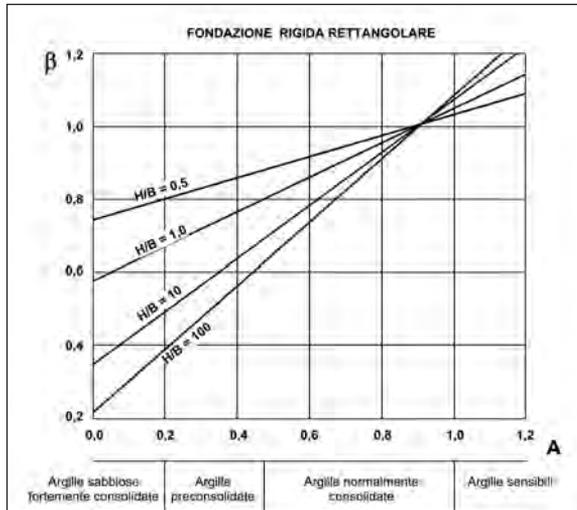


Fig. 8 - Parametro di Skempton

Il calcolo è stato effettuato mediante apposito programma, in cui si assegna la geometria del problema ed i punti lungo la cui verticale si vogliono conoscere i cedimenti; la pianta del rilevato viene scomposta in più rettangoli ed il programma calcola i valori delle tensioni indotte con il metodo di STEINBRENNER W. (1934) ed HOLL D. (1940) e, successivamente, determina i cedimenti, calcolando le tensioni principali ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$) indotte nel semispazio con le seguenti espressioni:

$$\sigma_z = \frac{q}{2\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{ab}{z \cdot R_3} \right) + \frac{abz}{R_3} \left(\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{R_2^2} \right) \right] \quad [17]$$

$$\sigma_x = \frac{q}{2\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{ab}{z \cdot R_3} \right) - \frac{abz}{R_1^2 \cdot R_3} \right] \quad [18]$$

$$\sigma_y = \frac{q}{2\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{ab}{z \cdot R_3} \right) - \frac{abz}{R_2^2 \cdot R_3} \right] \quad [19]$$

$$R_1 = (a^2 + z^2)^{1/2} \quad [20]$$

$$R_2 = (b^2 + z^2)^{1/2} \quad [21]$$

$$R_3 = (a^2 + b^2 + z^2)^{1/2} \quad [22]$$

le cui variabili sono visualizzate nella Figura 9.

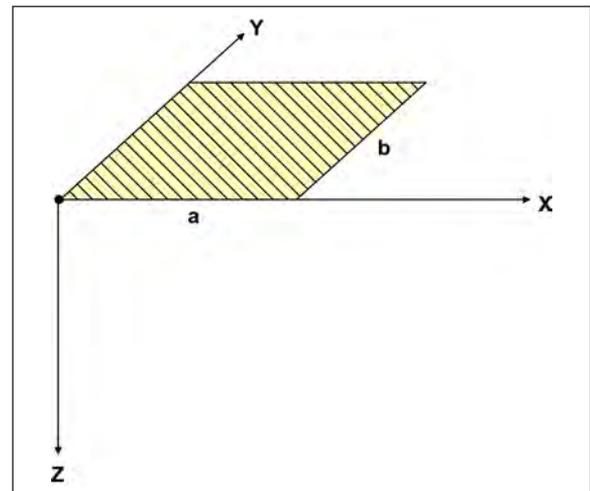


Fig. 9 - Variabili a, b e z

Nel programma l'input dei dati è il seguente:

- *stratigrafia*: vengono assegnati n numeri strati e lo spessore di ciascuno di essi in cm;
- *inclinazione degli strati*: è possibile assegnare l'inclinazione della base di ciascuno strato nelle due direzioni (x ed y) in gradi;
- *base della fondazione*: vengono assegnate le dimensioni della fondazione (A e B) in cm;
- *la fondazione* viene scomposta in n rettangoli fittizi rispetto ad un sistema di coordinate cartesiane (x,y);
- *carichi applicati*: per ciascuno dei rettangoli fittizi viene richiesto un carico unitario;
- *tensioni indotte*: il programma calcola automaticamente le *tensioni principali* ($\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y$) nella mezzeria di ciascuno strato, in corrispondenza delle verticali passanti per i vertici dei rettangoli con il metodo di STEINBRENNER W. (1934);
- *moduli edometrici* (Eed): per ciascuno strato viene richiesto o l'inserimento dei dati delle prove edometriche, o il valore del modulo Elastico (in Kg/cm²) ed un eventuale incremento con la profondità;
- *modulo elastico non drenato* (Eu): per ciascuno

strato viene richiesto il valore del modulo elastico non drenato;

- *modulo di Poisson* (n): per ciascuno strato è necessario inserire il valore del modulo di Poisson.
- *Parametro di SKEMPTON* (b): viene richiesto l'inserimento del valore di β .

Il programma, quindi, divide ciascuno strato in N° 10 strati fittizi di egual spessore e calcola i cedimenti immediati, di consolidazione e totali secondo le espressioni sopra riportate, come sommatoria dei cedimenti che si verificano per ciascuno degli strati ed in corrispondenza di ciascuna delle verticali passanti per punti appositamente scelti.

Alla fine vengono forniti i grafici dei cedimenti immediati, di consolidazione e totali lungo gli allineamenti passanti per i punti scelti.

I parametri geotecnici adottati, ricavati sia dalle prove di laboratorio effettuate su campioni indisturbati, sia dalle prove S.P.T., sono i seguenti:

a) *Strato N° 1 - Limi argillosi con torba (spessore m 6,0)*

- peso di volume $\gamma = 1850 \text{ Kg/m}^3$
- coesione (sforzi totali) $C_u = 0,200 \text{ Kg/cm}^2$
- modulo elastico non drenato ($E_u = 500C_u$)

$$E_u = 100 \text{ Kg/cm}^2$$

- modulo edometrico (da prova edometrica)
- parametro di Skempton $\beta = 1,20$
- modulo di Poisson $\nu = 0,40$

b) *Strato N° 2 - Sabbie medio-fini (spessore m 19,0)*

- peso di volume $g = 1900 \text{ Kg/m}^3$
- modulo elastico $E = 239 \text{ Kg/cm}^2$
- parametro di Skempton $\beta = 0,20$
- modulo di Poisson $\nu = 0,30$

d) *Strato N° 3 - Sabbie medio-grossolane (spessore m 10,00)*

- peso di volume $g = 1900 \text{ Kg/m}^3$
- modulo elastico $E = 383 \text{ Kg/cm}^2$
- parametro di Skempton $\beta = 0,20$
- modulo di Poisson $\nu = 0,30$

Nel calcolo è stata fissata una lunghezza di rilevato pari alla larghezza dello stesso.

Nella Figura 10 è riportato lo schema planimetrico di calcolo.

Nel suddetto schema la pressione su ciascun rettangolo viene ottenuta moltiplicando l'altezza del rettangolo di carico per il peso di volume del rilevato, assunto pari a $\gamma_{rit} = 1,9 \text{ ton/m}^3$:

Rettangoli N° 1, 4, 5, 8

$$Q = 0,380 \text{ Kg/cm}^2$$

Rettangoli N° 2, 3, 6, 7

$$Q = 0,760 \text{ Kg/cm}^2$$

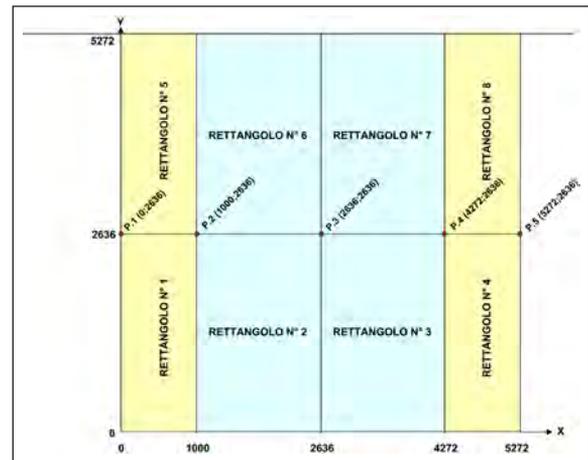


Fig. 10 - Schema planimetrico di calcolo (misure in cm)

In corrispondenza della scarpate (carico triangolare o trapezoidale) è stato assunto un carico pari a quello di metà dell'altezza massima di ciascun tratto (cfr. Figura 11).

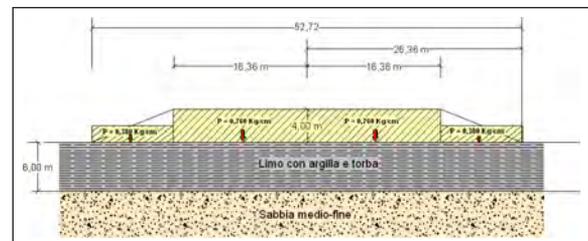


Fig. 11 - Schematizzazione del carico trapezoidale

Dai calcoli effettuati risultano i cedimenti esposti nella Tabella 12 e nella Figura 12.

I cedimenti più elevati si hanno in asse al rilevato stradale mentre quelli inferiori si hanno sui bordi.

I *cedimenti immediati* (cm 4,88) sono trascurabili e, comunque, si esauriranno nel corso della costruzione del rilevato.

I *cedimenti di consolidazione* più elevati (cm 25,11) si riscontrano in corrispondenza dell'asse del rilevato e si esplicheranno, nelle quantità determinate, a tempo infinito; per valutare il decorso dei cedimenti nel tempo si fa ricorso alla teoria della consolidazione, condensata nella relazione:

$$T_v = C_v \frac{t}{H^2} \quad [23]$$

Tabella 12 – Cedimenti teorici prevedibili.

TIPI DI CEDIMENTI	PUNTI DI CALCOLO				
	1	2	3	4	5
Cedimenti immediati (elastici)	1,805	3,110	4,878	3,110	1,805
Cedimenti di consolidazione	11,46	17,93	25,12	17,93	11,46
Cedimenti totali	13,26	21,04	30,00	21,04	13,26

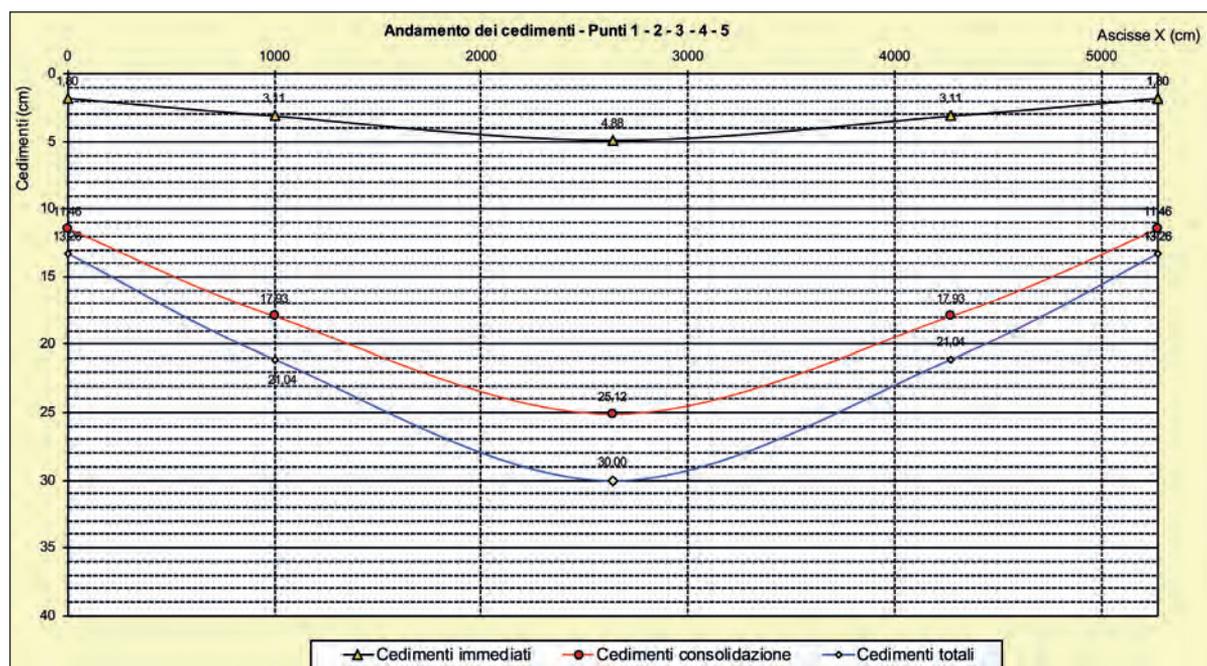


Fig. 12 – Diagramma dei cedimenti teorici prevedibili.

in cui:

- Tv** fattore tempo, adimensionale;
Cv coefficiente di consolidazione, in cm²/sec;
H semialtezza dello strato (di spessore 2H) che subisce il fenomeno della consolidazione, espressa in cm.
 Risolvendo nella [23] rispetto a **t** si ottiene:

$$t = Tv \frac{H^2}{Cv} \quad [24]$$

Il calcolo è stato effettuato, imponendo che si abbia la filtrazione, rispetto alla mezzera, nei due versi (verso l'alto e verso il basso).

Per la valutazione del coefficiente di consolidazione (**Cv**) si fa riferimento alle curve cedimento-tempo delle prove edometriche; si adotta il metodo di CASAGRANDE A. (1936), in cui i cedimenti del provino vengono diagrammati in funzione del **log t**; viene quindi determinato il tempo **t₅₀**, che può essere così introdotto nella

seguente relazione, in cui **h** = altezza del provino per ricavare il coefficiente di consolidazione:

$$Cv = \frac{0,197 \left(\frac{h}{2} \right)^2}{t_{50}} \quad (\text{cm}^2/\text{sec}) \quad [25]$$

Nel caso in esame si fa riferimento al diagramma del cedimento -log(t) del provino corrispondente all'intervallo di carico che più si avvicina alla tensione litostatica esistente alla mezzera dello strato compressibile, dal quale si ricava:

Coefficiente di compressibilità $Cv = 0,00601 \text{ cm}^2/\text{sec}$
 Per il calcolo del fattore tempo (**Tv**) si utilizza la relazione di SIVARAM & SWAMEE (1977):

$$Tv = \frac{(\pi/4)U^2}{[1-U]^{5,6}]^{0,357}} \quad [26]$$

in cui **U** = grado di consolidazione.

Per i vari valori di U si ottengono i dati della Tabella 13.

Tabella 13 – Valori del grado di consolidazione.

U(%)	Tv	Mesi	Cedimenti (cm)
1,0	0,0001	0,0005	0,251
2,0	0,0003	0,0018	0,502
3,0	0,0007	0,0041	0,754
4,0	0,0013	0,0073	1,005
5,0	0,0020	0,0113	1,256
6,0	0,0028	0,0163	1,507
7,0	0,0038	0,0222	1,758
8,0	0,0050	0,0290	2,010
9,0	0,0064	0,0368	2,261
10,0	0,0079	0,0454	2,512
11,0	0,0095	0,0549	2,763
12,0	0,0113	0,0653	3,014
13,0	0,0133	0,0767	3,266
14,0	0,0154	0,0889	3,517
15,0	0,0177	0,1021	3,768
16,0	0,0201	0,1162	4,019
17,0	0,0227	0,1311	4,270
18,0	0,0254	0,1470	4,522
19,0	0,0284	0,1638	4,773
20,0	0,0314	0,1815	5,024
30,0	0,0707	0,4086	7,536
40,0	0,1259	0,7275	10,048
50,0	0,1978	1,1429	12,560
60,0	0,2888	1,6683	15,072
70,0	0,4054	2,3422	17,584
80,0	0,5671	3,2762	20,096
90,0	0,8489	4,9046	22,608
95,0	1,1633	6,7206	23,864
98,0	1,6753	9,6790	24,618
99,0	2,1718	12,5474	24,869

Il fenomeno della consolidazione si esaurirà al tempo $t = 2,1718 \times [(300)^2 / 0,0061] = 32.522.795 \text{ sec} = 12,54 \text{ mesi}$

Nel diagramma della Figura 13 sono riportati cedimenti in funzione del tempo.



Fig. 13 – Decorso dei cedimenti nel tempo.

Condizioni di equilibrio del complesso rilevato-substrato

A causa delle scadenti caratteristiche geotecniche del substrato di fondazione del costruendo rilevato, prima dell'inizio della costruzione dello stesso, si è proceduto alle verifiche delle condizioni di equilibrio delle scarpate; per le verifiche è stato adoperato il programma "PC-STABL", sviluppato alla PURDUE UNIVERSITY (School of Civil Engineering West Lafayette - IN) nell'ambito del Federal Highway Research Project.

Il suddetto programma, che ha tutte le opzioni per effettuare le verifiche con l'attuale normativa, consente l'inserimento anche di teli di geogriglie a varie quote. Poiché la Nigeria non è zona sismica, le verifiche sono state eseguite solo in ambiente statico, con il metodo di BISHOP, con i parametri ridotti secondo le norme del British Standard, con i seguenti dati di input:

- falda coincidente con il piano di campagna;
- configurazione del rilevato come da progetto (Sezione alla Progressiva Km 1 + 200)
- sovraccarico stradale pari a $Q = 20 \text{ kPa}$
- parametri geotecnici dei terreni come da apposito precedente paragrafo.

Nella *Verifica N°1* sono state verificate N° 1600 superfici, tra cui quella più critica ha un fattore di sicurezza (cfr. Figura 14) $F_s = 1,19$, inferiore al minimo della vigente normativa.

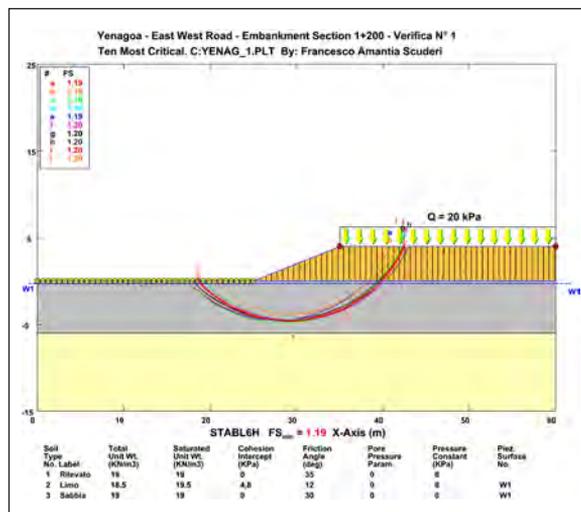


Fig. 14 – Verifica di Stabilità N° 1.

Per migliorare le condizioni di equilibrio è stato inserito alla base del rilevato un telo di geogriglia con resistenza alla trazione pari a 100 kN/m; tale intervento ha sensibilmente migliorato la stabilità del complesso rilevato-substrato, come si evince dalla Verifica N° 2 (cfr. Fig. 15), nella quale, tra le 1600 superfici analizzate, quella critica ha un fattore di stabilità $F_s = 1,40$, quindi rientrante nel campo della stabilità.

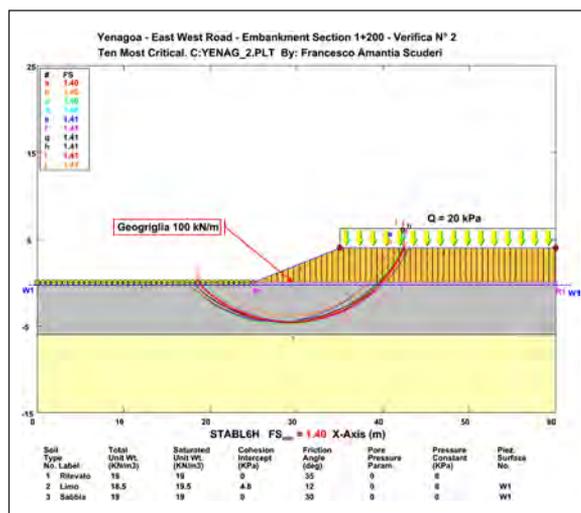


Fig. 15 – Verifica N° 2 con geogriglia alla base del rilevato.

