

Geologia dell'Ambiente

4/2021

ISSN 1591-5352

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale - APS

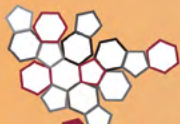


Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma





ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



**Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente**



**SOCIETÀ
GEOGRAFICA
ITALIANA ONLUS**



Società Italiana di Geologia Ambientale-APS

PRIMA GIORNATA
16 dicembre 2021

**Giornate
di Geologia
e Storia**

Ghost Cities:
le città fantasma,
tra storia e geologia.

16 dicembre 2021 ore 900
Società Geografica Italiana Onlus
Palazzetto Mattei in Villa Celimontana
Via della Navicella, 12 - 00184 Roma
geostorici@sprambiente.it

SECONDA GIORNATA
24 febbraio 2022

**Giornate
di Geologia
e Storia**

Geoantropologia e Geomitologia:
leggende, tradizioni popolari
e mito.

24 febbraio 2022 ore 900
Società Geografica Italiana Onlus
Palazzetto Mattei in Villa Celimontana
Via della Navicella, 12 - 00184 Roma
geostorici@sprambiente.it

TERZA GIORNATA
21 APRILE 2022

**Giornate
di Geologia
e Storia**

Le grandi aree urbane:
note di archeologia,
storia e geologia.

21 aprile 2022 ore 900
Società Geografica Italiana Onlus
Palazzetto Mattei in Villa Celimontana
Via della Navicella, 12 - 00184 Roma
geostorici@sprambiente.it

QUARTA GIORNATA
9 GIUGNO 2022

**Giornate
di Geologia
e Storia**

Utilizzo delle fonti geostoriche,
per la ricostruzione
delle variazioni climatiche.

9 giugno 2022 ore 900
Società Geografica Italiana Onlus
Palazzetto Mattei in Villa Celimontana
Via della Navicella, 12 - 00184 Roma
geostorici@sprambiente.it

QUINTA GIORNATA
13 OTTOBRE 2022

**Giornate
di Geologia
e Storia**

I grandi fenomeni naturali
che hanno cambiato la storia.

13 ottobre 2022 ore 900
Società Geografica Italiana Onlus
Palazzetto Mattei in Villa Celimontana
Via della Navicella, 12 - 00184 Roma
geostorici@sprambiente.it

SESTA GIORNATA
15 DICEMBRE 2022

**Giornate
di Geologia
e Storia**

I mari le coste
le infrastrutture marittime:
Evoluzione geomorfologica
e trasformazioni storiche.

15 dicembre 2022 ore 900
Società Geografica Italiana Onlus
Palazzetto Mattei in Villa Celimontana
Via della Navicella, 12 - 00184 Roma
geostorici@sprambiente.it

Giornate di Geologia e Storia

**Palazzetto Mattei in Villa Celimontana,
Via della Navicella, 12 - 00184 Roma**



**CONSIGLIO NAZIONALE
DEI GEOLOGI**

Società Italiana di Geologia Ambientale - APS

Associazione di protezione ambientale a carattere nazionale riconosciuta dal Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare con D.M. 24/5/2007 e con successivo D.M. 11/10/2017

PRESIDENTE

Antonello Fiore

CONSIGLIO DIRETTIVO NAZIONALE

Lorenzo Cadrobbi, Franco D'Anastasio (*Segretario*), Daria Duranti (*Tesoriere*), Ilaria Falconi, Antonello Fiore (*Presidente*), Sara Frumento, Fabio Garbin, Enrico Gennari, Giuseppe Gisotti (*Presidente onorario*), Luciano Masciocco, Fabio Oliva, Michele Orifici (*Vicepresidente*), Vincent Ottaviani (*Vicepresidente*), Paola Pino d'Astore, Livia Soliani

Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA - APS

N. 4/2021

Anno XXIX • ottobre-dicembre 2021

Isritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352

Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229 del 31 maggio 1994

DIRETTORE RESPONSABILE

Giuseppe Gisotti

VICE DIRETTORE RESPONSABILE

Eugenio Di Loreto

COMITATO SCIENTIFICO

Mario Bentivenga, Aldino Bondesan, Giovanni Bruno, Francesco Cancellieri, Maria Di Nezza, Massimiliano Fazzini, Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado, Endro Martini, Luciano Masciocco, Davide Mastroianni, Mario Parise, Giacomo Prosser, Giuseppe Spilotto, Vito Uricchio, Gianluca Valensise

COMITATO DI REDAZIONE

Fatima Alagna, Giorgio Boccalaro, Giorgio Cardinali, Valeria De Gennaro, Eugenio Di Loreto, Sara Frumento, Fabio Garbin, Michele Orifici, Vincent Ottaviani, Laura Pala, Maurizio Scardella

REDAZIONE

Sigea c/o Fidaf - Via Livenza, 6 00198 Roma
tel. 06 5943344

info@sigeaweb.it

PROCEDURA PER L'ACCETTAZIONE DEGLI ARTICOLI

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti ad un giudizio di uno o più referees

UFFICIO GRAFICO

Pino Zarbo (Fraserighe Book Farm)

www.fraserighe.it

PUBBLICITÀ

SIGEA - APS

STAMPA

Industria grafica Sagraf Srl, Capurso (BA)

La quota di iscrizione alla SIGEA-APS per il 2021

è di € 30 e da diritto a ricevere la rivista

"Geologia dell'Ambiente".

Per ulteriori informazioni consulta il sito web all'indirizzo www.sigeaweb.it

Sommario

Desertificazione: rivisitazione metodologica del protocollo MEDALUS

RACHELE CASTRO, ROSANNA COSTA, PIETRO MONFORTE, GIUSEPPE MUSSUMECI, VINCENZO PICCIONE, MARIA ALESSANDRA RAGUSA, MICHELE SEMINARA, VINCENZO VENEZIANO

2

"Venezia 2021" nel quadro del Piano Nazionale di Adattamento al Cambiamento Climatico

GRETA BRUSCHI

10

Censimento dei punti d'acqua del comprensorio dei Monti Affilani e aree limitrofe (Lazio)

PIERANGELO CRUCITTI, LUCA TRINGALI, DAVIDE BROCCHERI, GIULIA CALONZI, EDOARDO DI RUSSO, STEFANO DOGLIO, MICHELA GABRIELI, NICOLÒ PELLECCIA, PIETRO RUSCONI

15

Cronaca di una pioggia annunciata.

L'alluvione del luglio 2021 in Germania

GUGLIELMO GIANOLIO

22

Proposta per la mitigazione del rischio geo-idrologico in Val Canè (Val Camonica, BS)

SABRINA BONETTO, ANNA MARIA FERRERO, LUCIANO MASCIOTTO, BATTISTA TABONI, FEDERICO VAGNON

28



A questo numero è allegato il supplemento digitale *L'evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020 in Piemonte* a cura di Fabio Luino, scaricabile all'indirizzo web www.sigeaweb.it/supplementi.html

In copertina: Immagine invernale di un torrente appenninico (ph. V.A. Romano)

Cronaca di una pioggia annunciata. L'alluvione del luglio 2021 in Germania

Guglielmo Gianolio
Geologo
E-mail: guglielmo.gianolio68@gmail.com

Chronicle of a predicted rain.

The 2021 July- flood in Germany

Parole chiave: Alluvione, Germania, danni, clima
Keywords: Flood, Germany, damages, climate

Non parliamo di un terremoto o di un fulmine che ha folgorato il povero turista che camminava indisturbato sulla spiaggia. Parliamo di un evento meteorologico assolutamente calcolabile e prevedibile. Siamo nel luglio 2021 nel cuore dell'Europa, tra la Germania e il Belgio. Più tardi anche la Svizzera, l'Austria e diverse altre nazioni europee saranno vittime (in)consapevoli della furia del tempo. In questo breve articolo si cerca di fare una sintesi di quanto appreso dai mezzi di comunicazione e di fare una serie di considerazioni sulla fase climatica che oramai è divenuta realtà.