Monitoraggio dei cedimenti di consolidazione

Per la verifica dei cedimenti di consolidazione sono stati posti in opera n° 3 assestimetri a piastra (designati

con le sigle A1, A2 ed A3), fabbricati in loco e formati da una piastra di acciaio, ancorata al terreno di fondazione, da cui spicca un'asta di acciaio a sezione circolare, del diametro di 25 mm, in spezzoni filettati e manicottati della lunghezza di m 1,0; tale asta è protetta ed isolata dal materiale del rilevato mediante un tubo corrugato in PVC di diametro 50 mm; l'estremità fuori terra dell'asta porta una "mira di misura" che viene rilevata con uno strumento topografico di precisione a tempi prestabiliti; in Figura 16 è riportato lo schema dell'assestometro.

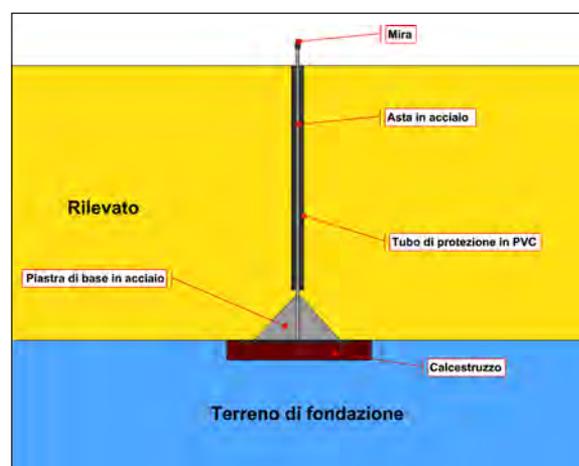


Fig. 16 – Schema dell'assestometro a piastra.

Nel tratto di strada in studio sono stati posti in opera N° 3 assestimetri come da Figura 17; nel corso dei lavori l'assestometro A3 è stato distrutto da vandali e, quindi, si è reso inutilizzabile.

Le letture degli assestimetri A1 ed A2, iniziate in data 8 gennaio 2007, sono state effettuate ad intervalli di tempo variabili, in relazione all'entità dei cedimenti rilevati; così inizialmente sono state eseguite letture con cadenza giornaliera, e successivamente con cadenze settimanali o con intervalli di tempo ancora maggiori, come riportato in Tabella 14.

Il 29 gennaio 2007 la costruzione del rilevato subì un arresto, per eventi meteorici particolarmente avversi, e riprese il 27 febbraio dello stesso anno. Alla fine del gennaio 2008 si sospesero le letture del monitoraggio in quanto i cedimenti erano chiaramente in fase di esaurimento, come si evince dal diagramma della Figura 18.

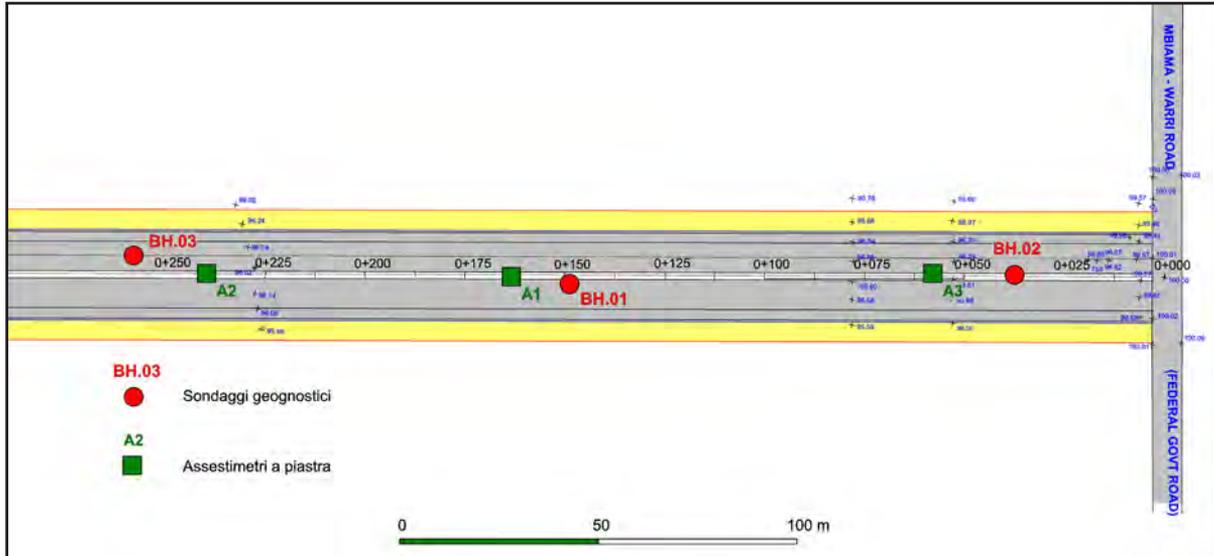


Fig. 17 – Ubicazione degli assestimetri.

Tabella 14 – Misure agli assestimetri A1 ed A2.

Data inizio	Assestmetro N°	A1	A2
08/01/07	Giorni	Cedimenti (cm)	Cedimenti (cm)
	0,00	0,25	0,25
	1,00	2,26	2,40
	2,00	3,00	3,50
	3,00	3,50	4,00
	4,00	4,50	4,60
	5,00	4,80	5,00
	6,00	5,20	5,80
	12,00	8,00	8,50
	21,00	10,00	10,20
	28,00	10,10	10,50
	35,00	10,20	11,00
	50,00	10,40	12,40
	58,00	12,00	13,20
	70,00	16,00	15,50
	98,00	19,00	18,00
	110,00	20,00	19,40
150,00	20,50	22,00	
200,00	23,40	22,50	
250,00	24,00	24,60	
Data fine	290,00	24,80	25,00
23/01/08	380,00	24,90	25,30

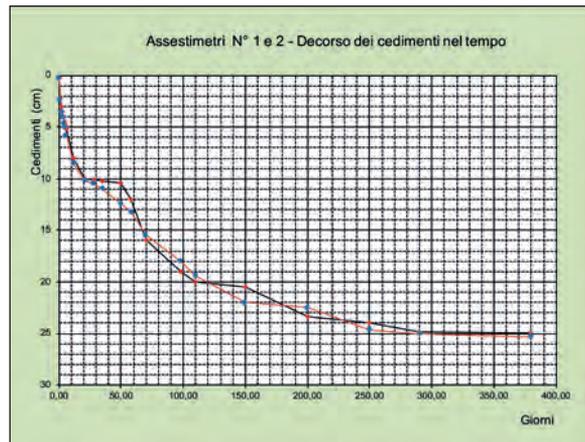


Fig. 18 – Monitoraggio dei cedimenti.

Considerazioni finali

Il calcolo dei cedimenti teorici prevedibili del rilevato stradale, in corrispondenza della Sezione alla Progressiva Km 0 + 150, ha fornito i seguenti valori:

$$\begin{aligned}
 W_{\text{immediati}} &= 4,88 \text{ cm} \\
 W_{\text{cons}} &= 25,12 \text{ cm} \\
 W_{\text{tot}} &= 30,00 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dal calcolo del decorso dei cedimenti nel tempo è risultato che il cedimento di consolidazione, corrispondente ad un grado di consolidazione $U = 99\%$, pari a cm 24,87 (cfr. Tabella 13) si sarebbe esplicato in mesi 12,56, pari a 380 giorni.

Dalle letture agli assestimetri A1 ed A2 è risultato che l'ultima lettura a 380 giorni indica che il cedimento tende all'asintoto, con cedimenti massimi di rispettivamente di cm 24,9 (assestimetro A1) e cm 25,30 (assestimetro A2).

L'affidabilità del calcolo dei cedimenti teorici prevedibili e del loro decorso nel tempo dipende da molteplici fattori, tra cui i più importanti sono sia la correttezza delle prove geotecniche di laboratorio, sia la rappresentatività dei campioni analizzati.

Nel caso in esame l'affidabilità χ risulta dal rapporto tra i cedimenti calcolati C_c (per $U = 99\%$ $C_c = \text{cm } 24,87$) e quelli reali misurati ($C_r = \text{cm } 25,10$ valore medio tra i due assestimetri):

$$\chi = \frac{C_c}{C_r} \cdot 100 = \frac{24,87}{25,10} \cdot 100 = 99\%$$

Il buon risultato del calcolo è dipeso da molteplici fattori, la cui concomitanza, certamente fortuita ed inaspettata, considerando le condizioni ambientali non sempre favorevoli, ha consentito di ottenere un ottimo risultato; tali fattori possono sintetizzarsi in:

- buona esecuzione dei sondaggi geognostici;
- disturbo limitato dei campioni durante le operazioni di prelievo;
- corretta esecuzione delle analisi geotecniche di laboratorio;
- verosimile individuazione del comportamento meccanico dei vari strati litologici, con particolare riferimento alla scelta del valore del Coefficiente di consolidazione C_v ;
- verosimile formulazione del modello geotecnico preso alla base dei calcoli;
- ridotto spessore dello strato che ha subito il fenomeno della consolidazione.

Riferimenti bibliografici

AMANTIA SCUDERI F. (2017) - *Proposta di Correlazione tra N_{spt} e Coesione non Drenata*- Geologia Tecnica & Ambientale - 1/17 - pagg. 11 - 24

BEGEMANN, HKS. (1974) - *General report for central and western Europe*. Proceedings, European Symposium on Penetration Testing, Stockholm

CASAGRANDE A. (1948) - *Classification and identification of the soils*. Transaction, ASCE, v. 113, 901

DE BEER E.E. (1965) - *Groundmechanica. Standaard Wetenschappelijke Uitgeverij*, Antwerpen, 7th ed.

FEDERAL MINISTRY OF MINES, POWER & STEEL (1984) - GEOLOGICAL SURVEY DEPARTMENT - "Geological Map Of Nigeria"

FLETCHER, G. F. A. (1965) - *Standard Penetration Test: Its uses and abuses*. Journal Soil Mechanics Foundations Division, ASCE, Vol. 91, No. SM4, pp. 67-75.

GIBBS H.J., HOLTZ W.G. (1957): "Research on Determining the Density of Sands by Spoon Penetration Testing", Proc. IV International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, London

HARA, A., OHTA, T., NIWA, M., TANAKA, S., AND BANNO, T. (1974) - *Shear modulus and shear strength of cohesive soils*. Soils and Foundations, 14(3): 1-12.

HOLL D. (1940) - "Stress trasmission in earts", Proc. Highway Res. Board, 20, 709 - 721.

SANGLERAT, G. (1972) - *The penetrometer and soil exploration: Interpretation of penetration diagrams - theory and practice*. Elsevier Pub. Co. (Amsterdam and New York)

SCHMERTMANN, J.H. (1975) - *The measurement of in situ shear strength. State of art presentation*. A.S.C.E. Specialty Conference on In Situ Measurement of Soil Properties, Raleigh, V.2, June

SHIOI Y. & FUKUNI J. (1982) - *Application of N-value to Design of Foundation in Japan*. Proceedings of the Second European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam

SIVARAM B. E SWAMEE P. (1977) - "A computational method for consolidation coefficient" "Soils and Found", V. 17, pp. 48 - 52.

SKEMPTON A.W. E BJERRUM L. (1957) - "A contribution to the settlements analysis of foundations on clay". *Géotechnique*, vol. 7, n° 4, 168 - 178.

STACHER, P. (1995) - *Present understanding of the Niger Delta hydrocarbon habitat*. Oti, M.N., and Postma, G., eds., *Geology of Deltas*: Rotterdam, A.A. Balkema, p. 257-267.

STEINBRENNER W. (1934) - "*Tafeln zur Setzungberechnung*". Die Strasse.

STROUD, M.A. (1974) - *The standard penetration test in insensitive clays and soft rocks*. Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing ESOPT, Stockholm 1974. Stockholm, National Swedish Building Research, pp. 367-375

TERZAGHI, K. & PECK, R. B. (1948) - *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley and Sons, New York; Chapman and Hall, London.

TUTTLE M.L.W., CHARPENTIERR, R. & BROWN-FIELD, M. E. (1999) - U.S.G.S. - *The Niger Delta Petroleum System: Niger Delta Province, Nigeria, Cameroon and Equatorial Guinea, Africa*. Denver, Colorado, USA.

U.S. DESIGN MANUAL SOIL MECHANICS (Department of the Navy - Naval Facilities Engineering Command), NAVFAC DM-7.1 - May 1982

IL TUO BUSINESS NON CONOSCE CONFINI.



JEEP COMPASS. BORN TO BE WILD.

Gamma Compass: Consumo di carburante ciclo misto (l/100 km): 8.3 – 5.1; emissioni CO₂ (g/km): 190 – 128 con valori omologati determinati in base al ciclo NEDC di cui al Regolamento (UE) 692/2008. I valori sono indicati a fini comparativi e potrebbero non riflettere i valori effettivi.

Jeep® è un marchio registrato di FCA US LLC.

Jeep[®]
THERE'S ONLY ONE

Le attività di gestione tecnica dell'emergenza. L'esperienza Sisma Centro Italia e i numeri dell'agibilità

Vincenzo Albanese, Filomena Papa, Angelo Giuseppe Pizza, Sabato Sergio, Carmelo Vairo,
Dipartimento della Protezione Civile

Sommario

La presente memoria propone una disamina delle attività di gestione tecnica dell'emergenza all'interno del complesso quadro delineatosi nella crisi sismica che ha interessato il centro Italia, a partire dall'evento del 24 agosto 2016. Il lavoro delinea l'ambito di azione della Funzione "Censimento Danni ed Agibilità post evento" e documenta la strategia adottata per l'espletamento delle attività di sopralluogo e verifica degli edifici danneggiati, tratteggiandone l'evoluzione temporale in relazione alle diverse esigenze poste dal delicato e mutevole contesto emergenziale. Vengono descritti gli strumenti tecnici utilizzati ed un particolare spazio è dedicato al contributo dei geologi ed alla scheda Ageotec, novità introdotta in occasione di tale evento per gli approfondimenti di tipo geologico-geotecnico. Il lavoro documenta, altresì, l'impegno profuso nella gestione informatizzata delle attività, attraverso l'ausilio del software Agitec e dell'applicativo Erikus, che ha supportato le attività di georeferenziazione e mappature tematiche. Infine, vengono proposti alcuni risultati in termini di attività di sopralluogo e risorse impiegate.

1. Introduzione

Al fine di inquadrare le attività di cui al presente lavoro, è importante sottolineare in premessa che le stesse si collocano all'interno di una specifica struttura organizzativa emergenziale.

Con il Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n.2624 del 28 agosto inerente alla composizione ed al funzionamento della Direzione di Comando e Controllo (Dicomac), ubicata in Rieti, una specifica Funzione, denominata Censimento Danni e Rilievo Agibilità post evento (di seguito denominata Funzione Agi), viene prevista tra le Funzioni di supporto nell'articolazione della struttura (rif. Programma nazionale di soccorso per il rischio sismico,

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 gennaio 2014 - Gazzetta Ufficiale n. 79 del 4 aprile 2014). Successivamente, con la chiusura della Dicomac, fissata in data 7 aprile 2017 con OCDPC n. 444 del 04/04/2017, è subentrata senza soluzione di continuità una specifica Struttura di Missione denominata "Sisma Centro Italia", istituita e disciplinata con Decreti del Capo Dipartimento della Protezione Civile.

In particolare, con i suddetti Decreti, la Funzione Agi viene incaricata di proseguire nel coordinamento delle attività di competenza fino al soddisfacimento delle esigenze legate alla gestione dell'emergenza, continuando ad operare sia presso la sede del Dipartimento in Roma, sia presso le strutture operative in Rieti.

Infine, con OCDPC n.484 del 29/09/2017, viene disciplinato il trasferimento di competenze alle Regioni interessate dagli eventi sismici del Centro Italia. Le Regioni medesime, a far data dal 30/09/2017, hanno assunto, per gli ambiti territoriali di rispettiva competenza, il coordinamento operativo delle attività di ricognizione dei danni al patrimonio edilizio attraverso le schede AeDES, GI-AeDES e FAST, fatta eccezione per la loro informatizzazione, digitalizzazione ed elaborazione GIS, rimaste in carico all'unità di gestione informatica presso il Data Entry (DE) di Rieti. L'attività in Rieti ed il conseguente trasferimento delle attività di archiviazione ed informatizzazione delle schede di agibilità alle dirette competenze delle Regioni, con relativa consegna alle stesse dell'archivio cartaceo delle schede di agibilità, si sono concluse in data 06/04/2018.

2. Inquadramento ed ambito di azione della Funzione Censimento Danni e Rilievo Agibilità post evento (Agi)

La Funzione Agi ha come obiettivo la valutazione dei danni e la verifica di agibilità di edifici ed altre strutture interessate dall'evento (edilizia ordinaria pubblica e privata, scuole,

servizi essenziali, infrastrutture pubbliche, attività produttive, etc.), da conseguire attraverso l'impiego coordinato di squadre di tecnici per le verifiche speditive di agibilità, da effettuarsi in tempi ristretti ai fini di un tempestivo rientro della popolazione coinvolta nelle proprie abitazioni e di una rapida ripresa delle attività.

Per un'efficiente organizzazione delle attività, la Funzione Agi, nel suo assetto operativo a regime, è stata strutturata in un gruppo tecnico di coordinamento, un'unità operativa ed un'unità di gestione informatica, con il supporto di un'unità di segreteria interna.

Il gruppo tecnico di coordinamento, costituito da funzionari del Dipartimento della Protezione Civile (di seguito DPC) con competenze tecnico-amministrative, è preposto all'attività di raccordo con le altre Funzioni e con le componenti istituzionali esterne, nonché delle indispensabili attività formative ed informative per i tecnici agibilitatori e per i funzionari delle regioni/enti locali interessati dagli eventi. Si occupa, altresì, di fornire indicazioni su temi di competenza per l'emissione di ordinanze e di circolari procedurali e di indirizzo, di trattare richieste di chiarimenti ed approfondimenti relativi alla gestione dei sopralluoghi ed a temi connessi, di recepire segnalazioni provenienti dal territorio e di curare i rapporti con i centri di coordinamento locali. Qualora necessario, fornisce il proprio supporto tecnico ad altre Funzioni, quali Assistenza Scolastica, Salvaguardia Beni Culturali, Sanità (per le attività produttive/aziende agricole), Tecnica di Valutazione, Accessibilità e Mobilità, Stampa e Comunicazione, Supporto Amministrativo e Finanziario e Supporto Giuridico. Inoltre, si occupa dell'individuazione di eventuali competenze aggiuntive in diversi settori (vulnerabilità, normativa, monitoraggio, etc.) per la soluzione di diverse problematiche che si possono presentare di volta in volta nella gestione della Funzione stessa.

L'unità operativa della Funzione è costituita da funzionari del DPC con competenze tecniche ed ha compiti di gestione e funzionamento. È preposta principalmente alla gestione e programmazione dei sopralluoghi e delle squadre:

- si occupa delle attività di reclutamento, accreditamento e istruzione delle squadre di tecnici e di operatori a supporto;
- si raccorda con i centri di coordinamento territoriali per recepire le esigenze di risorse per i sopralluoghi, espresse dal territorio interessato dall'evento, e pianificare le attività, puntando all'ottimizzazione delle risorse tecniche disponibili;
- quantifica le squadre di tecnici esperti da attivare per le verifiche speditive di agibilità, da richiedere ai diversi soggetti istituzionalmente coinvolti (Regioni, Consigli Nazionali dei professionisti, Strutture operative, Centri di competenza, etc.);
- gestisce operativamente le squadre attivate dei tecnici,

programmandone la dislocazione sul territorio;

- cura il controllo formale della compilazione delle schede di agibilità;
- si occupa di coordinare le attività di supporto ai Coc attraverso l'impiego di tecnici volontari, preposti a coadiuvare i centri operativi nelle attività di competenza della Funzione a livello locale, con particolare riguardo alla predisposizione dei piani di sopralluogo, gestione e trattamento degli esiti di agibilità;
- supporta l'organizzazione delle attività dei Gruppi Tecnici di Sostegno (GTS).

L'unità di gestione informatica si occupa di Data Entry, reportistica, manutenzione, assistenza ed aggiornamento evolutivo del sistema in relazione alle esigenze emergenziali, aspetti cartografici.

Attraverso l'unità di gestione informatica, la Funzione Agi provvede quotidianamente alla redazione di report sull'andamento dei sopralluoghi, riportando in forma tabellare e grafica i dati dei sopralluoghi effettuati (giornalieri e cumulati), distinti per Comune e per esito di agibilità, oltre che i dati sulle squadre operative impegnate, il numero di istanze presentate ed il numero di sopralluoghi residui.