LA SITUAZIONE METEOROLOGICA NEL PERIODO INTERESSATO

Da un punto strettamente meteorologico non è accaduto nulla di sconosciuto. Tra il 12 e il 15 luglio sull'Europa centrale insisteva una bassa pressione. Contemporaneamente un'altra bassa pressione chiamata "Bernd" (il servizio meteorologico tedesco dava nomi maschili alle basse pressioni e femminili alle alte), formatasi in atlantico e spinta prima verso sud-est verso la Francia e poi risalita verso nord-est verso la Germania attraverso il Belgio, andava a collidere con la precedente, formando un sistema estremamente instabile. Dalle regioni mediterranee nel frattempo si univano, in moto rotatorio intorno a "Bernd", masse d'aria calda e umidissima. Queste, nel sollevamento forzato dovuto all'orografia, collidendo contro il Mittelgebirge nel sud-ovest tedesco, davano luogo a lunghe e persistenti precipitazioni a livello regionale. Le prime regioni ad essere colpite, a partire dal 12 luglio, erano il Baden – Württemberg (oltre 50 l/m² in 24 ore), l'Assia, la Renania-Palatinato, il Saarland e la Renania Settentrionale-Vestfalia (fino e oltre i 20 l/m² in 24 ore). In seguito, con lo spostamento lento della bassa pressione

verso le zone più centrali della Germania, cadevano fino a 87 l/m² di pioggia in sole 2 ore nell'Erzgebirge. La stazione meteorologica di Mühle Lodersleben a Querfurt in Sassonia-Anhalt registrava 66 l/m² in sole due ore. Anche il bacino della Ruhr veniva colpito da forti precipitazioni (Fig. 1). Una stazione meteo di Hagen del LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz – Ufficio per la salvaguardia della natura, dell'ambiente e dei consumatori) registrava oltre 241 l/m² in 22 ore.

A partire dal 14 luglio e fino al mattino del 15 le precipitazioni, e localmente anche dei forti rovesci, continuavano nell'area di Colonia, Gerolstein e Tre-

viri, dove in 72 ore cadevano più di 100 l/m² in 72 ore.

Nella Tab. 1 si può avere un'idea dell'evoluzione delle precipitazioni nei tre giorni di picco nei principali bacini idrografici interessati dall'evento.

"Bernd", dopo aver colpito duramente, iniziava a muoversi verso sud-est provocando intense piogge, specie nella parte orientale della Baviera meridionale tra il 15 e il 19 luglio. L'orografia (Erzgebirge, Monti Lusaziani e le Alpi) contribuiva, intensificandole, alle precipitazioni a causa dell'effetto di sbarramento.

Insomma tutto qui, una sorta di "flipper", dove le palline erano le basse

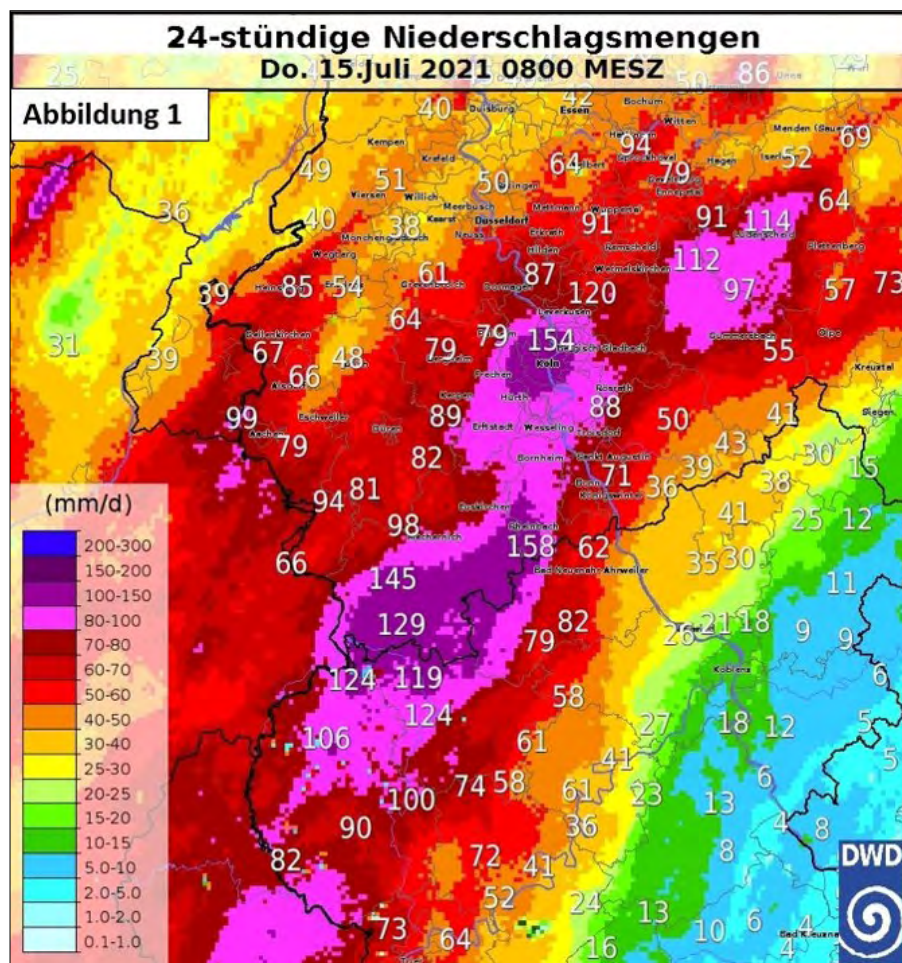


Figura 1. Quantità di pioggia caduta (in mm) nelle 24 ore del 15 luglio 2021 in Germania (da Deutscher Wetter-Dienst)

Tabella 1. Precipitazioni medie e massime nei singoli giorni e somma delle precipitazioni medie in $1/m^2$ nei vari bacini idrografici interessati. Nell'ultima colonna si può vedere la media relativa ai mesi di luglio a partire dal 1991. Fonte: Deutscher WetterDienst – HM

Bacino idrografico	12/07/2021		13/07/2021		14/07/2021		Somma dei 3 giorni	Medie degli anni dal 1991-2020
	Medie	Massime	Medie	Massime	Medie	Massime	Medie	Mese di luglio
Agger	9,2	18,7	14,7	39,9	82,5	124,4	106,4	100,6
Ahr	8,7	13	12,1	23,5	94,5	147,5	115,3	69,4
Emscher	1,1	3,3	20,9	31,2	45,6	83,8	67,6	82,5
Erft	11,9	26,3	23,8	56,8	93,8	169,1	129,5	67,9
Kyll	4	15,8	17,8	33,8	103,7	145,7	125,5	73,1
Lippe	0,7	4	15	50,1	29,1	88,8	44,8	84,1
Mosel	5,2	17,7	18,8	52,3	50,9	145,7	74,9	71,6
Prüm	2,6	12,4	25,5	35	97,5	124,3	125,6	74,5
Ruhr	3,7	18,7	34,5	76,1	62,2	121,4	104	96,4
Rur	3,2	13,4	36	66,8	82,8	154,1	122	74,4
Sieg	10,9	24	8,2	39,9	47,3	124,4	66,4	93,7
Wupper	2,9	9,6	35,4	66,9	105,4	151,4	14,7	100,7

pressioni che toccandosi si spostavano e urtando i rilievi rimbalzavano scaricando il loro carico di umidità. (1)

BREVI CENNI DI GEOGRAFIA DELLA GERMANIA

Da un punto di vista morfologico la Germania si può dividere in tre parti. Una parte settentrionale, pianeggiante, modellata dallo spostamento e dal peso dei ghiacciai durante le varie glaciazioni e rimodellata nuovamente dal ritiro degli stessi, una parte centrale ad altipiani, dominata dai residui rilievi dell'orogenesi ercinica, comprendente il Massiccio Renano, le Ardenne, l'Eifel, i Taunus, la Foresta Nera e i monti Harz e una parte meridionale (arealmente molto minore rispetto alle altre due) al confine con la Svizzera e l'Austria dominata dai rilievi alpini. Questi ultimi costituiscono una vera e propria barriera per le perturbazioni che, entrando in Germania da ovest – nord – ovest, cercano di sfilarsi verso sud – est. La Germania è totalmente aperta da tre lati (W – N – E) ad ogni evento atmosferico. Da ovest entrano le grandi perturbazioni atlantiche, mentre da NE arrivano le correnti siberiane a "deliziare" gli inverni.