La segreteria di Funzione opera a supporto della Funzione stessa per le attività di amministrazione, archiviazione, protocollo, gestione posta, etc..

Per le attività della segreteria, dell'unità operativa e dell'unità di gestione informatica, la Funzione si è avvalsa di personale volontario allo scopo attivato.

3. Strategia adottata

La prima fase delle attività, nei giorni immediatamente successivi all'evento del 24 agosto 2016, ha visto la Funzione Agi impegnata nella definizione delle azioni preliminari, nell'organizzazione delle attività e nella definizione della strategia generale.

Sulla base delle analisi di scenario e delle informazioni derivanti dalle ricognizioni dirette sul campo, in relazione al quadro di danneggiamento evidenziatosi, è stata definita e tarata la tipologia dell'intervento operativo e la modalità organizzativa delle attività.

Sono state poste in essere le seguenti azioni preliminari:

- in data 24 agosto con note ufficiali i Consigli Nazionali dei professionisti sono stati invitati a mobilitare i tecnici idonei per le attività di gestione tecnica, censimento danni ed agibilità post evento delle costruzioni. Analoga mobilitazione è stata chiesta alle Regioni e Province autonome tramite la Commissione Speciale di Protezione Civile;
- è stato attivato il software Agitec per la gestione informatizzata delle attività di schedatura e valutazione di agibilità degli edifici, già predisposto dal Dipartimento nell'ambito del contratto in essere con il proprio

- partner informatico;
- è stata predisposta la cartografia di base con la numerazione degli aggregati strutturali, secondo la codifica prevista nel Manuale Aedes e recepita nelle Specifiche di contenuto per i DataBase Geotopografici;
- è stata analizzata la dislocazione delle zone maggiormente colpite per fare una prima generale programmazione delle possibili aree iniziali in cui concentrare i sopralluoghi di agibilità;
- è stato proposto l'utilizzo del software Erikus predisposto da Regione ed Arpa Piemonte per la gestione delle attività di sopralluogo presso i Centri Operativi Comunali (Coc);
- è stata richiesta l'attivazione dell'organizzazione di volontariato Lares a supporto delle attività della Funzione in Dicomac;
- sono state organizzate delle riunioni di coordinamento preliminari per l'attivazione delle Regioni interessate dal sisma relative all'attività di censimento danni, indirizzate anche ai tecnici dei Comuni interessati per la condivisione di procedure, modulistica e applicativi informatici.

3.1. Organizzazione dei sopralluoghi di agibilità

I sopralluoghi di agibilità sul campo sono stati fin dal principio organizzati nel rispetto di quanto disposto dai DPCM 5 maggio 2011, DPCM 8 luglio 2014 e DPCM 14 gennaio 2015, attraverso l'ausilio delle schede Aedes (Scheda per il rilevamento dei danni, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica) e GI-Aedes (Scheda di valutazione di danno e agibilità post-sisma per edifici a struttura prefabbricata o di grande luce), avvalendosi di tecnici in possesso dei requisiti per l'iscrizione nell'istituto Nucleo Tecnico Nazionale (NTN). Detti requisiti consistono nell'aver frequentato e superato con esito positivo specifici corsi di formazione organizzati dagli Ordini e Collegi professionali, sulla base degli accordi sottoscritti tra il Dipartimento della protezione civile ed i rispettivi Consigli Nazionali degli Ingegneri, Architetti e Geometri, oppure dalle Amministrazioni regionali per i tecnici delle Pubbliche Amministrazioni; in alternativa, per i dipendenti pubblici, il requisito della formazione può essere sostituito da una qualificazione documentata di esperienza nel settore dell'agibilità. Alla data del 24 agosto 2016 i tecnici che possedevano il requisito di idoneità per una qualificata formazione erano complessivamente 6209, di cui 4473 liberi professionisti e 1736 dipendenti di Pubbliche Amministrazioni.

La campagna di sopralluoghi è stata impostata individuando come prioritarie le verifiche di agibilità su edifici pubblici e su edifici scolastici, con l'obiettivo di consentire una rapida ripresa delle relative attività. Fin dai primi giorni tali verifiche sono state avviate direttamente dalle

Regioni interessate. Dal 29/08/2016 le attività di sopralluogo su tali edifici sono partite sotto il coordinamento diretto della Funzione Agi in Dicomac, attivando squadre di esperti prevalentemente dei Centri di Competenza.

I sopralluoghi sull'edilizia ordinaria sono stati avviati il 5/09/2016, ad opera di squadre di tecnici agibilitatori, pubblici dipendenti, mobilitati dalle Regioni, cui si sono aggiunte, a partire dal giorno successivo (6/09/2016), le squadre di tecnici mobilitate per il tramite dei Consigli Nazionali degli Ingegneri, Architetti e Geometri.

Inoltre, a partire dal 12/09/2016 sono stati mobilitati i geologi per il tramite del Consiglio Nazionale Geologi per attività di ricognizione delle evidenze di problematiche geologico- tecniche strettamente correlate all'agibilità degli edifici ordinari e a grandi luci e la predisposizione della correlata cartografia con redazione di brevi monografie. I geologi sono stati, altresì, impiegati che per il supporto tecnico alla Funzione, attraverso esperti Gis, con particolare riguardo alle attività cartografiche e di gestione dell'applicativo Erikus presso i Centri di Coordinamento locali.

La Funzione Agi ha curato l'organizzazione quotidiana delle squadre disponibili e la relativa dislocazione sul territorio presso i Centri di coordinamento regionale ed in taluni casi (i.e. Amatrice e Accumoli), sulla base di specifici accordi intercorsi, direttamente presso i Centri operativi comunali. Tali squadre sono state distribuite dalla Funzione Agi sulla base delle necessità rappresentate giornalmente dai centri di coordinamento locali, con un notevole lavoro di interfaccia e calibrazione delle risorse disponibili.

3.2. Supporto ai Centri operativi comunali

Considerato che fin dal principio nei Comuni colpiti si è evidenziata una particolare difficoltà gestionale delle attività di competenza a livello locale, si è scelto di garantire un adeguato supporto ai Centri operativi comunali attraverso il coinvolgimento di tecnici geometri volontari dell'associazione Agepro, che si sono avvicendati con continuità nei centri maggiormente interessati. Ad essi si sono aggiunti i geologi esperti, che hanno, nello specifico, assicurato supporto a tutta l'attività connessa alle elaborazioni Gis. Nella strategia di supporto a livello locale, la Funzione ha proposto fin dai primi giorni l'utilizzo dell'applicativo Erikus, in grado di coadiuvare la gestione delle attività connesse al recepimento delle istanze di sopralluogo, alla redazione dei piani di sopralluogo e dei fascicoli informativi per le squadre di agibilitatori, al caricamento ed al monitoraggio degli esiti di agibilità. L'azione di supporto ai Coc ha visto, pertanto, operare in prima linea funzionari esperti di Regione ed Arpa Piemonte, che hanno provveduto all'installazione dell'applicativo nei Comuni, in relazione alle richieste via via pervenute, ed alle necessarie attività

di addestramento ed affiancamento dei tecnici comunali e dei volontari a supporto.

3.3. Introduzione procedura FAST

Alla data del 30 ottobre 2016 la Funzione Agi aveva coordinato ed effettuato circa 30.000 sopralluoghi, tra edifici pubblici, privati e scuole, secondo la procedura Aedes come codificata per norma. Il rigore del metodo costruito in anni di lavoro, la formazione e la capacità professionale dei tecnici impiegati hanno sicuramente contribuito a far sì che, a fronte delle successive scosse di ottobre, ed in particolare di quella di magnitudo 6.5 del 30 ottobre 2016, non si registrassero ulteriori perdite di vite umane. Tuttavia a seguito di quest'ultimo sisma, data l'estensione dell'area coinvolta e l'elevato numero di strutture da controllare, compresi i fabbricati già verificati dopo il sisma del 24 agosto dichiarati allora agibili o temporaneamente o parzialmente inagibili, si è reso necessario rimodulare la strategia delle verifiche di agibilità post-sisma. È stata quindi introdotta, con l'ODPC n.405 del 10/11/2016, una procedura semplificata per accertare celermente le abitazioni agibili e garantire un tempestivo rientro nelle abitazioni.

Tale procedura, definita FAST (rilevamento sui Fabbricati per l'Agibilità Sintetica post- Terremoto), prevede una rapida ricognizione da effettuarsi o su singoli edifici o a tappeto su tutti i fabbricati ubicati in aree perimetrate indicate dai Sindaci stessi. L'esito della valutazione va riportato su una scheda sintetica (scheda Fast) finalizzata a selezionare gli edifici agibili rispetto a quelli non utilizzabili immediatamente per una compromissione delle condizioni di sicurezza ascrivibile ad un danneggiamento del fabbricato o per condizioni di rischio esterno. In considerazione della procedura semplificata e dell'introduzione di uno strumento sintetico non soggetto ai vincoli di compilazione connessi al DPCM 8 luglio 2014, la medesima Ordinanza ha previsto che i sopralluoghi Fast potessero essere effettuati da professionisti architetti, ingegneri e geometri abilitati all'esercizio della professione relativamente a competenze di tipo tecnico e strutturale nell'ambito dell'edilizia ed iscritti ad un ordine/collegio professionale, oppure tecnici in organico alle Pubbliche Amministrazioni.

In un primo momento la procedura Fast è stata introdotta per una rapida ed urgente valutazione del fabbisogno delle soluzioni abitative di breve termine (moduli container) nei Comuni maggiormente colpiti. Pertanto i Sindaci sono stati invitati a richiederne l'attivazione principalmente in relazione a tale finalità.

Successivamente, in ragione del crescente numero di istanze di sopralluogo pervenute, della pressante richiesta da parte del territorio e della riduzione progressiva delle squadre di tecnici, messe a disposizione dei Consigli Nazionali dei professionisti, è stato necessario nuovamente modificare la strategia di approccio.

Con l'entrata in vigore dell'Ordinanza 422/2016, pubblicata in Gazzetta Ufficiale in data 27/12/2016, la procedura Fast è stata identificata come l'unico livello di verifica coordinata dalla Dicomac, in risposta alle istanze di primo sopralluogo presentate dal cittadino. Pertanto, il sopralluogo Fast, con esito di non utilizzabilità è divenuto il presupposto indispensabile per il cittadino per poter attivare la procedura con scheda Aedes (per edifici ordinari) o GL-Aedes (per strutture prefabbricate o di grande luce), affidando un incarico ad un tecnico libero professionista direttamente incaricato dal cittadino stesso, in base all'Ordinanza Commissariale n. 10 del 19/12/2016.

Solo in alcuni casi specifici - previsti dal comma 5, art. 1 della ordinanza 422 e s.m.i. - le verifiche Aedes sono rimaste in capo al coordinamento Dicomac e precisamente per i rilievi su edifici pubblici; su edifici privati nei comuni di Amatrice, Accumoli e Arquata del Tronto; nelle zone rosse di Norcia e Preci; su edifici privati già verificati con scheda Fast con esito "non eseguito per approfondimento Aedes" o esito "non utilizzabile per rischio esterno"; per sopralluoghi ripetuti su richiesta del cittadino accompagnata da perizia asseverata di un tecnico di parte; per sopralluoghi su edifici privati da ripetere in seguito a verifiche con scheda Aedes riportanti esito "D".

In relazione a questa scelta strategica, concordata con il Commissario per la ricostruzione, questi ha emanato la suddetta Ordinanza n. 10/2016 recante "Disposizioni concernenti i rilievi di agibilità post sismica conseguenti agli eventi sismici che hanno colpito il territorio delle Regioni Lazio, Marche, Umbria e Abruzzo a partire dal giorno 24 agosto 2016", che disciplina le modalità con cui i professionisti, individuati dai proprietari (o aventi diritto) debbano redigere le schede Aedes.

3.4. Gestione informatizzata delle attività

Dal punto di vista della gestione informatizzata delle attività a livello di Dicomac/Struttura di missione è stato utilizzato il sistema Agitec, già predisposto dal Dipartimento nell'ambito del contratto in essere con il proprio partner informatico. Il sistema è stato utilizzato per tutte le funzionalità inerenti la gestione e l'accreditamento dei tecnici, il caricamento delle schede Aedes, GL-Aedes e Fast, la reportistica.

Per il concreto funzionamento del sistema Agitec è stata creata un'apposita struttura, decentrata rispetto ai locali della Dicomac/Struttura di missione, dotata di circa 50 postazioni ed attrezzature ad hoc anche per le attività di scansione, oltre che di personale dedicato.

In particolare, per le attività dell'unità informatica (di seguito denominata Data Entry) sono stati utilizzati, fino al 30 settembre 2017, professionisti (prevalentemente geometri e ingegneri), coinvolti a titolo volontario per il tramite dei Consigli nazionali di appartenenza. A partire dal

24 ottobre 2017, il completamento delle attività è stato affidato ad un service esterno, a fronte di una specifica procedura di gara d'appalto, conclusasi con l'affidamento a ditta privata, che ha operato dal 24 ottobre 2017 al 5 aprile 2018.

A livello locale è stato utilizzato il già citato sistema Erikus, predisposto da Regione ed Arpa Piemonte. A tale fine, è stata stipulata apposita Convenzione con Regione e Arpa Piemonte, con specifico riferimento al supporto tecnico-specialistico prestato dai funzionari regionali a supporto della Funzione sia in Dicomac/Struttura di missione che presso le strutture di coordinamento regionale e comunale. Per entrambi gli applicativi sono stati necessari aggiornamenti evolutivi in corso d'opera per adattare i sistemi alle mutate esigenze emergenziali ed alle nuove procedure introdotte, con particolare riferimento alla procedura Fast. Analogamente è stato realizzato l'adattamento del sistema Agitec per il passaggio di consegne alle Regioni, con relativa segmentazione del Data base e profilatura di utenze differenziate per l'accesso e la gestione dei dati di relativa competenza.

Attraverso l'applicativo Agitec, la Funzione Agi ha curato anche il trasferimento periodico dei dati relativi agli esiti dei sopralluoghi per agevolare le attività di informazione dei Comuni ai propri cittadini.

Tale attività ha previsto rilasci periodici di dati, incluse le scansioni di tutte le schede di rilievo, a favore dei Centri di coordinamento regionale e di alcuni Comuni tra quelli maggiormente colpiti (Amatrice, Arquata del Tronto, Accumoli, Norcia, Montegallo, etc.).

Il trasferimento periodico di dati è andato progressivamente chiudendosi a partire dai primi mesi del 2017, man mano che sono state rilasciate ai Centri di coordinamento regionali utenze dirette di accesso al sistema Agitec in modalità "visualizzazione".

Di seguito si sintetizza il flusso delle attività che sono state eseguite dal personale DPC presso il Data Entry:

- formazione continua ai tecnici sull'uso di Agitec e procedure di inserimento;
- controllo della qualità di informatizzazione e digitalizzazione delle schede;
- gestione e archiviazione del cartaceo;
- rettifiche alle schede comunicate dai Centri operativi comunali o regionali;
- gestione degli accreditamenti e/o estensioni delle operatività dei tecnici e loro informatizzazione;
- attività di supporto alle Regioni e ai Centri operativi comunali (rilasci periodici di dati e schede in formato pdf, etc.);
- realizzazione di numerosi applicativi di supporto per le attività;
- reportistica;
- gestione di n. 6 postazioni GIS dedicate all'editing di

oggetti in Erikus;

- supporto alla rendicontazione dei tecnici.

4. Strumenti tecnici utilizzati – Le schede Aedes e GI-Aedes

La Funzione ha operato secondo strumenti consolidati e codificati in occasione di precedenti eventi sismici, regolati sotto il profilo normativo, integrati con procedure operative opportunamente adattate per le contingenze emerse con l'emergenza sismica in Italia Centrale.

Gli strumenti tecnici principali per lo svolgimento dei sopralluoghi di agibilità e danno post-sisma, la scheda di rilievo Aedes (Agibilità e Danno nell'Emergenza Sismica) ed il relativo Manuale d'uso, sono stati infatti approvati con il DPCM 5 maggio 2011 (pubblicato nella G.U.R.I. n.113 del 17/05/2011) ed il successivo DPCM 8 luglio 2014 (pubblicato nella G.U.R.I. n.243 del 18/10/2014), e sono stati utilizzati precedentemente già a partire dai terremoti umbro-marchigiani del 1997. Per il rilievo dei danni sulle strutture prefabbricate di grande luce, la Funzione si avvale della scheda GI-Aedes e relativo manuale d'uso approvati con DPCM 14 gennaio 2015 (pubblicato nella G.U.R.I. n.61 del 14/03/2015). In particolare, con la pubblicazione nel DPCM del 5 maggio 2011, "Approvazione del modello per il rilevamento dei danni, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica e del relativo manuale di compilazione", la scheda Aedes ed il relativo Manuale sono divenuti, non solo di fatto, ma anche per norma, gli strumenti di riferimento ufficiali, di cui "le Amministrazioni dello Stato, le Regioni, le Province autonome e gli Enti locali dotano le proprie strutture ... per utilizzarli in occasione di eventi sismici per il rilevamento speditivo dei danni, la definizione di provvedimenti di pronto intervento e la valutazione dell'agibilità post-sismica degli edifici ordinari". Quindi, gli edifici cui fa riferimento la scheda Aedes sono intesi come unità strutturali di tipologia costruttiva ordinaria (tipicamente quella in muratura, in acciaio o in c.a., intelaiato o a setti) dell'edilizia per abitazioni e/o servizi. È esclusa, pertanto, l'applicazione della scheda stessa agli edifici a tipologia specialistica (capannoni industriali, edilizia sportiva, teatri, chiese, etc.) o monumentale. Infatti, la Scheda di valutazione di danno e agibilità post-sisma per edifici a struttura prefabbricata o di grande luce GL-AeDES (Grande Luce Agibilità e Danno nell'Emergenza Sismica) è finalizzata al rilevamento delle caratteristiche tipologiche, del danno e dell'agibilità di edifici di grande luce o a struttura prefabbricata nella fase di emergenza che segue il terremoto. Tali edifici non sono impiegati nel solo ambito industriale, come spesso si è portati a pensare, ma, con estensioni e forme estremamente variabili, possono inserirsi in svariati e molteplici ulteriori contesti,

quali aree agricole, zone a destinazione residenziale, zone dedicate ad uffici o al terziario, così come possono essere adibiti a strutture commerciali, ospedaliere, destinate alla logistica, depositi, etc.. Edifici caratterizzati da diverse destinazioni d'uso, ma soprattutto da differenti epoche di costruzione, inoltre, coesistono spesso a stretto contatto (è tipica, soprattutto in zona industriale, la presenza di ampliamenti insistenti direttamente sulla struttura esistente e realizzati anche in epoche relativamente distanti fra loro). Caratteristica comune è, comunque, il fatto che tali strutture abbiano generalmente un'età inferiore a 100 anni. Pertanto, tipicamente la scheda GL-Aedes è utilizzabile per edifici a tipologia specialistica, in cemento armato in opera o prefabbricato, muratura, acciaio, legno, quali capannoni industriali, edilizia sportiva, centri commerciali, mercati coperti, parcheggi, etc., purché di grande luce. Per grande luce è da intendersi una dimensione minima delle campate dell'ordine di grandezza di circa 10 m.

Entrambe le schede, Aedes e GL-Aedes, sono composte da nove sezioni (ovviamente con un grado di approfondimento molto diverso), che di fatto individuano un percorso guidato di analisi, finalizzato ad indirizzare l'emissione del giudizio finale.