Il mare lambisce unicamente le coste settentrionali con le grandi spiagge del Mar Baltico e del Mar del Nord (Fig. 2). Tuttavia è il reticolo idrografico tedesco a costituire una vera peculiarità. Quattro grandi fiumi costituiscono le vie d'acqua principali tedesche: il Reno, il Danubio, la Weser e l'Elba. Il primo scorre da sud verso nord, nasce nelle Alpi svizzere e sfocia nel Mar del Nord in territorio

olandese. Ha moltissimi affluenti in territorio tedesco tra cui ricordiamo il Lahn, la Lippe, il Meno, la Mosella, il Neckar e la Ruhr. Il secondo, il Danubio, nasce dai rilievi della Foresta Nera

e scorre, quasi perpendicolare al Reno, verso est. Anche se la prima parte non è navigabile, mette in comunicazione la Germania con l'Austria, la Repubblica Slovacca, l'Ungheria, la Serbia e la Ro-

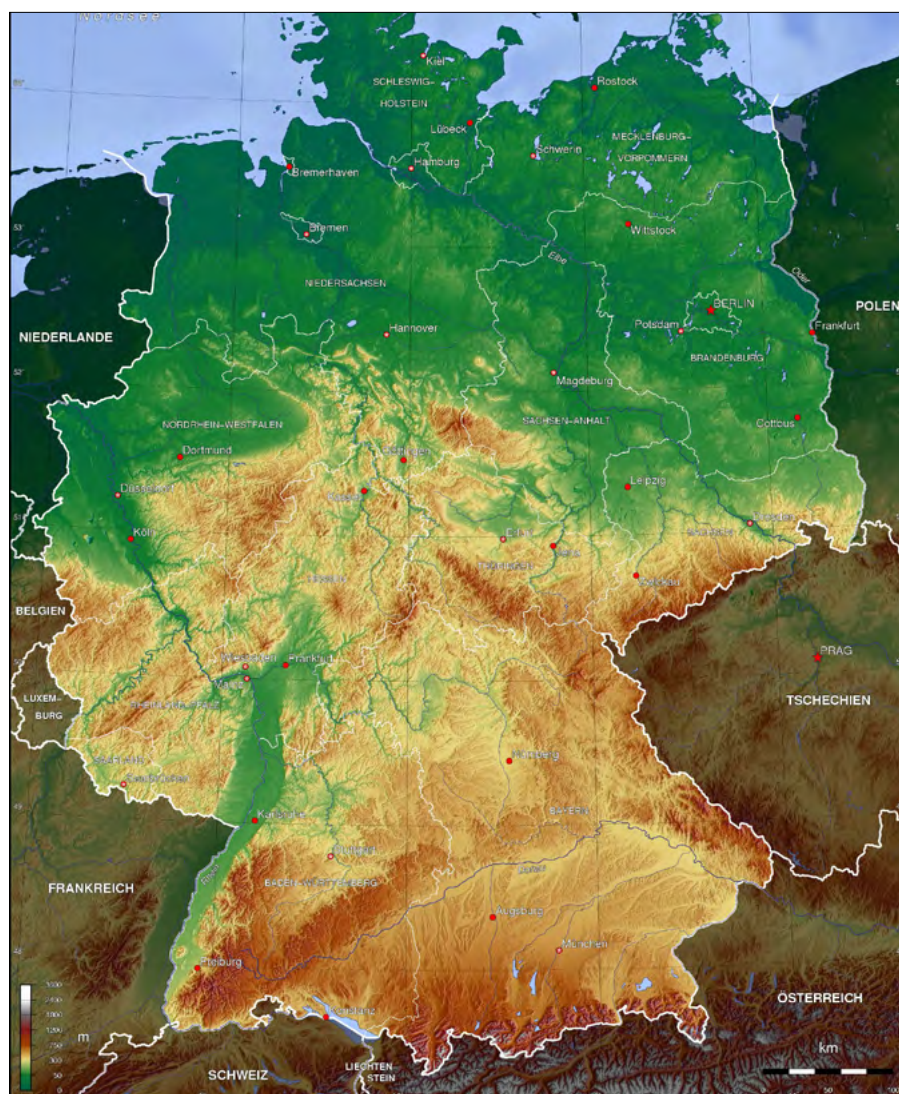


Figura 2. Carta topografica della Germania (da Wikipedia)

mania per poi gettarsi nel Mar Nero. La Weser, il terzo, è il fiume più lungo compreso nel territorio tedesco. Nasce in Bassa Sassonia e scorre verso nord per quasi 700 km, parallelo al Reno, sfociando a Brema nel Mar del Nord (a Bremerhafen). Il quarto fiume è l'Elba, che nasce nel nord della Repubblica Ceca, attraversa la Boemia e entra in Germania dove sfocia a nord di Amburgo nel Mare del Nord (Fig. 3).



Figura 3. Principali fiumi tedeschi (da Wikipedia)

Questa descrizione della geografia fluviale tedesca serve a dare un'idea, più o meno precisa, di quanta acqua scorra sul territorio tedesco. Infatti queste quattro aste fluviali, e i relativi bacini idrografici, sono solo quelle che si uniscono ad un fittissimo reticolo di fiumi e canali, naturali e artificiali, che attraversano quasi ogni città, paese e borgo tedesco. Ovviamente sono molto regimentati, tra dighe, chiuse, argini ecc. Un evento meteorologico così esteso come quello del luglio del 2021 ha sollecitato in maniera estrema questo reticolo mostrandone, tuttavia, i limiti. I terreni delle aree colpite, infatti, sono stati resi poco permeabili da due fattori. Uno è sicuramente l'intervento antropico. La densità abitativa tedesca è superiore a quella italiana e i relativi interventi di urbanizzazione (e quindi di impermeabilizzazione) sono sotto gli occhi di tutti, contribuendo al ruscellamento delle acque piovane piuttosto che alla loro infiltrazione. Il secondo, che ritengo il maggior responsabile, riguarda la durata delle precipitazioni. La primavera del 2021 è stata una stagione particolarmente piovosa (2). I terreni delle zone interessate erano già prima dell'evento catastrofico quasi totalmente saturi d'acqua. Le zone colpite dalle fortissi-

me piogge di luglio non avevano quasi più capacità di infiltrazione dell'acqua. Il perdurare delle precipitazioni ha obbligato le acque verso le aste fluviali che non sono riuscite a contenerle, specie nelle zone meandreggianti. (3) (4)

I LUOGHI MAGGIORMENTE COLPITI IN GERMANIA

Di seguito si riporta sinteticamente quanto avvenuto nelle varie regioni tedesche (Länder, Fig. 4) cercando di dare un'idea di quanto sia costato in termini di vite umane e danni materiali. Le fotografie inserite in questo paragrafo (Fig. 5-8), inoltre, danno un'idea di quanto avvenuto in termini di danni alle infrastrutture.

LA RENANIA-PALATINATO (RHEINLAND-PFALZ)

Questo Land, confinante con il Lussemburgo e il Belgio, ha pagato il prezzo più alto in termini di vite umane. 133 persone sono decedute e ci sono stati oltre 750 feriti.

Particolarmente devastante è stata la tracimazione del fiume Ahr. Nel distret-

to settentrionale di Ahrweiler l'impeto delle acque ha distrutto 62 ponti e altri 13 sono stati gravemente danneggiati. Oltre 300 persone hanno dovuto rifugiarsi sugli alberi e sono state salvate da 36 elicotteri entrati in azione. L'acqua, entrata in una struttura per disabili, la "Lebenshilfe – Haus" nel comune di Sinzig, ha ucciso dodici residenti. Il fiume Kyll, affluente della Mosella, ha raggiunto il livello record di 7,85 m (il livello record precedente era di 4,82 m del gennaio del 2003) (5). Una stima dei danni di circa 20 giorni dopo il disastro ha riportato che circa 17.000 persone hanno perso la loro abitazione. Circa 3000 edifici sono stati danneggiati, 497 completamente distrutti, 74 km di strade lungo l'Ahr sono letteralmente scomparse. Stessa sorte per circa 20 km di binari della ferrovia della valle della Ahr. Le 1600 imprese registrate presso la locale Camera di commercio e dell'industria hanno denunciato danni per circa 560 milioni di euro. Le inondazioni in Renania – Palatinato hanno fatto ritrovare circa 350 kg di munizioni e una bomba inesplosa del periodo della seconda guerra mondiale.