Sia per la scheda Aedes che per la scheda GL-Aedes, ai rilevatori è richiesto di formulare una valutazione sull'agibilità del manufatto. Tale dichiarazione consiste, esclusivamente, nel verificare che la funzionalità (statica) dello stabile, quale si presentava prima del sisma, non sia stata sostanzialmente alterata a causa dei danni provocati dal sisma stesso. Non va intesa, quindi, come una verifica sismica, né comporta calcoli ed approfondimenti numerici e sperimentali, né sostituisce gli obblighi relativi alla sicurezza nei luoghi di lavoro. Infatti: la valutazione di agibilità in emergenza post-sismica è una valutazione temporanea e speditiva – vale a dire formulata sulla base di un giudizio esperto e condotta in tempi limitati, in base alla semplice analisi visiva ed alla raccolta di informazioni facilmente accessibili – volta a stabilire se, in presenza di una crisi sismica in atto, gli edifici colpiti dal terremoto possano essere utilizzati restando ragionevolmente protetta la vita umana. Ciò significa che l'agibilità si fonda sull'analisi del quadro di danneggiamento da valutare con riferimento alle caratteristiche comportamentali costruttive (e delle eventuali gravi carenze strutturali) del manufatto analizzato, ed è finalizzata a distinguere in tempi brevi condizioni di rischio per gli utilizzatori. Ne risulta che a seguito di una scossa successiva, di intensità non superiore a quella per cui è richiesta la verifica, sia ragionevole supporre che non ne derivi un incremento significativo del livello di danneggiamento generale.

Tale definizione presuppone la conoscenza della massima intensità che può verificarsi al sito nel corso della crisi sismica, e cioè dell'evento di riferimento rispetto al quale

formulare il giudizio di agibilità. Le procedure utilizzate in altri Paesi ad alta sismicità, per esempio California e Grecia, indicano chiaramente che l'evento di riferimento per la valutazione dell'agibilità sia paragonabile a quello della scossa che ha motivato le ispezioni. Tale impostazione è assunta come criterio di riferimento anche in Italia. Utile strumento in merito, quindi, è rappresentato dalla pubblicazione del rilievo macrosismico con le intensità riportate per le località interessate dal sisma, da parte degli Enti preposti.

L'osservazione e l'interpretazione del danno apparente causato dal sisma – quello rilevabile ad un esame visivo – permettono di individuare le modifiche subite dagli elementi strutturali (suddivisi nei livelli D0, D1, D2-D3, D4-D5) e non strutturali, nonché la gravità di tali modificazioni ai fini della riduzione della sicurezza dell'edificio. La lettura dei danni apparenti consente nel caso di quadri fessurativi rilevanti (separazione evidente di paramenti murari, crolli anche parziali, rottura di nodi di telai, etc.) di dichiarare immediatamente l'inagibilità dell'edificio per manifesta carenza di sicurezza strutturale residua (e a volte anche l'inagibilità di edifici adiacenti o vicini per rischio indotto su altri spazi e/o manufatti). Nel caso di danni non rilevanti consente, invece, di comprendere quali siano stati i meccanismi resistenti mobilitati, le modificazioni prodotte dall'evento sulle strutture e, quindi, di stimare quanta dell'originaria resistenza sia stata ridotta dal sisma.

Al fine di evitare comportamenti non uniformi da parte dei tecnici e disomogeneità nelle valutazioni e nel giudizio finale, i Manuali di compilazione delle schede estendono le istruzioni sintetiche riportate alla fine della scheda stessa, così da fornire uno strumento di riferimento, non solo per un corretto addestramento dei rilevatori, ma soprattutto per una piena presa di coscienza dei principi informativi della scheda. È evidente che una corretta utilizzazione della scheda è condizionata da una piena comprensione, da parte del rilevatore, dei comportamenti sismici attesi per i diversi elementi strutturali, in modo che si riesca a sviluppare una capacità di giudizio autonoma di corretta associazione tra tipologia costruttiva e comportamento. Il dover esercitare, comunque, un giudizio di merito sui singoli elementi conduce, inevitabilmente, a costruire nella propria mente un giudizio complessivo sulle caratteristiche costruttive dell'edificio, che, associato al giudizio del danno, consente di pervenire ad un maturato giudizio di agibilità. Un punto cruciale nell'approccio al sopralluogo riguarda la corretta identificazione (strutturale) del manufatto oggetto di analisi, che va individuato nell'edificio strutturalmente inteso all'interno di un aggregato strutturale, da intendersi quale insieme di edifici non omogenei, a contatto o con un collegamento più o meno efficace, che possono interagire sotto un'azione sismica o dinamica in genere. Quindi,

all'interno degli aggregati vanno individuati gli edifici, definiti come unità strutturali omogenee e in genere distinguibili dagli edifici adiacenti per organismo statico unico, tipologia costruttiva, differenza di altezza, età di costruzione, sfalsamento dei piani, etc..

Al termine del sopralluogo, la squadra è chiamata ad esprimere una valutazione sulle condizioni di agibilità dell'edificio. In particolare, per il giudizio 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 (edificio ispezionato-potenzialmente agibile nel caso di scheda G1-Aedes); 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 (che va utilizzato in multiscelta in aggiunta alla valutazione sull'esito intrinseco). La compilazione della scheda quindi deve concludersi con l'attribuzione di un solo esito intrinseco riferito all'edificio oggetto di valutazione (da individuare tra i cinque di cui al punto precedente), che deve essere assolutamente univoco, senza possibilità di tipo multiscelta. In aggiunta, qualora l'edificio presenti anche condizioni di rischio (alto o basso con provvedimenti) connesse a cause esterne all'immobile, va barrata in multiscelta anche la casella dell'esito F, corrispondente all'inagibilità per cause esterne. Ciò consente, una volta rimosse le eventuali condizioni di rischio esterno, di non perdere l'informazione sull'esito intrinseco del manufatto.

Si ritiene necessario riportare sintetiche informazioni anche sulla scheda C-Aedes per il rilevamento del danno e dell'agibilità dei manufatti in complessi cimiteriali, adoperata nel corso della crisi sismica del Centro Italia.

Ciascuna scheda C-Aedes può essere compilata con riferimento a porzioni di cimitero (sotto aree da perimetrare ed evidenziare su mappa), o per un intero cimitero, qualora questo fosse di piccole dimensioni. Essa è da intendersi quale allegato di una scheda Aedes (quadro di unione) riferita all'intero complesso cimiteriale.

Nella scheda Aedes di unione vanno compilate esclusivamente le sezioni 1, 8 e 9, riportando la mappa d'insieme dell'intero complesso cimiteriale, nella quale vanno evidenziate le sotto aree analizzate in dettaglio in una singola scheda C-Aedes. Sulla stessa mappa vanno numerati i singoli edifici cimiteriali. Inoltre, sulla medesima mappa per ciascun edificio cimiteriale la squadra riporta l'esito di agibilità, come derivante dalle singole schede C-Aedes. Nella scheda C-Aedes va poi riportata la mappa di dettaglio della porzione del complesso cimiteriale analizzata. Per il singolo manufatto, la tipologia va distinta in Cappella,

Edicola funeraria, Altro. Per l'analisi del danno è sufficiente un'analisi sintetica del danno globale dell'edificio cimiteriale analizzato, distinto nei soliti livelli: D0, D1, D2-D3, D4-D5. L'esito di agibilità, che fa riferimento alla già riportata definizione, va emesso sinteticamente per ogni bene esaminato. Nella sezione dei provvedimenti suggeriti di pronto intervento di rapida realizzazione, vanno riportati con riferimento agli ID dei singoli edifici cimiteriali i provvedimenti connessi agli esiti B e/o quelli relativi a problematiche di pubblica incolumità.

5. La Scheda AgeoTec ed il trattamento degli esiti D: il contributo dei geologi

I geologi italiani, in ragione di un accordo sottoscritto tra il coordinatore della Dicomac e il Presidente del Consiglio nazionale dei geologi, hanno fornito un proficuo e qualificato supporto alla funzione censimento danni per tutta la durata della prima fase emergenziale, fin dai primi giorni di settembre del 2016, con presenze variabili in funzione della disponibilità dei professionisti e delle esigenze della Dicomac, fino al mese di luglio del 2017 (Fig. 1).

In particolare il contributo dei geologi ha riguardato gli approfondimenti tecnico-scientifici che si rendevano di volta in volta necessari principalmente per i casi di esito "D" (Edificio temporaneamente inagibile da rivedere con approfondimento) riconducibili a motivi di natura geologica e geotecnica, ma anche per la presenza di inagibilità per rischio esterno (Esito "F") ascrivibili a dissesti geomorfologici, soprattutto nei casi in cui si siano resi necessari approfondimenti per la valutazione del rischio residuale (Fig. 2).

A tale scopo, in ambito emergenziale, è stata predisposta e sperimentata una specifica scheda, denominata Scheda AgeoTec, conforme ai principi di sintesi delle schede Aedes e G1-Aedes, volta a fornire un supporto specialistico per l'attribuzione dell'esito definitivo (nel caso di esito D), nonché alla definizione dello stato del dissesto geomorfologico segnalato dalle squadre degli agibilitatori e all'eventuale segnalazione o implementazione di misure provvisoriale per la riduzione del rischio (Fig. 3).

La scheda AgeoTec si articola in 3 sezioni: la sezione I riprende i dati identificativi della scheda Aedes cui si riferisce con l'aggiunta di informazioni circa l'eventualità che la zona di interesse ricada in aree perimetrare; nella sezione II Inquadramento e problematiche geologico-tecniche viene riportata la morfologia e la litologia del sito, oltre alla descrizione, ove possibile, della tipologia delle fondazioni della struttura e degli eventuali dissesti delle stesse. Sempre nella sezione II si riporta la cartografia e la descrizione di eventuali dissesti geomorfologici che possono interessare la struttura in esame e le relative vie di accesso o interne. Nella sezione III, nel caso di esito "D" della scheda Aedes,

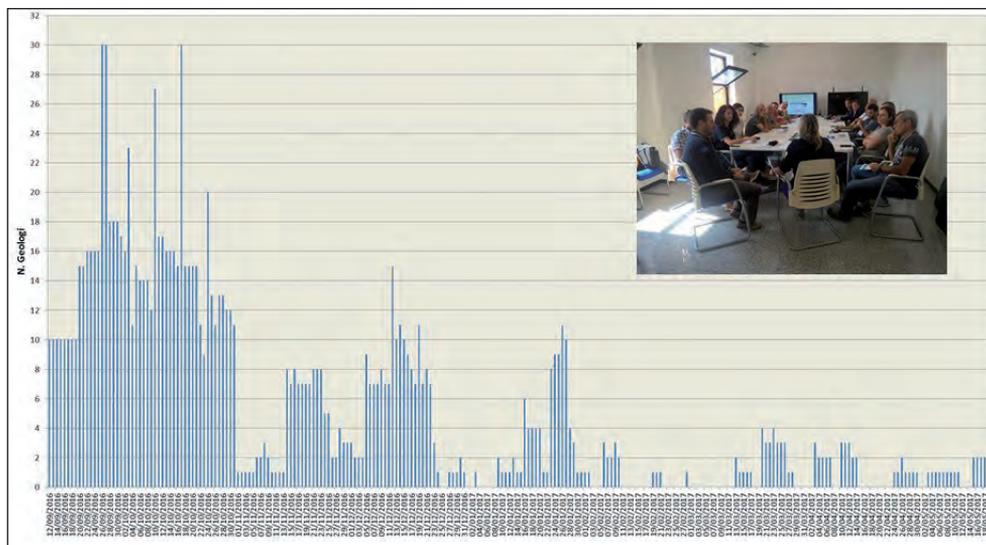


Fig. 1 - Andamento delle presenze di geologi.

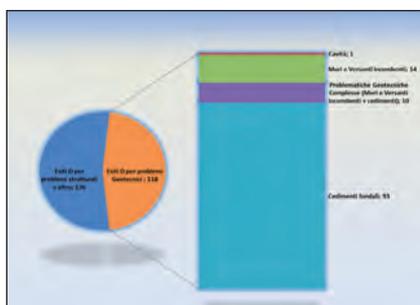


Fig. 2 - Esiti D per tipologia di problematica.

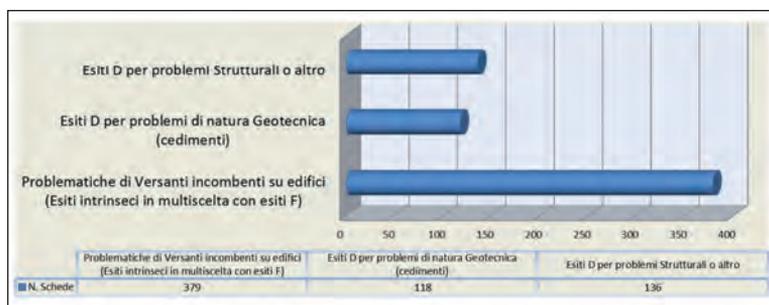


Fig. 3 - Esiti D ed Esiti F suddivisi per problematica.

sulla scorta di quanto rilevato dalla squadra dei geologi, vengono riportate le valutazioni di rischio in relazione all'agibilità dell'edificio, mentre in caso di esito "F" per motivo di dissesto geomorfologico vengono riportati i suggerimenti e gli eventuali interventi proposti per la rimozione del rischio esterno.

6. Georeferenziazione dei dati e sistema Erikus

6.1. L'utilizzo del sistema Erikus

Fin dal principio, nei Comuni interessati dagli eventi sismici a partire dal 24 agosto 2016, si è evidenziata una particolare difficoltà gestionale delle attività di competenza a livello locale.

Per tale motivo la Funzione Agi, nella strategia di supporto a livello locale, ha proposto immediatamente l'utilizzo dell'applicativo Erikus (Emergenza Richieste Unità Strutturali), realizzato da Regione ed Arpa Piemonte e sperimentato con successo in occasione dell'esercitazione "Magnitudo 5.5" tenutasi a giugno 2016 nella medesima Regione.

Erikus è in grado di coadiuvare i Centri Operativi Comunali

nella gestione delle attività connesse al recepimento delle istanze di sopralluogo, alla redazione dei piani di sopralluogo e dei fascicoli informativi per le squadre di tecnici agibilitatori, al caricamento, al monitoraggio e alla mappatura georeferenziata degli esiti di agibilità. Esso è stato richiesto ed utilizzato, con successo, in oltre 200 Comuni durante l'emergenza Sisma Centro Italia (Fig. 4).

L'applicativo Erikus, basato sul software libero QGIS, è uno strumento che consente l'implementazione fisica in ambiente QGIS e Postgres con estensione PostGIS delle procedure codificate a livello nazionale per la gestione delle attività connesse all'agibilità ed, in particolare, alla compilazione delle schede Aedes/GL-Aedes/Fast da parte di tecnici abilitati.

In particolare, il programma consente di predisporre in modo relativamente rapido tutta la documentazione necessaria allo svolgimento della campagna di rilevamento dei danni, permettendo una veloce catalogazione e georeferenziazione degli edifici ispezionati. L'archiviazione dei risultati dei sopralluoghi (compresa l'eventuale documentazione fotografica georiferita associata all'edificio esaminato)

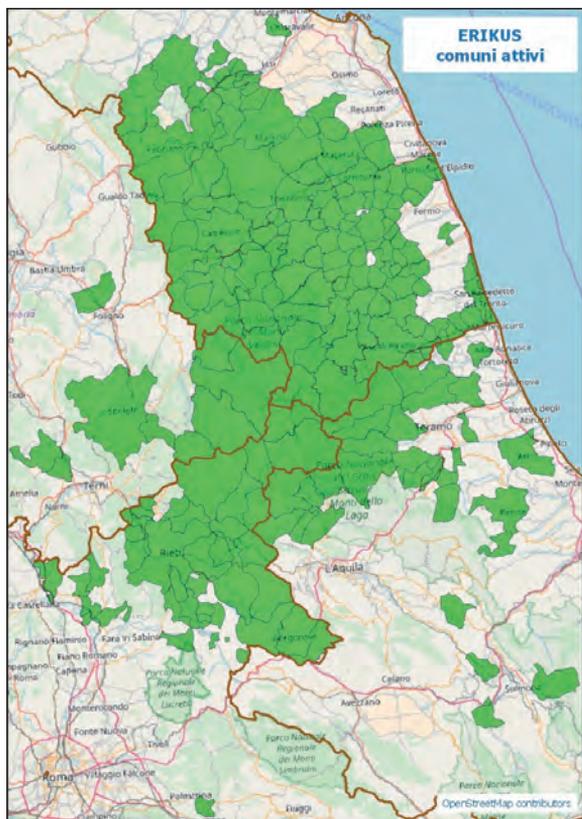
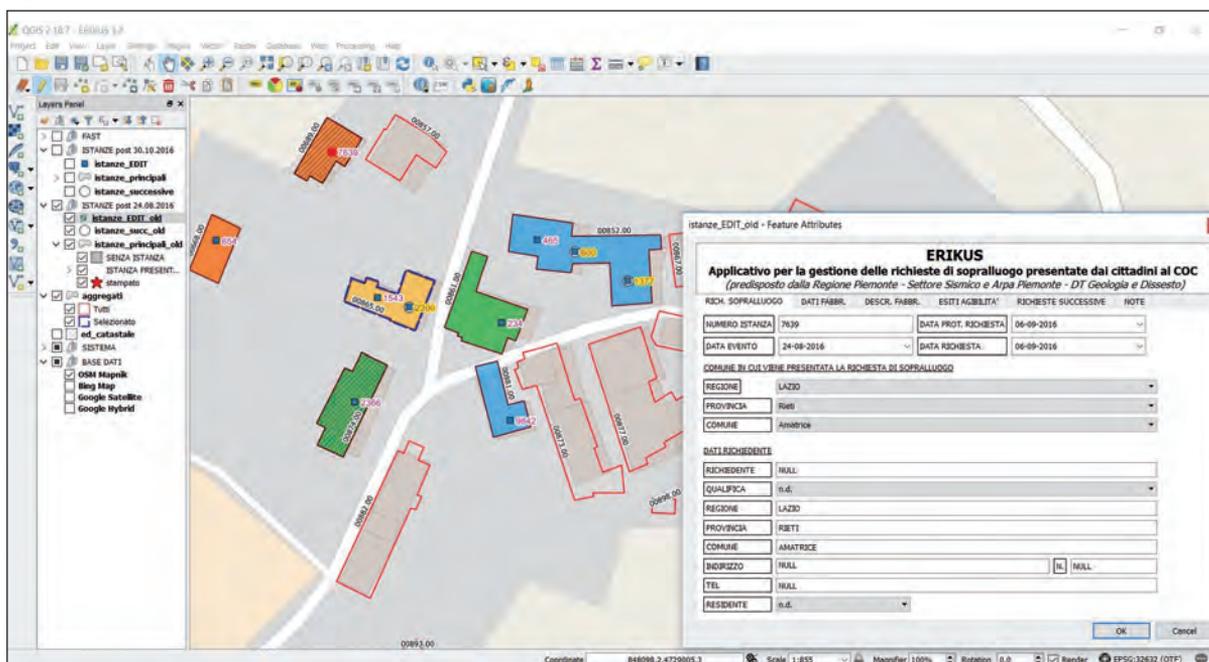


Fig. 4 - Mappa dei Comuni con installazione di Erikus.

Fig. 5 - Area di lavoro di ERIKUS in QGIS.



consente di creare e stampare mappe e modelli riepilogativi indispensabili per la programmazione della campagna di rilevamento dei danni e dell'agibilità ed il monitoraggio degli stessi (Fig. 5).

Tale preziosa azione di supporto ai Centri Operativi Comunali (Coc) ha visto operare in prima linea funzionari esperti di Regione ed Arpa Piemonte, che hanno provveduto all'installazione dell'applicativo nei Comuni, coadiuvati da tecnici esperti afferenti al Consiglio Nazionale Geologi, soprattutto per le necessarie attività di addestramento ed affiancamento dei tecnici comunali e dei volontari a supporto, prevalentemente geometri dell'Agepro.

6.2. L'individuazione degli aggregati e delle unità strutturali

Il dato cartografico di base per l'organizzazione e la gestione dei sopralluoghi è rappresentato dalle mappe degli aggregati strutturali, così come riportato nel Manuale per la compilazione della scheda Aedes.

Tali mappe per il Sisma Centro Italia sono state prodotte dal Servizio sistemi informativi e di comunicazione del DPC, sulla base della cartografia regionale disponibile.

Ciò ha consentito di associare ad ogni aggregato strutturale un identificativo unico e irripetibile, da cui prendere il via per la successiva partizione in unità strutturali (edifici).

A tale riguardo si rammenta che le indicazioni per la codifica degli aggregati previste nel Manuale Aedes sono state recepite nel "Catalogo dei Dati Territoriali - Specifica di contenuto per i DB Geotopografici", che ha introdotto gli



Fig. 6 - Possibili azioni tramite ERIKUS.

attributi di aggregato (IDAG) e edificio (IDED) coerenti con le dette codifiche. Il sistema Erikus, partendo dal layer degli aggregati strutturali, consente di registrare le modifiche che emergono in fase di sopralluogo, sia relativamente all'aggregato di partenza (correzioni nella perimetrazione degli aggregati o inserimento di nuovi aggregati), sia relativamente ad individuazione e codifica delle unità strutturali (edifici) cui riferire il sopralluogo di agibilità (Fig. 6). Pertanto, nei Comuni dove è stato utilizzato il sistema Erikus sono disponibili tutte le informazioni georiferite relative ai sopralluoghi Aedes/GI-Aedes (con distinzione per i diversi eventi sismici, laddove sia stato necessario ripetere i rilievi di agibilità), ma anche ai sopralluoghi effettuati mediante la procedura Fast (i cui dati sono stati caricati dai centri operativi regionali fino a poco prima della chiusura del Data Entry di Rieti).

6.3. L'archiviazione e la gestione dei dati Fast e Aedes/GI-Aedes

L'archiviazione in un unico database dei risultati dei sopralluoghi ha consentito di produrre ed esporre servizi di

mappa web OGC (WMS e WFS) e servizi web di reportistica e rappresenta, altresì, un significativo contributo conoscitivo sul patrimonio edilizio dell'area colpita, anche ai fini della gestione delle attività successive.

Tali servizi sono stati alimentati giornalmente con i dati che i Comuni (relativamente alle istanze e agli esiti delle schede Aedes/GI-Aedes) ed i Centri di coordinamento regionali (relativamente alle schede Fast) hanno inviato in modo automatico tramite FTP.

I dati provenienti dai Comuni sono stati accodati, validati e armonizzati da Arpa Piemonte e hanno alimentato il dataset di esposizione curato da CSI Piemonte (società di ICT in house di Regione Piemonte) che si occupa della pubblicazione dei servizi WMS e WFS. Tali servizi, ad aggiornamento quotidiano, sono stati resi disponibili anche all'interno del webGIS SITDPC del Dipartimento della Protezione Civile e sono altresì utilizzati dai Comuni per consultare in forma geografica e tabellare i dati delle schede Aedes/GI-Aedes (inserite in Erikus a cura dei Comuni) e delle schede Fast (inserite in Erikus a cura dei centri di coordinamento regionali di Foligno per l'Umbria, Macerata

per le Marche, Rieti per il Lazio e L'Aquila per l'Abruzzo) Attraverso il servizio di consultazione alfanumerico e cartografico via web è possibile accedere e visualizzare per ciascun Comune informazioni relative a:

- totale delle istanze e degli esiti archiviati;
- totale degli esiti suddivisi per giudizio, in numero assoluto e in percentuale;
- informazioni statistiche sulle attività svolte dalle squadre dei rilevatori;
- geometrie degli aggregati e degli edifici;
- mappatura degli esiti dei sopralluoghi;
- report su eventuali errori di inserimento.

7. Approccio ai sopralluoghi nelle zone rosse disastrose

Una particolare attenzione è stata dedicata alla ricognizione degli edifici praticamente distrutti ricadenti nelle zone rosse di Amatrice e di alcune frazioni di Arquata del Tronto (i.e. Pescara del Tronto). Mancando la possibilità di un riconoscimento diretto sul campo, reso impraticabile a causa delle condizioni di distruzione pressoché totale dei centri, la ripartizione dell'edificato in aggregati ed unità strutturali è partita dall'utilizzo di ortofoto antecedenti all'evento del 24 agosto (base Bing). Con procedura semi-automatica attraverso strumenti Gis, incrociata con l'analisi delle facciate da Street View ed integrando, anche attraverso strumenti di join spaziale, dati che integrano la censuaria catastale sugli immobili e la pubblicità immobiliare sull'anagrafe dei titolari, forniti dall'Agenzia delle Entrate sulla base dell'accordo con il Dipartimento della Protezione Civile, è stato possibile, tramite Erikus ed il supporto di Regione ed Arpa Piemonte, costruire schede Aedes parzialmente precompilate, corredate da un fascicolo informativo.

Squadre di tecnici composte prevalentemente da funzionari esperti del DPC, hanno provveduto al completamento dei dati della scheda Aedes con relativa attribuzione di esito di agibilità attraverso rilievo diretto sul campo. Questo lavoro è stato svolto al fine di restituire ai Comuni interessati volumetrie e titolarità delle proprietà così da supportare il processo di ricostruzione.

8. Attività di sopralluogo e risorse impiegate: i numeri dell'agibilità

8.1. Sopralluoghi totali effettuati (schede Aedes/GL-Aedes e schede Fast)

Alla data del 6 aprile 2018 risultavano complessivamente effettuati 219.061 sopralluoghi di agibilità (Aedes/GL-Aedes e Fast), le cui schede sono state informatizzate sotto il coordinamento della Dicomac/Struttura di Missione, come riportato nella tabella seguente:

	Schede Aedes/ GL-Aedes	Schede Fast
Edifici pubblici	4.038	-----
Edifici scolastici	2.678	-----
Edifici privati	73.721	138.624
Totale	80.437	138.624
Totale Generale	219.061	

Va sottolineato che a settembre 2017 era stato completato circa il 95% dei sopralluoghi connessi alla gestione emergenziale. Rimaneva un numero residuale di rilievi determinati quasi esclusivamente da richieste di revisioni di esito connesse alle esigenze della fase di ricostruzione, gestiti fin dal 30 settembre 2017 dai Centri di Coordinamento regionale e/o dagli Uffici Speciali per la Ricostruzione.

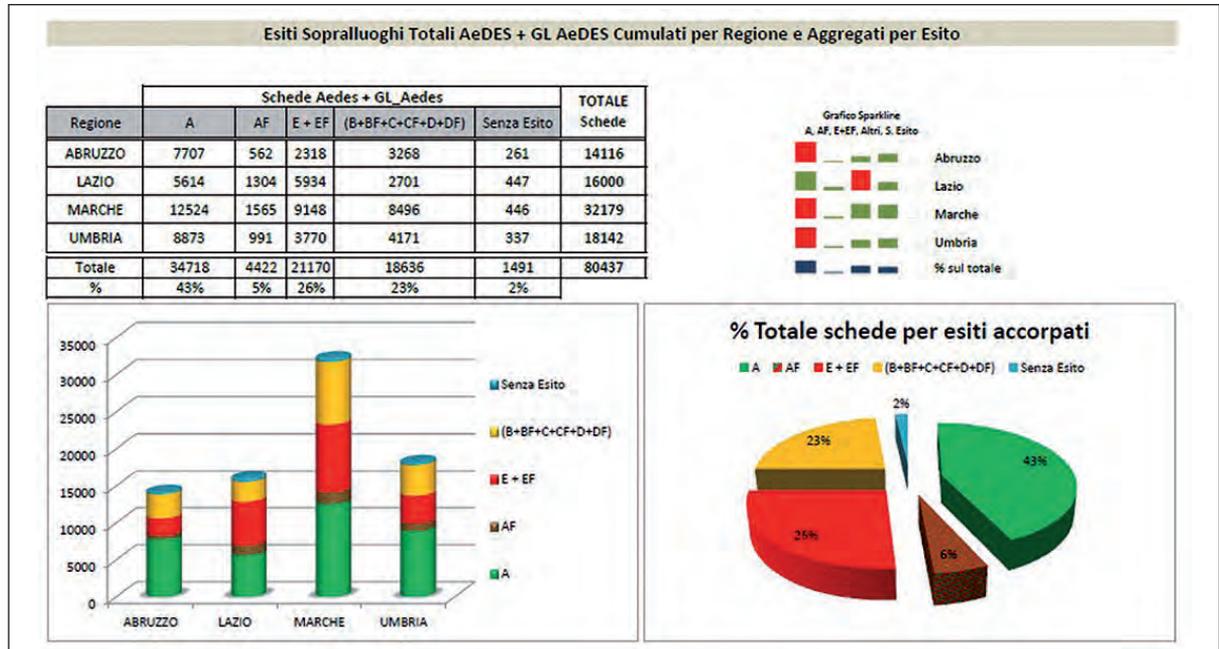
L'aver effettuato oltre 200.000 sopralluoghi in un arco temporale di 13 mesi (con una media di circa 500 sopralluoghi/giorno) e nell'ambito di una sequenza sismica come quella del Centro Italia, caratterizzata da una successione di eventi (almeno 9 eventi superiori a Magnitudo 5.0) che in ben due occasioni hanno comportato la necessità di ripetere un numero significativo di sopralluoghi, rappresenta attività di grande valore e costituisce un risultato senza precedenti, soprattutto in considerazione dei numeri con i quali ci si è confrontati in altri recenti eventi (Abruzzo 2009: circa 75.000 sopralluoghi in 10 mesi - media: 250 sopralluoghi/giorno; Emilia 2012: 35000 sopralluoghi in 2 mesi - media: 580 sopralluoghi/giorno).

In particolare le tabelle ed i grafici che seguono riportano i dati aggregati, rispettivamente per i sopralluoghi Aedes/GL-Aedes e Fast (Fig. 7-8).

Inoltre, alla data del 6 aprile 2018 sono stati georeferenziati circa 167.000 esiti di sopralluoghi (Aedes/GL-Aedes, Fast). Tale attività, non è ancora stata completata a causa della mancata compilazione di alcuni dati sulla scheda (identificativi catastali, numero aggregato, coordinate, etc.), da parte delle squadre di rilevamento, necessari per il posizionamento dei punti da editare sulla cartografia. Tale attività è, pertanto, in corso di completamento attraverso operazioni di verifica di corrispondenza con altri dati identificativi presenti sulle schede di rilevamento (indirizzo, località, etc.) che potrebbero agevolare le operazioni di definizione dei centroidi delle unità strutturali sulla mappatura GIS.

8.2. Tecnici coinvolti

Per lo svolgimento di tutte le attività descritte sono stati impiegati 7.584 tecnici, formalmente accreditati, con specifiche schede anagrafiche, presso la Dicomac/Struttura di missione. I tecnici sono stati impiegati nelle quattro linee di attività coordinate dalla Funzione Agi, secondo lo schema riportato nella tabella successiva.



Regione	Agibile		Non utilizzabile		Non utilizzabile per solo rischio		Totale con esito	Esito NON attribuito		Tot. edifici
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	N.	%	N.
Abruzzo	14.029	62,40%	7.662	34,10%	775	3,40%	22.466	6.367	22%	28.833
Lazio	3.939	71,30%	1.430	25,90%	157	2,80%	5.526	2.057	27%	7.583
Marche	31.469	50,90%	28.767	46,50%	1.577	2,60%	61.813	13.747	18%	75.560
Umbria	13.394	69,00%	5.473	28,00%	558	3,00%	19.422	7.223	27%	26.648
TOTALE	62.831	58%	43.332	40%	3.067	3%	109.227	29.394	21%	138.624

Fig. 7 - Riepilogo Aedes e GL-Aedes: Totali per Regione.

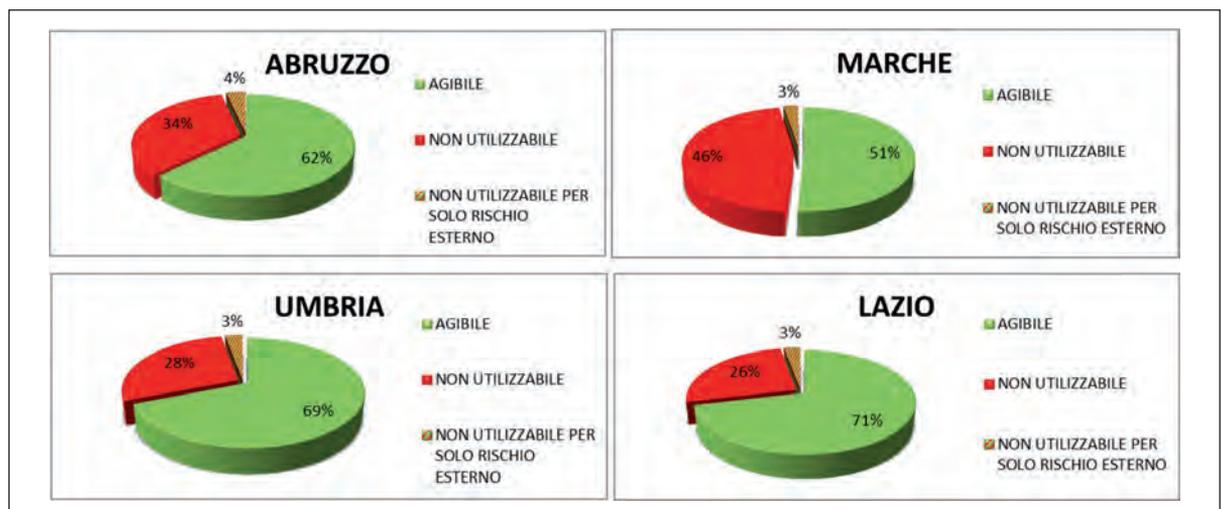
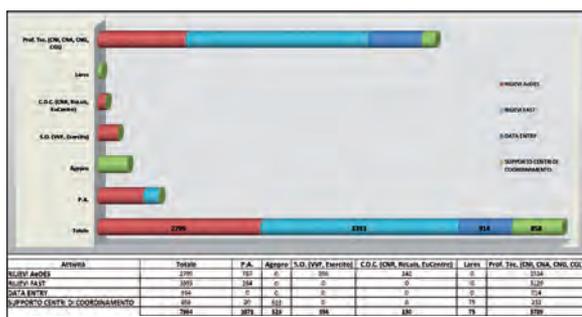


Fig. 8 - Riepilogo Fast: Totali per Regione.

Si tenga conto che alcuni tecnici sono stati impiegati in più linee di attività differenti (ad es. rilievo dell'agibilità e supporto ai centri di coordinamento), per cui il totale riportato nella sottostante tabella (7.964) è superiore al numero complessivo di tecnici accreditati.

Linea di Attività	Tecnici Accreditati
Rilievi Aedes e GL-Aedes	2.800
Rilievi Fast	3.393
Data Entry applicativo Agitec	914
Supporto Centri di Coordinamento	858
TOTALE	7.964



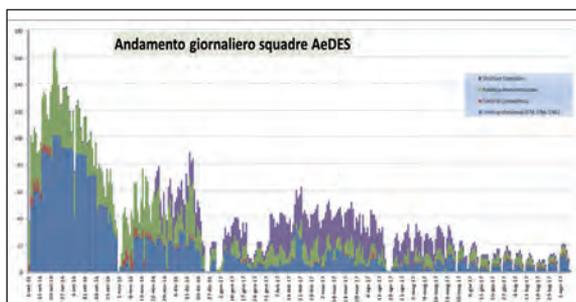
In termini di struttura di afferenza, la distribuzione numerica e percentuale dei tecnici impiegati è riportata nella tabella a seguire. Anche in questo caso bisogna tener conto che alcuni tecnici hanno operato con afferenze diverse (es. alcuni geometri hanno operato sia come Agepro e sia come Consiglio Nazionale Geometri), per cui il numero totale di tecnici risulta essere anche qui leggermente superiore rispetto al totale degli accreditati.

Ente di afferenza	N. Tecnici Accreditati	%
Consiglio Nazionale dei Ingegneri	3.264	41,08%
Consiglio Nazionale dei Geometri	1.652	20,79%
Regioni	1034	13,01%
Consiglio Nazionale dei Architetti	744	9,36%
Associazione di Volontariato "Agepro"	523	6,58%
Associazione Lares	75	0,94%
Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco	294	3,70%
Centri di competenza (Eucentre, Re-Luis, Plinius, CNR)	150	1,89%
Consiglio Nazionale dei Geologi	129	1,62%

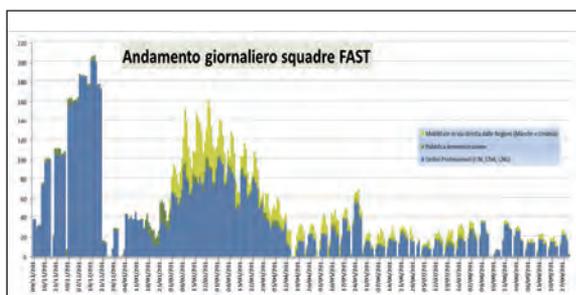
Ministero della Difesa – Forze Armate	62	0,78%
Società RFI	19	0,24%
TOTALE	7.947	100,00%

Con i tecnici disponibili la Funzione Agi ha composto complessivamente 2.605 squadre per il censimento dei danni con le schede Aedes e Gl-Aedes e 2.100 squadre per il censimento con le schede Fast.

L'andamento delle presenze giornaliere delle squadre è riportato nei grafici seguenti. Si precisa che i grafici si riferiscono alle attività svolte dal 24/08/2016 al 30/09/2017, data di trasferimento del coordinamento dei sopralluoghi alle Regioni.



Per i sopralluoghi Aedes/GL-Aedes si registra un valore di picco di 166 squadre, con una produttività media giornaliera di 5,3 sopralluoghi/squadra.

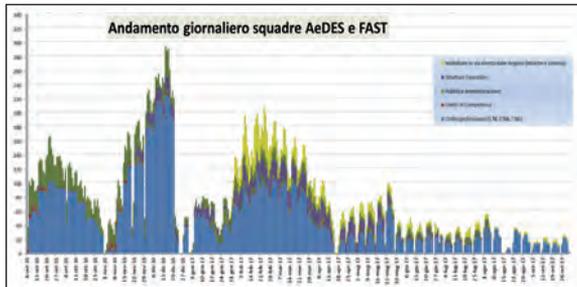


Per i sopralluoghi Fast si è registrato un valore di picco di 207 squadre, con una produttività media giornaliera di circa 8,5 sopralluoghi/squadra.

Complessivamente l'andamento giornaliero delle squadre Aedes/GL-Aedes più Fast è riportato nel grafico seguente, da cui si evince un valore di picco di 293 squadre, che corrispondono a circa 600 tecnici contemporaneamente operativi sul territorio.

Per le attività di Data Entry, fino alla data del 30/09/2017, ci si è avvalsi del contributo a titolo volontario richiesto ai Consigli Nazionali dei professionisti, che hanno operato sia presso la

struttura in Rieti (architetti, geometri e ingegneri), sia per il supporto GIS presso i centri di coordinamento locale (geologi).



Per le attività residuali del Data Entry, dal 24/10/2017 e fino al 05/04/2018 è intervenuta, a seguito di affidamento tramite appalto di servizi, una ditta privata.

8.3. Risorse impiegate per le attività di coordinamento DPC ed di supporto

La Funzione Agi si è avvalsa complessivamente di 33 funzionari del DPC (prevalentemente tecnici, con alcuni amministrativi), con una presenza media giornaliera di circa 11 persone; l'andamento giornaliero nei sette mesi di attività della Dicomac è riportato nel grafico seguente.



L'affiancamento per la segreteria tecnico-amministrativa e le attività di coordinamento della Funzione in Dicomac è stato assicurato per circa cinque mesi dall'Associazione di Volontariato Lares che ha contribuito con complessive 74 unità, distribuite settimanalmente in circa 8 unità per i primi 4 mesi, per poi decrementarsi progressivamente fino a 3 unità nell'ultimo mese. Dal 1 febbraio 2017 tali attività sono state assicurate da tecnici messi a disposizione dal Consiglio Nazionale degli Ingegneri con circa 3 unità a settimana.

8.4. Trasferimento alle Regioni

A partire da inizio 2017, la Funzione Agi ha reso disponibile alle quattro Regioni colpite le credenziali per l'accesso alla piattaforma Agitec in sola lettura con possibilità di download della scheda.

Dal 29 marzo 2018 sono iniziati, invece, i trasferimenti del cartaceo delle schede Aedes/GL-Aedes e Fast, archiviate temporaneamente presso il Data Entry in Rieti, alle

rispettive Regioni. Tale attività si è conclusa il 6 aprile 2018, con il formale passaggio di consegne. Da tale data è partita l'attivazione delle utenze master al sistema Agitec, al fine di assicurare il totale subentro delle Regioni e garantire la continuità di inserimento delle schede di rilevamento, nonché le rettifiche di quelle già informatizzate, per tutte le attività residuali.