Figura 4. Carta schematica dei Länder tedeschi (da Wikipedia)



Figura 5. Casa semidistrutta ad Altenabr nelle vicinanze della sponda del Abr. (da rp-online.de)



Figura 7. Il fiume Erft straripato a Erfstadt - Blessem (picture/alliance/ASSOCIATED PRESS)



Figura 6. Ripresa con un drone della devastazione di un paese della Eifel a opera del Abr. (da picture alliance/dpa/TNN)



Figura 8. Edifici allagati a Solingen. (da rp-online.de)

LA RENANIA SETTENTRIONALE-VESTFALIA (NORDRHEIN-WESTFALEN)

Con 48 morti la Renania Settentrionale - Vestfalia detiene il secondo tristissimo posto nel numero di vittime in Germania. Quasi tutti gli affluenti del Reno hanno straripato, registrando picchi storici e assolutamente fuori scala. Il Reno, per l'ampiezza del suo alveo, è riuscito a sopportare abbastanza bene i carichi di acqua che si sono riversati. Oltre 19.000 soccorritori hanno preso parte alle 30.000 operazioni di soccorso. A causa della diga di Steinbach, dichiarata in pericolo di crollo, diverse migliaia di persone hanno dovuto evacuare le loro abitazioni. La città di Erfstadt è stata completamente inondata dallo straripamento del fiume Erft. Il fitto reticolo autostradale e ferroviario del bacino della Ruhr ha subito moltissimi danni. La parte meridionale del Land è rimasta paralizzata per giorni, con la maggior parte dei collegamenti da Nord e da Est che terminavano a Münster.

IL BADEN-WÜRTTEMBERG

Il Baden - Württemberg ha subito un solo decesso. Ingenti sono stati i danni materiali. Fortemente colpite le città Karksbad e Renchingen, dove

è stata inondata con quasi un metro d'acqua anche l'autostrada n. 8. Stessa sorte per l'autostrada n. 6 tra Viernheimer Dreieck e Mannheim-Sandhofen. Inondazioni ci sono state nelle città di Heilbronn, Flein, Bretten - Ruit. Nei pressi di Rdozzell, sul lago di Costanza, le piogge hanno causato una frana che ha interrotto la distribuzione dell'elettricità. L'unica vittima è stata un ragazzo di 17 anni caduto nel fiume Jagst in piena nei pressi di Heilbronn.

Il 17 luglio il centro di misurazione delle acque di Maxau sul Reno a Karlsruhe riportava un aumento del livello di 8,62 m. A seguito di ciò sono state inondate le casse di espansione di Kehl e Altenheim nei pressi di Ortenaukreis. Il giorno dell'inaugurazione della restaurata Biberbahn (la ferrovia storica che segue il corso del Danubio) parte del tracciato è stato inondato e quindi interrotto.

LA BAVIERA (BAYERN)

Anche la Baviera ha subito molti danni dalle piogge torrenziali del luglio 2021. Diverse strade statali e provinciali sono state completamente allagate e danneggiate, così come la linea ferroviaria nei pressi di Bad Windsheim. Ad Altmannshausen un ponte è stato divel-

to. La rottura della fogna nei distretti di Ansbach, Roth e Weißenburg-Gunzenhausen ha contaminato l'acqua potabile. Non può mancare il ritrovamento di una bomba della seconda guerra mondiale nei pressi della stazione ferroviaria di Ansbach.

Danni simili, per tipologie ed entità, ci sono stati anche in altri Länder come l'Assia (Hessen), il Saarland, la Sassonia (Sachsen) e la Turingia (Thüringen). L'evento meteorologico in questione ha investito complessivamente oltre 50 milioni di persone nella sola Germania. Innumerevoli sono stati gli allagamenti di cantine, giardini, piani terra ed interrati. Si stima, grossolanamente, che i danni vadano tra gli 11 e i 29 miliardi di euro (6). È una stima molto grossolana in quanto l'unica certezza è data da quanto devono pagare le assicurazioni (circa 10 miliardi), ma non si sa esattamente quanto del patrimonio è assicurato.