9. Conclusioni

Le attività, che nel recente sisma Centro Italia hanno visto impegnato l'intero sistema di protezione civile e le sue componenti tecniche nella gestione delle verifiche di danno ed agibilità sui manufatti danneggiati, hanno presentato caratteri di complessità senza precedenti. Il reiterarsi degli eventi, l'estensione del territorio interessato e la delicatezza delle operazioni di verifica, connesse, come noto, a profili di responsabilità ed in stretta relazione con il sistema di procedure scelto per la ricostruzione, hanno determinato criticità rilevanti, stressando il sistema e mettendo a dura prova il modello organizzativo. Ciò nonostante la robustezza dell'impianto disponibile, l'efficacia degli strumenti utilizzati e la capacità di adattamento alle mutevoli condizioni poste dall'emergenza consentono oggi, a resoconto, di poter testimoniare una tenuta efficiente del sistema ed un successo sotto il profilo della gestione emergenziale. Oltre duecentomila verifiche esperte in poco più di tredici mesi rappresentano un risultato notevole, ottenuto grazie al prezioso contributo dell'intera comunità tecnica del paese. A riprova di quanto detto si riporta un estratto da un'intervista rilasciata ad AbruzzoWeb (pubblicata in data 25/01/2017) dal prof. Domenico Giardini, già presidente dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia, docente di Sismologia al Politecnico di Zurigo:

“Vorrei sottolineare che l'evento di magnitudo 6.5 del 30 ottobre, ovvero un grande terremoto, non ha prodotto neanche una vittima diretta, Questo costituisce quasi un miracolo, vuol dire che gli edifici danneggiati dalle scosse precedenti o comunque vulnerabili sono stati evacuati per tempo e nell'evacuarli è stata svolta un'opera gigantesca”. Il test Centro Italia ha tuttavia evidenziato criticità ed offerto diversi spunti di riflessione, aprendo il campo in prospettiva a valutazioni su tutti i possibili margini di miglioramento del modello qui presentato.

• SISMOGRAFI

• HVSR

• TOMOGRAFIA ELETTRICA

• GEORESISTIVIMETRI

• ENERGIZZATORI SISMICI

• IDROFONI



Seismograph
ECHO 48/2014 Seismic Unit - 24bit



Seismograph
ECHO 24/2010 Seismic Unit - 24bit



ECHO Tromo HVSR3 - 24bit



Mangusta MC 24-120E
Geoelectrical Tomography Equipment



Resistivity Meter Datares-10



3D/5D - 3D Twin Borehole Geophone



P/S Wave Borehole Energy Source



Borehole Deviation Probe



MANGUSTA SYSTEM
MC 96/E

AMBRGEO
PIACENZA - ITALY
www.ambrogeo.eu

Sismografo multiruolo



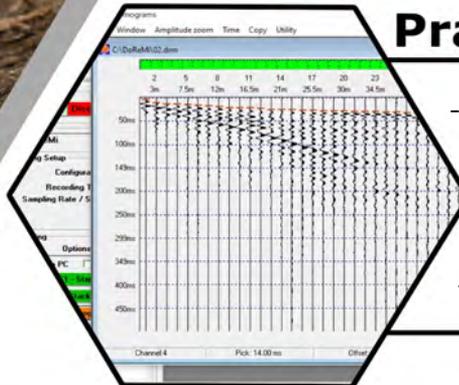
- MARW analisi delle onde riflesse
- RIFLESSIONE / RIFRAZIONE
- TOMOGRAFIA
- MASW
- ESAC / SPAC / REMI
- DOWNHOLE / CROSSHOLE
- SSV sondaggio sismico verticale
- HVSR

Modulare



- Sismografo nel cavo
- Componenti intercambiabili
- Prolunghe e Power booster
- Diverse tipologie di sensori
- Fino a 255 canali

Pratico



- Gestione totale dello stendimento
- Controllo rumore di fondo in situ
- Analisi spettrale
- Controllo qualità dati
- Picking per rifrazione
- e molto altro...

Affidabile



- Telemetria digitale
- Eccezionale rapporto segnale rumore
- Immune ai disturbi elettromagnetici
- Assistenza veloce e disponibile
- Possibilità di sostituire un elemento senza dover interrompere i lavori in corso
- Prodotto completamente italiano
- Qualità riconosciuta in Italia e nel mondo

sara electronic instruments srl

Via Angelo Morettini, 11, 06128 Perugia

E-mail: info@sara.pg.it | Web: sara.pg.it | Telefono: +39 075 505 1014, +39 075 937 0309

Clima e ghiacciai: il caso Dolomiti

Franco Secchieri, Geologo libero professionista, glaciologo

I ghiacciai sono anzitutto elementi essenziali del paesaggio alpino d'alta quota: impossibile immaginare, ad esempio, il Monte Bianco senza le grandi lingue gelate che scendono dai suoi fianchi piuttosto che la Marmolada senza il famoso ghiacciaio che ricopre il suo versante settentrionale. Oltre a ciò, le masse gelate sono un elemento essenziale del ciclo idrologico perché costituiscono un volano che immagazzina l'acqua in forma solida nella stagione invernale e la restituisce gradatamente nella stagione estiva, integrando i deflussi di torrenti e fiumi.

Le tracce dei ghiacciai

È soprattutto la morfologia alpina che testimonia l'azione del ghiaccio che, da un certo punto di vista, può essere considerato uno dei più grandi scultori del paesaggio. Pensiamo ad esempio alle valli, ai grandi laghi, agli estesi apparati morenici come le colline del veronese, che disegnano un grande arco tra il lago di Garda e la città di Verona, piuttosto che la grande morena nota col nome di "la Serra" che caratterizza l'anfiteatro morenico di Ivrea. Anche altre morfologie minori trovano la loro origine nell'azione del



Fig. 1 - Il lago di Garda dalla cima del Monte Baldo come si presenta oggi. Ancora circa 12.000 anni fa al suo posto scorreva una grande lingua di ghiaccio che sfociava nella pianura nei pressi dell'attuale città di Verona.

ghiaccio, dai circhi glaciali ai canali e ai depositi morenici d'alta quota.

Nelle fasi di espansione delle masse gelate durante le glaciazioni, in particolare la più recente nota col nome di Würm, con l'ultimo suo massimo attorno ai 20.000 anni fa, le Alpi erano sommerse da una grande calotta glaciale (Inlandsis) da cui scendevano grandi lingue gelate che colmavano le valli (ed i grandi laghi) per sfociare poi nella pianura. Contemporaneamente, a causa della sottrazione di acqua immagazzinata sui continenti in forma solida, il mare si era abbassato di circa 120 metri rispetto al livello attuale, con conseguenti notevoli variazioni della linea di costa: quella dell'Adriatico si era ritirata all'incirca all'altezza di Ancona.

Seguendo la storia più recente delle fluttuazioni dei ghiacciai e quindi del clima, sappiamo che periodi caldi o temperati si sono alternati ad altri più freddi, come quello ben noto tra il 1550 e il 1850 chiamato Piccola Età Glaciale (Little Ice Age), fino a quello breve tra gli anni '50 e '80, che comunque ha dato origine ad una piccola fase di espansione glaciale alla quale è seguita l'attuale fase di vistoso di ritiro. Ricostruire le variazioni dei ghiacciai significa dunque ricostruire anche la storia del clima.

Lo scenario attuale del clima

L'attuale riduzione generalizzata delle masse gelate del Pianeta testimonia in maniera inequivocabile una importante fase di mutamento climatico che al di là della sua effettiva consistenza, trova una amplificazione nella drammatizzazione mediatica che, a torto o a ragione, coinvolge fortemente l'opinione pubblica e rappresenta certamente il tema di carattere ambientale maggiormente sentito. A rendere ancor più esasperata la situazione, si inserisce anche la aumentata intensità dei fenomeni atmosferici e i notevoli e frequenti squilibri termici pluviometrici stagionali, testimoniati dall'anomalo mese di Febbraio, caldo e secco, e da un Maggio tra i più piovosi della recente storia meteorologica.

A tale riguardo, senza entrare nel merito della dialettica sulle cause (antropiche) scatenanti del così detto Global Change,

vorrei ricordare che questi eventi si sono sempre ripetuti, con tempi ed intensità diverse, nella storia climatologica presente e passata.

Ricordo che io stesso, così come altri colleghi, segnalai la problematica ambientale riguardante il ritiro dei ghiacciai ancora all'inizio degli anni '90 del secolo scorso (ci sono diversi articoli a testimonianza), limitandomi comunque alla semplice osservazione dei fatti, col solo intento scientifico della loro interpretazione.

Il Catasto dei Ghiacciai delle Dolomiti

Le mie prime esperienze sui ghiacciai risalgono ormai a parecchi decenni addietro, avendo cominciato a collaborare fin dalla fine degli anni '70 con alcune amministrazioni pubbliche (a cominciare dalla Provincia autonoma di Bolzano) svolgendo indagini di carattere glaciologico e idrologico sui ghiacciai dell'Ortles Cevedale ed in Valle Aurina. Successivamente mi fu dato, da parte del Comitato Glaciologico Italiano, l'incarico di predisporre il nuovo Catasto dei ghiacciai italiani (Lombardia esclusa) secondo le indicazioni del W.G.I. (World glacier Inventory), fino ad arrivare alla stesura del nuovo Catasto dei ghiacciai delle Dolomiti, su incarico della Regione Veneto^[1]. In questo caso, oltre ai nuovi criteri di classificazione dei ghiacciai, ebbi modo di introdurre il concetto di "sito glaciogeno dolomitico", strumento utile a fornire un riscontro più pratico ed attuale delle variazioni delle masse gelate presenti in quest'area la quale, sotto questo aspetto, rappresenta un vero e proprio piccolo laboratorio climatico - ambientale. Secondo i dati areali disponibili al 1999 e riportati per 75 degli 88 siti glaciogeni, complessivamente le superfici gelate avevano una estensione di 7,28 Km² circa, un valore quasi inconfondibile se paragonato all'area totale dei ghiacciai alpini che nel 1990 risultava essere pari a 2.909 Km², di cui 607 appartenenti al territorio italiano. Tuttavia si tratta di un parametro significativo quale indice dei mutamenti in atto nella criosfera.

Ovviamente questo lavoro sulle masse gelate dolomitiche può considerarsi inserito nel più ampio contesto dell'opera di studio dei ghiacciai portata avanti dal Comitato Glaciologico Italiano che nel 2015 ha pubblicato il nuovo Catasto dei ghiacciai Italiani. In esso viene indicato, per la Regione Veneto, un numero di 38 unità con un'area totale di 3,23 km², corrispondente a poco meno dell'1% dell'intera superficie glaciale italiana. Tale dato tuttavia non tiene conto anche delle aree appartenenti a molti siti dolomitici. Se pure interrotta la collaborazione con il Veneto nel 2015, a seguito della decisione della Regione di non continuare

col monitoraggio glaciologico, negli anni successivi ho proseguito a titolo personale a documentare qualitativamente le modifiche di ghiacciai e glacionevati dolomitici, raccogliendo le immagini (soprattutto aeree) le quali, come si può facilmente intuire, costituiscono oggi delle testimonianze di grande importanza ed irripetibili per la ricostruzione della evoluzione degli ambienti glacializzati.

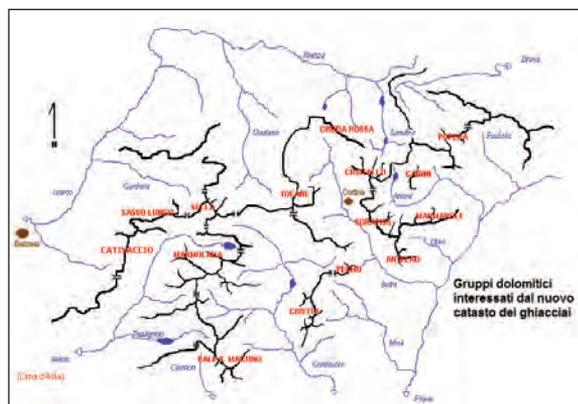


Fig. 2 - I Gruppi montuosi oggetto di indagine per il Nuovo Catasto dei Ghiacciai.

I siti glaciogeni delle Dolomiti

Sulla base dei rilievi effettuati sull'intero territorio dolomitico (ad esclusione delle Dolomiti di Brenta da una parte e di quelle friulane dall'altra), sono stati identificati e classificati ben 88 siti glaciogeni. Di essi fanno parte sia i più grandi ghiacciai quali quelli della Marmolada, del Sorapis o dell'Antelao, sia i glacionevati più piccoli, molti dei quali mai prima accatastati. È stato incluso anche il sito glaciogeno (caratterizzato dalla presenza di un glacionevato molto frammentato) di Cima d'Asta che pur non essendo una montagna dolomitica, è all'interno del bacino idrografico del torrente Avisio.

Ricordando brevemente quello che è il processo di formazione di un ghiacciaio, si può immaginare di partire da una massa gelata che alla fine della stagione estiva, di fusione, permane in un determinato luogo (sito glaciogeno), favorita dalle particolari condizioni ambientali. Se un tale processo continua a verificarsi anche negli anni successivi, si formano ulteriori accumuli di neve. Nel tempo si sovrappongono strati su strati contemporaneamente cambiano le caratteristiche fisiche della massa ghiacciata che principalmente aumenta di densità, passando da quella della neve fresca (20 - 30 Kgm³) a quella del nevato fino poi a quella del ghiaccio di ghiacciaio (918 Kgm³ ca.)

Per queste sue caratteristiche, qualche geologo ha paragonato il ghiacciaio ad una roccia sedimentaria.

[1] Il lavoro si è concretizzato nella pubblicazione "I Ghiacciai delle Dolomiti", ed. La Galiverna, 2012.



Fig. 3 - In giro tra i seracchi della Marmolada nel Luglio del 1983. Sono ben evidenti gli strati del nevato (quasi fosse una roccia sedimentaria). Oggi a seguito della forte riduzione della massa gelata sono completamente scomparsi.



Fig. 4 - Il ghiacciaio Pensile e il Ghiacciaio Alto del Popera (Gruppo Popera Cima Undici), quest'ultimo più in basso e al centro della foto aerea. È evidente il grande complesso morenico della Piccola Età Glaciale XV – XVIII secolo), caratterizzato anche da un notevole spessore. All'interno è anche ben visibile la piccola morena che delimita la piccola avanzata culminata negli anni '80 del secolo scorso.

Quando poi lo spessore raggiunge determinati valori, la massa assume un comportamento plastico e inizia la sua discesa verso valle, ovviamente in relazione anche alle

dimensioni del bacino di contenimento.

Dal bacino di accumulo prendono origine, nel caso dei ghiacciai maggiori, le così dette lingue di ablazione che costituiscono l'oggetto di misure frontali dato che le loro variazioni, come lo spessore della massa, sono uno dei parametri fondamentali per la descrizione dello stato di un ghiacciaio. Queste lingue hanno dato origine a grandi e significativi apparati morenici che si presentano in molti Gruppi come elementi morfologici rilevanti, e che costituiscono un indispensabile strumento per la ricostruzione del paesaggio glaciale nei secoli scorsi e fino alla piccola pulsazione degli anni '80.

Dal punto di vista idrologico, come si è detto, la massa gelata complessiva nell'area dolomitica risulta tutto sommato alquanto modesta e quindi anche il suo apporto ai deflussi risulta essere quasi trascurabile.

Tuttavia ricordiamoci che è l'estensione delle aree alle fasce altimetriche più elevate che fornisce nella stagione estiva il significativo contributo ai bilanci idrici dei bacini in relazione alla quantità di neve caduta. Ma i ghiacciai, rappresentando dei sensori ambientali significativi, contribuiscono a fornire una immagine dell'andamento climatico generale.

Riguardo al destino dei ghiacciai, non si possono fare previsioni attendibili per il futuro, per le quali bisogna fare riferimento ad altri tipi di modelli, tuttavia osservando adesso la tendenza alla loro riduzione (e in qualche caso scomparsa) non si prospetta un futuro roseo per i ghiacciai, e quindi anche per il paesaggio e le riserve di acqua dolce (Fig. 5-6-7).

Anche i "Rock glacier"

Qualsiasi massa gelata presente in montagna viene spesso definita col termine di "ghiacciaio" anche se in realtà questa definizione non risulta del tutto corretta. Esistono infatti molte altre formazioni ghiacciate che non sono veri e propri ghiacciai e che vengono definiti "glacionevati", normalmente privi di qualsiasi dinamica di movimento.

Vi è poi un'altra categoria di masse gelate che sono definite col termine di *rock glacier*. Sono forme legate alla presenza di masse gelate sepolte sotto detrito, che hanno una discreta rappresentatività nei territori alpini di alta quota, comprese anche le Dolomiti. Poiché solo di recente queste forme hanno cominciato ad essere studiate, la conoscenza sulla loro origine e struttura è abbastanza limitata. Il termine *rock glacier* fu proposto per la prima volta verso gli inizi del secolo scorso senza tuttavia che ne venisse approfondita la conoscenza dato che all'epoca il problema glaciologico non era ancora di rilevante interesse. La

Fig. 5 - Il circo sommitale del Monte Pelmo, una delle più famose montagne dolomitiche, qui ritratto in una foto del 1985. Si può osservare ancora la permanenza di masse gelate residue, resti di quello che un tempo fu il Ghiacciaio del Pelmo. Oggi anche tali masse di ghiaccio e nevato sono scomparse.



Fig. 6 - Ghiacciaio di Fradusta (Pale di San Martino), uno degli esempi emblematici di riduzione della massa. A sinistra il ghiacciaio in una foto aerea del 1982, a destra nel 2018. Ben visibile il piccolo lago dove arrivava la fronte e lo stesso lago dopo 36 anni, con l'intera area abbandonata dal ghiaccio. Ancora nella foto a sinistra l'arco morenico frontale che testimonia della espansione al culmine della Piccola Età Glaciale.

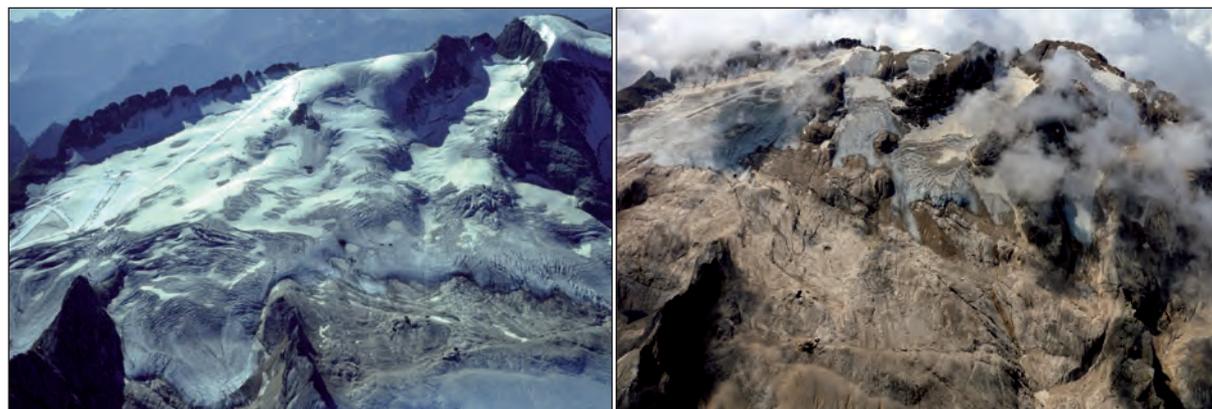


Fig. 7 - Il Ghiacciaio Principale della Marmolada nel 1985 (a sinistra) e nel 2018 (a destra). Questo ghiacciaio, il più famoso delle Dolomiti, ha subito una notevole riduzione che ne ha anche determinato una frammentazione isolando le diverse colate, specialmente quella centrale. Completamente scomparsa anche la calotta gelata della Punta Penia.



Fig. 8 (in alto) - Il grande circo settentrionale del Monte Sorapis, famoso soprattutto perché costituisce lo scenario che fa da sfondo al Lago di Misurina. Al suo interno, sulla destra della foto, è visibile quello che rimane del Ghiacciaio Centrale del Sorapis che ormai può considerarsi un rock glacier e che fino a pochi anni or sono mostrava ancora una estesa massa gelata in superficie.



Fig. 9 - Uno dei rock glacier più caratteristici dell'area dolomitica, anche per la rassomiglianza della sua forma a quella di un ghiacciaio vero e proprio. Si estende ai piedi della omonima Cima dell'Uomo (Gruppo della Marmolada) .

definizione fu successivamente ripresa a distanza di quasi sessant'anni da WASH BURN (1979) che definì con il termine di rock glacier un corpo costituito da blocchi angolari di forma lobata, simile ad un piccolo ghiacciaio, generalmente presente in alta montagna, con rughe, solchi e talvolta lobi in superficie. Alcuni autori chiamano i rock glacier anche col termine di “*debris covered glacier*”.

Pur essendo meno numerosi e diffusi all'interno dell'area dolomitica, contrariamente ad altri settori delle Alpi, tra i siti glaciogeni sono stati annoverati anche quelli con dei rock glacier al loro interno, specialmente quando appare evidente la presenza di ghiaccio morto all'interno del detrito. In particolare, le diverse ricognizioni fotografiche fatte negli anni, hanno rappresentato (e ancora rappresentano) una importante testimonianza della evoluzione di questi elementi, specialmente per il più significativo in tale senso che è il Ghiacciaio Centrale del Sorapis.

Nella fase attuale di esaurimento delle masse gelate, in alcuni casi i rock glacier possono rappresentare un problema per le frane che si possono innescare, motivo questo che richiederebbe un ulteriore, più attento controllo del territorio.

Tutte le foto e i disegni sono dell'autore.



www.indago-rovigo.it

Società accreditata per corsi APC

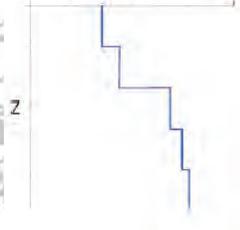
Seismic method



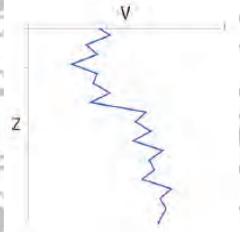
downhole



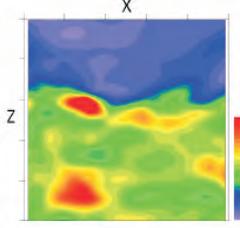
Soil dynamic parameter



crosshole



tomography



Resolution increases

Distributore per l'Italia



ABEM MALÀ



geotomographie



W.R
instruments s.r.o.



Geophex, Ltd.



SISMICA IN FORO PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI SITI
UNA SOLUZIONE PER OGNI ESIGENZA



Generatore di impulsi IPG-800



Sorgente per Onde S (polarizzate SH) BIS-SH



Sorgente per Onde S (polarizzate SV) BIS-SV

—STATI GENERALI DELLA GEOLOGIA—

18 SETTEMBRE 2019
FERRARA FIERE CONGRESSI

GEOLOGIA, UNIVERSITÀ E PROFESSIONE | GEORISORSE E GEORISCHI
GEOLOGIA ED ENTI PUBBLICI | GEOLOGIA E SVILUPPO | GEOLOGIA E IMPRESE
GEOLOGI PROFESSIONISTI NEL MONDO

TAVOLO 4
GEOLOGIA
E SVILUPPO

Componenti:

Arcangelo Francesco Violo, coordinatore, Eros Aiello, Erasmo D'Angelis, Antonello Fiore, Mauro Grassi, Giuseppe Mandaglio, Guido Paliaga, Francesco Russo, Fabio Staffini, Alessandro Trigila.



Nei dibattiti pubblici sulle strategie di sviluppo del nostro Paese, vengono richiamati sempre più spesso i termini: “Sviluppo sostenibile”, “Salvaguardia ambientale”, “Energie rinnovabili”, “Difesa del suolo”, “Consumo del suolo” ecc.. Dalle dichiarazioni sembrerebbe che la classe politica e dirigenziale del nostro Paese abbia finalmente compreso il ruolo fondamentale della componente geologica ed ambientale che deve rappresentare imprescindibile riferimento nella pianificazione degli scenari di sviluppo futuri. Purtroppo tali enunciazioni non sfociano in azioni concrete ed efficaci.

Pertanto risulta necessario avviare una nuova stagione sulle politiche di sviluppo e di rilancio dell'economia compatibili con le attuali condizioni geologiche ed ambientali del nostro Paese.

Gli “Stati Generali della Geologia” organizzati dal CNG nell’ambito del Remtech 2019, vogliono rappresentare, appunto, un momento di riflessione e proposta che porti a suggerire azioni concrete e realizzabili.

Di grande interesse tecnico professionale è stato il confronto sui grandi temi della Geologia:

Bonifica e riqualificazione delle aree contaminate, in un’ottica di riduzione del rischio sanitario e del consumo di suolo, attraverso anche l’utilizzo di forme di incentivazione fiscale degli interventi privati (ad esempio costi della bonifica da scomputare agli oneri di urbanizzazione).

Geotermia ed in particolare il “Geoscambio”, di cui è ampiamente riconosciuta la compatibilità ambientale. Risulta urgente intervenire sul vuoto legislativo esistente per incentivarne l’utilizzo che porterebbe, oltre ai vantaggi ambientali, ad una esaltazione delle competenze dei professionisti tecnici, in particolare dei geologi, nonché ad un importante incremento di nuovi occupati nel settore.

Materie Prime, che rappresentano una georisorsa fondamentale per lo sviluppo del nostro Paese. È urgente la necessità di una normativa di settore semplice e chiara, senza la quale si favoriscono le attività di prelievo abusive con i conseguenti danni ambientali, aggiornando, inoltre, i contenuti dei progetti di coltivazione ed incentivando il riciclo ed il riutilizzo al fine di ridurre lo smaltimento di enormi quantità in discarica.

Risorse idriche, indispensabili sia per la vita stessa ed elemento fondamentale per lo sviluppo economico e sociale. Ancora oggi il nostro Paese registra un grande deficit delle infrastrutture idriche in vaste zone del nostro Paese, dove sono frequenti i disagi per i cittadini e per gli operatori dei vari settori produttivi per la carenza idrica. Per una corretta pianificazione e gestione delle risorse idriche, non si può prescindere dalla conoscenza dei sistemi idrologici ed idrogeologici e da una stretta interazione tra governo del ciclo dell’acqua e pianificazione territoriale. Solo un bilancio idrico calcolato su dati affidabili ed aggiornati è condizione necessaria ai fini della salvaguardia e tutela della risorsa idrica.

Pianificazione Territoriale, strumento indispensabile per conciliare la valorizzazione e salvaguardia dei territori secondo le specifiche vocazioni con le strategie di sviluppo, al fine di proporre modelli virtuosi di politiche urbanistiche che diano priorità alla riqualificazione delle aree degradate, alla valorizzazione e salvaguardia del patrimonio geologico anche ai fini turistici, alla rigenerazione urbana e dei sistemi territoriali ed allo sviluppo delle infrastrutture che, in particolare in alcune zone del nostro paese, sono indispensabili per uscire da uno stato di cronico sottosviluppo.

Il Tavolo tecnico su *Geologia e Sviluppo* è stato un proficuo momento di discussione nel quale si è potuto fare il punto sul tema della Geologia oltre agli aspetti della tecnica: infatti, sono stati affrontati argomenti riguardanti le condizioni della professione e della ricaduta sociale e della necessità di diffondere la cultura geologica ed ambientale a partire dalla scuola primaria.

È di comune accordo richiamare la necessità che le Geoscienze debbano contribuire a programmare il futuro della società. È necessario, dunque, individuarne attualmente e in proiezione futura i bisogni in un quadro socio - economico e culturale in continua e rapida evoluzione.

Diviene, pertanto, ineludibile, per raggiungere detti obiettivi e per codificare il ruolo assunto nell'ultimo mezzo secolo dal geologo, che ha tracciato e consolidato molteplici percorsi, molti dei quali nuovi, l'istituzione di un corso delle geoscienze che esalti le applicazioni della geologia, intesa nel senso più vasto del termine, preparando il geologo del presente e quello del futuro.

Di seguito vengono riportate in sintesi le considerazioni prodotte nel confronto tra i protagonisti del Tavolo "Geologia e Sviluppo".

La nostra storia culturale e la nostra identità si sono formate attraverso una millenaria convivenza di borghi con faglie sismiche, di città con fiumi e le loro piene e con un corpo a corpo contro la potenza della natura che colpisce con frane e eruzioni, erosione costiera, subsidenza e altri fenomeni che non a caso definiamo "naturali"...

Abbiamo (per fortuna) le piogge più abbondanti d'Europa e la disponibilità idrica più alta. Abbiamo in custodia il più importante patrimonio idrologico composto da 6700 corpi idrici superficiali, 324 laghi, 1.053 corpi idrici sotterranei, fonti e sorgenti. L'acqua è vita ma l'acqua nel suo permanente scorrere pone problemi di innesco di erosioni, frane, smottamenti (la nostra penisola per due terzi è montagna e colline) e di fenomeni estremi come alluvioni e siccità.

Questa naturalità avrebbe dovuto imporre cautele, vincoli, regole, difese strutturali, monitoraggi, prevenzione. Siamo invece unico Paese industrializzato con livelli di consumo di suolo e fragilità strutturali inaccettabili, dovuti anche all'intensità dell'edificazione (da 2.3% del costruito pre 1950 al 7.3 di oggi) in molti casi senza alcun rispetto dell'idrografia e della geologia dei luoghi. Come sfida alla natura.

La legge sul consumo di suolo è sempre ferma in Parlamento. Dopo ogni disastro dimentichiamo le cause. Bisogna cancellare prima possibile la nostra propensione alla scarsa memoria, al fatalismo, al non far tesoro delle buone pratiche e delle buone ricostruzioni.

Ci vuole, anche, un piano di investimenti in sicurezza che vengano incorporati dal debito, un piano di investimento che ha bisogno però delle progettazioni di qualità.

Ai geologi va restituita la centralità. Si parte da questa assoluta necessità per cominciare a voltare pagina ed entrare nella stagione della prevenzione. Con la conseguente necessità di impiegare geologi nella pubblica amministrazione, utilizzando il prossimo turn over nella pubblica amministrazione. Un corretto sviluppo del Paese (infrastrutture, attività produttive e aree di nuova urbanizzazione) non può prescindere da un'approfondita conoscenza del territorio e da un'attenta pianificazione territoriale. Il forte incremento delle aree urbanizzate, verificatosi a partire dal secondo dopoguerra, spesso in assenza di una corretta pianificazione territoriale, ha portato infatti a un considerevole aumento degli elementi esposti a frane e alluvioni e quindi del rischio idrogeologico.

L'interesse per la Geologia è certamente cresciuto con l'accentuarsi della sensibilità verso catastrofi naturali, mutazioni climatiche e grandi tematiche ambientali; ma se la presenza della geologia è particolarmente richiesta quando si tratta di discutere argomenti afferenti ai rischi naturali, particolarmente in prospettiva catastrofista, assai più ridotto è invece il richiamo delle professionalità geologiche quando si tratta di stabilire tecniche e procedure di prevenzione dei rischi e addirittura nulla o mal sopportata è la loro presenza quando dalle enunciazioni astratte si passa agli interventi di mitigazione.

Tale situazione è dovuta in larga parte al dualismo persistente fra la scienza geologiche, giustamente appannaggio delle università e dei centri di ricerca, e le geotecnologie alle quali più frequentemente fanno ricorso i geologi professionisti.

Per altro, mentre la ricerca trova le sue pur inadeguate risorse in finanziamenti pubblici specifici, i

geologi professionisti devono competere con altre categorie professionali più agguerrite ed invadenti, e con normative e comportamenti che ne rendono sempre più asfittica e marginale la presenza. La situazione ancora dignitosa in passato, è diventata insostenibile con l'introduzione delle tabelle e parametri del decreto 50/2016 che ha visto l'esautorazione professionale dei geologi a vantaggio di altre professioni concorrenti. Di cui gli effetti negativi si vedono leggendo i dati reddituali pubblicati dall'Epap.

Ciò è potuto accadere anche perché le competenze professionali del geologo restarono e ancora rimangono abbondantemente neglette o ignorate dagli stessi geologi. Competenze che anche se vanno giuridicamente ben al di là della vexata quaestio sulla geotecnica e comprendono a pieno titolo programmazione e progettazione degli interventi geologici strutturali e non strutturali, coordinamento tecnico-gestionale e direzione lavori in campo geologico, geotecnico e geosismico indagini geognostiche, analisi, prevenzione e mitigazione dei rischi geologici e ambientali, idrologia, idrogeologia, idraulica, geomorfologia, cartografia geotematica, analisi gestione e sintesi anche mediante l'uso di metodologie innovative e sperimentali nella mitigazione dei rischi naturali, georisorse, ecc.

È ovvio che lo sviluppo della geologia professionale e la stessa ragione di esistenza della categoria non possono prescindere dalla riaffermazione giuridica dei diritti storici sanciti dalla legge istitutiva e dal D.P.R. 328/2001. Ma a tale operazione tecnicamente difensiva bisogna aggiungere azioni più dinamiche che necessariamente devono percorrere nuovi itinerari culturali e consolidarsi su basi scientifiche più aperte alle richieste della società e i cui orizzonti spaziano ben oltre i confini di categoria.

In tali prospettive, per avere nuove e più positive figure professionali forse non bastano semplici aggiornamenti di vetusti piani di studi intra-dipartimentali e in una visione strategica del problema occorre prendere in considerazione sinergie di tipo interdipartimentale anche fra diversi corsi di laurea (Geoingegneria? Geologia ambientale?), senza dimenticare però le attuali figure che, tutelando il territorio e l'ambiente, e contribuendo alla mitigazione dei rischi naturali, mantengono vivo l'Ordine e l'orgoglio di categoria.

Ma quali saranno gli scenari per il futuro?

Il futuro sviluppo globale non potrà basarsi preminentemente su una visione economica fondata sulle forze di mercato, sulla società dei consumi e sulla globalizzazione

Povertà e degrado ambientale sono già oggi fattori destabilizzanti per l'economia globale e per gli ecosistemi, non trascurando l'indebolimento della coesione sociale che vanno a determinare.

La persistenza di tali condizioni o l'aggravamento delle stesse porterebbe a scenari che non potrebbero garantire un futuro globale per il nostro pianeta.

L'obiettivo è senza alcun dubbio la *Sostenibilità*.

Per potere garantire un futuro globale ecologico ed umano le forme di sviluppo dovranno basarsi necessariamente sulla sostenibilità.

Sempre viaggiando nel futuro: la popolazione mondiale è cresciuta in continuazione a partire dalla piaga della peste nera del XIV secolo e si stima un progressivo aumento, almeno fino al 2100. Questo potrebbe rappresentare un problema serio per via del conseguente incremento delle emergenze di carattere ambientale e sociale. Attualmente, la popolazione mondiale ammonta a circa 7,492 miliardi di persone. Nel 2050 il nostro pianeta arriverà a contare ben 9,7 miliardi di abitanti e 11,2 miliardi nel 2100.

L'aumento della popolazione globale farà aumentare tutti quei fenomeni ambientali come l'effetto serra, l'inquinamento atmosferico, il riscaldamento globale ed i cambiamenti climatici conseguenti, non dimenticando la deforestazione, diretta conseguenza di detto aumento.

In estrema sintesi si paleseranno questi scenari:

- Esaurimento delle risorse
- Conseguenze ambientali
- Crisi di sviluppo

Un banalissimo esempio in proposito: La FAO ha stimato che entro il 2050 la quantità di acqua a disposizione di ogni singolo individuo scenderà del 73%.

L'esistenza umana dipende dalle risorse naturali, tra cui aria e acqua pulite, minerali e ambiente naturale. La gestione sostenibile di queste risorse vitali è la chiave del successo delle generazioni future. Allo stesso tempo, gran parte dei conflitti nel mondo oggi deriva dal nostro fallimento nell'affrontare la salute globale e la sostenibilità attraverso le divisioni imposte dalle differenze nazionali, etniche e culturali, così come dal nostro fallimento nell'espandere la resilienza nella società di fronte alla crescita della popolazione e al cambiamento globale.

Se analizziamo attentamente i concetti prima espressi rileveremo che in sostanza si tratta di problemi geologici che richiedono l'applicazione ponderata della "conoscenza" a beneficio della società. Affrontare queste sfide richiederà partnership efficaci e un riconoscimento del ruolo della geotica (disciplina volta ad orientare la società nella scelta di comportamenti appropriati rispetto a problemi concreti della vita dell'uomo, cercando di trovare soluzioni compatibili con la preservazione della natura e del territorio) nel garantire una cooperazione a lungo termine.

La domanda è: come possiamo, attraverso la nostra scienza, costruire percorsi che riescano ad attraversare significative divisioni culturali e politiche per risolvere i problemi e aiutare le popolazioni di tutte le aree del pianeta?

La risposta: è indispensabile stabilire connessioni tra scienziati, governi, popolazioni e agenzie di finanziamento e proporre azioni concrete che dovranno tradursi in una cooperazione estremamente efficace per affrontare queste sfide.

In questo scenario futuribile quale sarà, dunque, il ruolo delle Geoscienze?

La crescita economica sostenibile (finanziaria, ambientale, sociale) richiede fonti affidabili di risorse energetiche e minerarie, approvvigionamento certo di acqua potabile in aggiunta ad una produzione alimentare continuativa e sostenibile. In ognuna di queste tematiche il contributo della Geologia con le sue diverse discipline è determinante, a partire dalla localizzazione delle risorse.

Il contributo delle discipline di indirizzo geologico in questo ambito è notevolmente aumentato negli ultimi 20 anni, anche grazie all'introduzione, attraverso specifici strumenti normativi, di moderni criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica e sismica per la redazione degli strumenti urbanistici comunali.

Il governo del territorio è quel insieme di strumenti e regole, dettate dall'autorità pubblica, finalizzate al controllo, alla gestione e all'indirizzo delle trasformazioni dell'ambiente fisico; essa è pertanto strettamente correlata alla pianificazione e allo sviluppo economico del Paese.

Compito della *pianificazione geologica* è quello di assicurare che i processi di trasformazione e sviluppo del territorio siano compatibili con la sicurezza della popolazione, la tutela delle risorse naturali e degli elementi del paesaggio, la salvaguardia delle attività umane e dei beni privati e pubblici. Lo scopo di una buona pianificazione è però, in primo luogo, quello di evitare un incremento delle condizioni di rischio.

A fronte di un'accresciuta competenza dei colleghi nella lettura e nella rappresentazione cartografica dei processi geomorfologici, in particolare nell'ambito del rischio da frana e del rischio idraulico, in

tema di rischio sismico permangono ancora grandi difficoltà.

La distanza tra le esigenze della ricerca scientifica e le risorse che la comunità mette a disposizione è ancora grande, anche in una nazione moderna e con un'economia avanzata come l'Italia. Un caso emblematico è quello dello studio della tettonica pliocenica-quadernaria e delle faglie attive e capaci (ovvero quelle faglie ritenute in grado di produrre una dislocazione del suolo in caso di eventi simili), che ne sono l'espressione più evidente e drammatica.

Come noto, in Italia è disponibile da quasi 20 anni il Catalogo ITHACA "ITaly HAZard from CAPable faults", che costituisce al momento l'unica base di dati ufficiali con copertura nazionale, alla quale i professionisti possono fare riferimento per la pianificazione a scala comunale.

Sebbene il Catalogo ITHACA non sia stato pensato per i fini di microzonazione sismica e spesso le tracce delle faglie derivino da mappe a scala non congruente con quelle adottate in sede di pianificazione urbanistica, esso fornisce indicazioni che, in molti casi, possono ritenersi adeguate agli studi di microzonazione sismica di primo livello, nei quali, in accordo alle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci" (FAC) del 2015, è adottata una Zona di Attenzione (Z_{FAC}) tanto più ampia quanto maggiori sono le incertezze sulla posizione della struttura.

La definizione delle Zone Suscettibilità ($Z_{S_{FAC}}$) e della Zona di Rispetto ($Z_{R_{FAC}}$) di una FAC, prevista nel quadro degli studi di approfondimento di terzo livello per la microzonazione sismica del territorio, rappresenta il necessario approfondimento di studio. Questa attività implica tuttavia rischi non indifferenti di commettere errori (anche gravi) da parte dei professionisti coinvolti; ciò perché: le risorse economiche messe a disposizione delle stazioni appaltanti sono quasi sempre largamente insufficienti per eseguire gli incarichi con un necessario rigore scientifico;

nel contesto tettonico appenninico e in presenza di faglie prevalentemente dirette, la stessa definizione di FAC e la possibilità di definire accuratamente la sua traccia superficiale è ancora un tema dibattuto; la neotettonica e la paleosismologia non fanno parte delle competenze tecniche "ordinarie" dei professionisti che operano sul territorio.

La questione è indubbiamente complessa ma, a parere di chi scrive, senza maggiori risorse economiche e il coinvolgimento di Università e Enti di Ricerca, né l'adozione di indirizzi e criteri nazionali per la microzonazione sismica né di analoghe norme di emanazione regionale, potranno colmare la grande difficoltà di applicazione di una disciplina scientifica nella quale ancora molto dev'essere compreso.

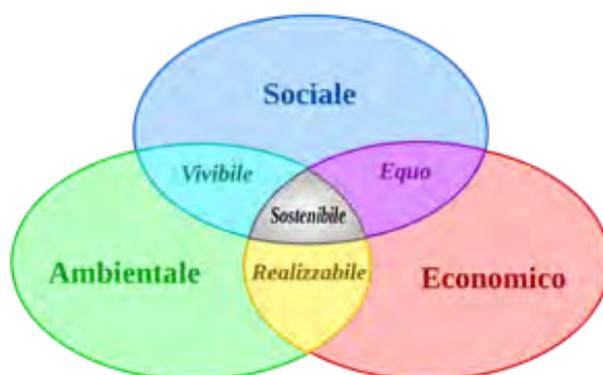
Di grande attualità e connesso con la pianificazione urbana è stato il tema della *Resilienza*. Per comprendere la resilienza, che è in prima approssimazione la scienza di adattarsi ai cambiamenti, è necessario associarla ai cosiddetti Sistemi Socio-Ecologici (SSE), ossia alle interrelazioni esistenti tra l'ambiente e le attività umane.

Dette interrelazioni sono complesse perché composte da sistemi ecologici (quali gli oceani, laghi, fiumi, foreste, pascoli e l'atmosfera) e da sistemi umani (quali le strade, sistemi d'irrigazione e comunicazione).

I sistemi socio-ecologici, quindi, riconoscono che non esiste ambiente senza l'uomo e neppure sistemi sociali senza l'ambiente. Evidentemente, quando si parla di attività umane s'intende ad esempio la crescente domanda di risorse (qual è l'acqua potabile) proveniente dai centri urbani e allo stesso tempo la grande quantità d'inquinamento che questi producono.

Bisogni di base - geoscienze

Finalità sociali



BISOGNI DI BASE	DISCIPLINE SCIENTIFICHE	FINALITÀ SOCIALI
ALIMENTAZIONE	Geologia Agraria	Miglioramento della fertilità dei suoli mediante l'applicazione diretta di rocce e minerali e di tecniche di protezione
ACQUA	Idrogeologia; Engineering geology	Esplorazione e gestione delle acque sotterranee; captazione e distribuzione dell'acqua, sfruttamento delle acque sotterranee
ABITAZIONE	Engineering geology & geotechnics	Ubicazione e utilizzo di rocce e materiali per costruzioni, studi di stabilità dei versanti, pianificazione urbana e dei sistemi naturali, smaltimento dei rifiuti
SALUTE	Geochemica ambientale, geologia ambientale, geologia medica	Decontaminazione delle acque sotterranee, bonifiche ambientali, geochemica dei suoli e delle rocce, patologie
ENERGIA TRADIZIONALE	Geologia del petrolio	Ricerca di risorse petrolifere, del carbone, gas e torba, loro valutazione e valorizzazione
ENERGIE RINNOVABILI	Geotermia, geochemica	Studio del sottosuolo e delle acque sotterranee, certificazione energetica
INDUSTRIA	Geologia ambientale, geologia mineraria, geochemica, mineralogia e petrografia geomatematica	Valutazione e sfruttamento delle risorse minerarie per industrializzazione, nuovi usi per le rocce industriali e per i minerali, utilizzo di terre e rocce da scavo; soluzione di problemi, quali il calcolo delle probabilità di rinvenire taluni minerali in certe regioni o del verificarsi di eruzioni vulcaniche, di terremoti, ecc.
BENI CULTURALI	Geologia, mineralogia, paleontologia Geomatematica Geoarcheologia	Paesaggio, recupero e restauro di beni architettonici, valorizzazione del patrimonio geologico. Per acquisire, modellizzare, interpretare, elaborare, archiviare e divulgare informazioni geo-referenziate,
ISTRUZIONE	Scuola e Università	Insegnamento delle geoscienze, formazione dei cittadini e di futuri geologi
INFRASTRUTTURE	Engineering geology & geotechnics	Costruzione e ristrutturazione edifici, realizzazione strade, ferrovie, porti, aeroporti, dighe, gallerie, cameroni sotterranei
PROTEZIONE E RESILIENZA	Engineering geology & geotechnics Geologia ambientale	Monitoraggio di versanti instabili, studio della dinamica fluviale, attività sismica e vulcanica, microzonazione sismica, verifica di dighe e serbatoi, inquinamento ambientale, mappatura dei rischi

The most important international
event for Drilling & Foundations



30 September - 3 October 2020
Piacenza - Italy

GEO FLUID

Drilling & Foundations

23rd International Exhibition & Conference
of Technology and Equipment
for Prospecting, Extracting
and Conveying Underground Fluids

www.geofluid.it



2020 **Mostra Internazionale**
International Exhibition



Head Offices and Exhibition Centre: PIACENZA EXPO SpA - Tel.: +39 0523 602711 - geofluid@piacenzaexpo.it
International Representative: Mediapoint & Communications s.r.l. - Tel.: +39 010 5704948 - E-mail: info@mediapointsrl.it

LEGGE 464/1984: stato di fatto e una prospettiva di pubblica utilità

Il “Piano nazionale per la mitigazione del rischio idrogeologico, il ripristino e la tutela della risorsa ambientale”, denominato *Proteggitalia* (adottato con DPCM 20 febbraio 2019, con successiva approvazione, con Delibera CIPE 24 luglio 2019, del Piano stralcio degli interventi immediatamente cantierabili individuati dal Ministero dell’Ambiente), si prefigge di mitigare e prevenire il dissesto idrogeologico mediante azioni atte a favorire la messa in sicurezza del Paese, ovvero realizzando opere di manutenzione del territorio e di prevenzione del rischio. Il Piano dedica particolare attenzione agli interventi riconducibili alla gestione delle emergenze, alla prevenzione dei rischi e alla manutenzione del territorio, ma anche alla semplificazione e al rafforzamento della governance; il Piano si configura come un riordino, una combinazione e un’integrazione dei vari aspetti, norme, interventi, dati e risorse, inerenti il tema della sicurezza del territorio.

Per lo stesso tema e con lo stesso fine, è naturalmente benvenuta ogni norma che agevoli il Servizio Geologico d’Italia nell’acquisizione dei dati necessari per affinare la ricostruzione del Modello Geologico ex-lege e del conseguente Modello Idrogeologico del territorio, oltre che nell’implementazione di specifiche Banche Dati. Queste ultime, ove liberamente fruibili, consentono a tecnici ed operatori del settore sia di individuare le priorità degli interventi per la mitigazione e prevenzione del rischio idrogeologico e per la messa in sicurezza del territorio, sia conseguentemente di applicare efficacemente quanto previsto dal Piano.

A tale scopo diviene sempre più prezioso il recupero dei dati generati dalle comunicazioni di cui alla Legge 4 agosto 1984, n. 464 “Norme per agevolare l’acquisizione da parte del Servizio geologico della Direzione generale delle miniere del Ministero

dell’Industria, del commercio e dell’artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale”. Molti di questi dati, infatti, nel tempo non sono stati purtroppo trasmessi e, ove non dispersi, sono talora rimasti nelle banche dati di operatori e professionisti del settore.

Bisogna tuttavia considerare che, in caso di mancata trasmissione delle informazioni relative alle indagini e agli studi realizzati per ricerche idriche o per opere di ingegneria civile entro i termini stabiliti dall’art. 1 della citata Legge, l’art. 3 della stessa prevede specifiche sanzioni amministrative. Tali sanzioni costituiscono chiaramente un deterrente per una tardiva comunicazione e non favoriscono, quindi, il recupero di una grande mole di dati relativi a indagini effettuate ormai da tempo. Per l’implementazione delle banche dati nazionali e per l’efficace attuazione del Piano nazionale per la sicurezza del territorio diventa, pertanto, opportuno ed inderogabile promuovere iniziative che favoriscano la volontaria trasmissione dei dati e delle informazioni sulla “struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale”, elementi oggi in gran parte in possesso di privati.

Considerato il carattere permanente degli illeciti amministrativi previsti dall’art. 3 della citata Legge, per favorire la trasmissione dei dati ad oggi non notificati, sarebbe auspicabile sospendere le sanzioni previste per i casi di tardivo invio delle specifiche comunicazioni. La sospensione delle sanzioni potrebbe e/o dovrebbe avere ovviamente un termine ragionevole, pari almeno a due anni.

Sarebbe inoltre opportuno, in vista dell’emanazione ed entrata in vigore di una siffatta sospensione delle sanzioni previste dall’art. 3 della Legge 464/1984 per la ritardata trasmissione delle comunicazioni, che ISPRA / Dipartimento Servizio Geologico d’Italia predisponesse un aggiornamento delle modalità di trasmissione e codifica dei dati al fine di progredire nella conoscenza e nella tutela del territorio, con positivi risvolti anche occupazionali. Con risparmio di risorse sia per il Servizio Geologico d’Italia che per i Geologi che raccolgono e trasmettono i dati stratigrafici e con il vantaggio di ridurre gli errori di input, si propone la predisposizione di un sistema per l’immissione, direttamente via web, dei dati che oggi vengono raccolti tramite i moduli 4 e 4bis relativi alla Legge 464/1984.

In questa fase, se si tiene conto di quanti dati i Geologi rilevano e validano operando quotidianamente sul territorio, potrebbe essere determinante la consultazione degli Ordini dei Geologi e di altri enti/istituzioni coinvolti nel controllo del territorio.

25 novembre 2019

Commissione Risorse Idriche - Consiglio Nazionale Geologi



X-PAD Ultimate

Tutto in un unico software

X-PAD Ultimate è un software modulare, facile da usare per lavori topografici e del cantiere, come rilievi, tracciamenti, catasto, controlli BIM, strade, mappe, batimetria e GIS.

Il software è disponibile sulla piattaforma Android e porta le migliori tecnologie direttamente in campo nella tua mano: una completa visualizzazione 3D ed un sistema CAD per visualizzare e modificare i disegni,

integrazione dei tuoi dati con tutte le tipologie di mappe, supporti per la realtà aumentata e molto altro. XPad Ultimate ti assicura la produttività e ti permette di avere una perfetta integrazione con tutti gli strumenti.

Disponibile in due versioni, una dedicata a chi lavora nel campo della topografia ed una dedicata alle imprese di costruzioni, offrendo ad entrambi delle caratteristiche dedicate.



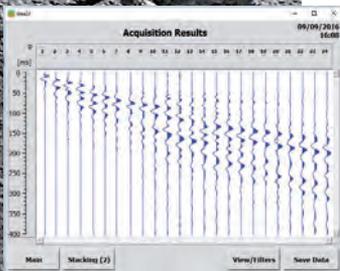
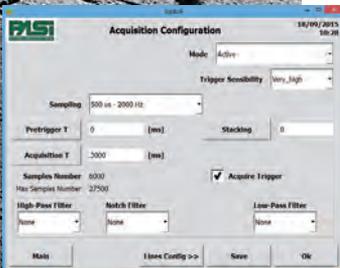
geomax-positioning.it

©2018 Hexagon AB and/or its subsidiaries and affiliates. All rights reserved.

Sismografo GEA24: affidabile · semplice · economico

GEA24 è un sismografo 24 canali (serializzabile fino a 48 canali) con scheda di acquisizione 24 bit e interfaccia USB per PC esterno. Adatto per tutte le applicazioni, GEA-24 è la soluzione intelligente per tutti gli usi professionali.

CHROMA Torino



3DLG



**RIFRAZIONE
RIFLESSIONE SUPERFICIALE
ONDE DI SUPERFICIE**

MASW, Re.Mi., Vs30, MAAM, ESAC, ecc.

HVSR / VIBRAZIONI

abbinato al geofono 3D da superficie
Mod.3DLG

DOWNHOLE

abbinato al geofono 3D da foro
Mod.GFA

CROSSHOLE

abbinato al geofono 3D da foro
Mod.GFA e all'energizzatore da foro
per onde P/S Mod.CHE



RADIOTRIGGER

Mini-prezzo !!!!
5 ANNI DI GARANZIA
A partire da 2800 € +IVA
STRUMENTO +
SOFTWARE DI GESTIONE

CARATTERISTICHE PRINCIPALI:

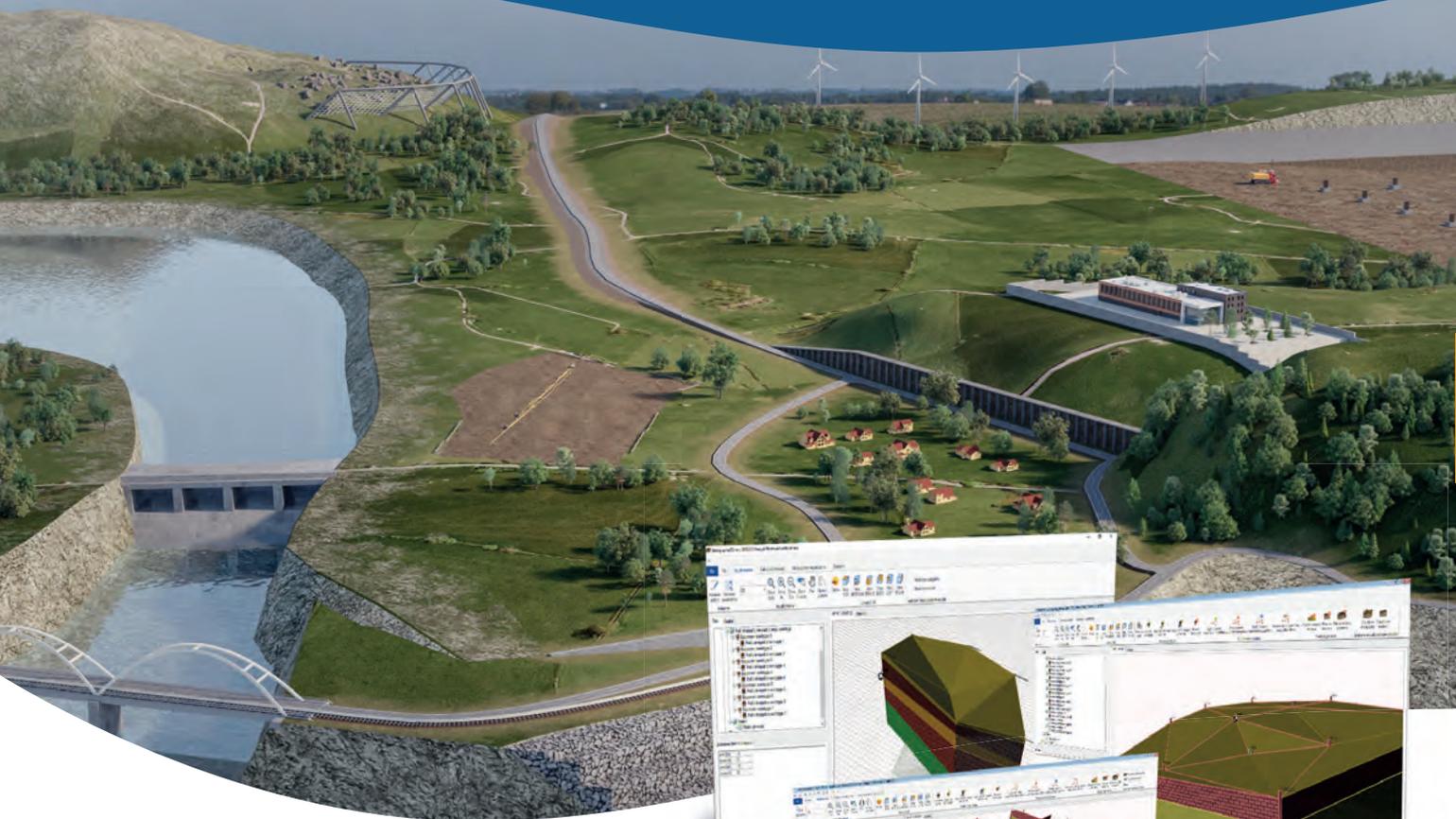
- 24 canali + trigger (AUX)**
possibilità di serializzare 2 unità per un totale di **48 canali**
- 24 bit reali**, convertitore **AD Sigma-Delta**
- Intuitivo e facile da usare**
- Collegabile a qualsiasi PC** portatile/tablet PC/toughbook

- Alimentazione da USB**
non necessita di batteria esterna!
Connettori per cavi sismici standard **NK2721C**
- Compatibile con tutti i geofoni analogici**
- Aggiornamenti gratuiti** software di gestione
- Compatto e leggerissimo**
(24x19.5x11cm – 2 kg)

GEOSTRU IL PARTNER GIUSTO PER LA TUA PROFESSIONE

Produciamo software di successo a livello mondiale.

Leggi la nostra storia su: geostru.eu/it/storiageostru



GEOSTRU TI OFFRE I SOFTWARE PIÙ POTENTI ED AFFIDABILI PER LA TUA PROFESSIONE.

Produciamo software di successo a livello mondiale per numerosi settori professionali. I nostri software sono caratterizzati da un costo molto competitivo e da una qualità garantita da oltre 36.000 installazioni in più di 135 paesi nel mondo. I prodotti GEOSTRU sono caratterizzati da un'estrema facilità d'uso: ogni software risolve uno specifico problema, riducendo i dati di input a quelli strettamente necessari. Inoltre tutti i software sono integrati fra loro con la possibilità di esportare dati da/e per ogni applicazione della suite anche in formato AGS4.

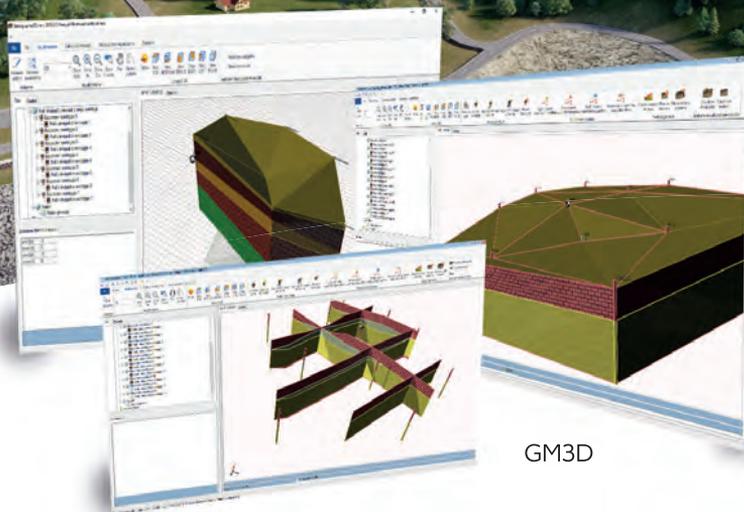
Tutti i prodotti sono pienamente compatibili con Normativa Italiana (NTC) e gli Eurocodici.

Un partner IT che risponde ad ogni tua esigenza professionale.



Per i lettori in esclusiva un codice di sconto!

Leggi il QR code



GM3D

SOFTWARE

Ingegneria - Geologia e Geotecnica - Meccanica delle rocce - Prove in situ - Idrologia e Idraulica Topografia - Energia - Geofisica - Ufficio

SERVIZI GRATUITI PER I NOSTRI CLIENTI

alla pagina: geoapp.geostru.eu

Corsi certificati in collaborazione con GoMeeting. Visita il sito www.gomeeting.eu

NUOVI SOFTWARE E SERVIZI

- Nuove versioni Geostru 2020
- Risposta sismica locale 2D
- GM3D (Modellazione Geologica 3D)
- GeoDropbox
- GeoApp 2020 (<https://geoapp.geostru.eu>)
- GeoStru 365

Software, risorse, info, servizi e offerte sul nostro sito: www.geostru.eu