Questa immensa perturbazione carica di pioggia ha colpito gran parte dell'Europa, causando danni di diversa entità anche in Belgio, Francia, Gran Bretagna, Italia, Croazia, Lussemburgo, Olanda, Austria, Romania, Svizzera, Repubblica Slovacca, Repubblica Ceca, Ungheria (7). Tra le varie tipologie di danni causati da questa alluvione è ne-

cessario ricordare quelli gravissimi e non quantificabili dovuti all'avvelenamento delle acque. Si provi ad immaginare la quantità di elementi chimici che si sono diluiti nelle acque quando queste hanno invaso siti industriali o discariche, dove materiali di ogni genere erano accumulati e stoccati (8).

CONFRONTO CON LE MEDIE DEGLI ANNI PRECEDENTI

Come detto precedentemente, la Renania-Palatinato è stata la regione che ha pagato più delle altre i disastri dell'alluvione. I due fiumi Ahr e Kyll sono stati devastanti. Di seguito si riportano alcuni dati che ne mostrano, numeri alla mano, i motivi. I numeri della Tabella 2 fanno vedere, nella loro "asciuttezza", il disastro, ovvero la portata di massima piena registrata dalle stazioni idrometriche confrontata con quelle con

del 1910 e del 1804. La prima ebbe un picco di 500 m³/s e la seconda di 1100 m³/s. Come già detto nella Tabella 2, i dati di Altenahr del luglio 2021 sono stati interrotti dalla rottura dello strumento. Per questo motivo si è "preso in prestito" il fattore del misuratore di Müsch (2.10) posto a monte e moltiplicato per la portata di massima piena con tempo di ritorno a 100 anni di Altenahr (241 m³/s) ottenendo il valore di 506 m³/s. Con questa cifra si può affermare che l'evento del 2021 è stato molto simile a quello avvenuto nel 1910, anche se molto inferiore a quello del 1804. Appare dunque certo che una piena avvenuta nel 1910, un evento eccezionale con un tempo di ritorno di oltre 10000 anni, si è verificata a distanza di soli 110 anni. Per quanto riguarda le precipitazioni si può affermare che il 2021 ha avuto una serie di piogge intense a partire già dal mese di maggio. Il 2021 è tra i primi 5 anni con il

WetterDienst, DWD) aveva previsto e aveva avvisato chi di dovere, ovvero gli uffici della protezione civile che fanno riferimento ai vari Länder interessati, attraverso il sistema MoWaS (11) già a partire dal 12 luglio. Il sistema MoWaS (Modulares Warnsystem, Sistema di Allerta Modulare) è una rete di collegamento che permette ad alcune istituzioni, tra cui il DWD, di allertare gli uffici di protezione civile sul territorio, quali comuni, vigili del fuoco, polizia, ma anche televisioni, radio e non ultimo una App. Già dal 1992 i comuni a rischio sono stati muniti di sistemi acustici di allarme per le popolazioni che, nel caso di attivazione, vengono avvisate di evacuare le loro abitazioni. Piani di evacuazione esistono in molte delle aree colpite.

Un altro sistema di allerta è parte del programma Copernicus della UE. Il Copernicus Emergency Manage-

Tabella 2. Dati di portata dei fiumi Ahr e Kyll (9)

Fiume	Stazione idrometrica	Bacino idrografico	Portata di massima piena ad oggi registrata	Portata di massima piena con tempo di ritorno a 100 anni	Portata di massima piena registrata a luglio del 2021
AHR	Müsch	352 km ²	132 m ³ /s 02.06.2016	152 m ³ /s	320 m ³ /s 14.07.21 19:15
AHR	Altenahr	746 km ²	236 m ³ /s 02.06.2016	241 m ³ /s	332 m ³ /s 14.07.21 19:15 (misurazione interrotta per la rottura dello strumento)
KYLL	Densborn	472 km ²	180 m ³ /s 02.01.2003	190 m ³ /s	398 m ³ /s 15.07.21 00:15
KYLL	Kordel	817 km ²	218 m ³ /s 26.01.1995	248 m ³ /s	597 m ³ /s 15.07.21 9:30

tempi di ritorno sempre più lunghi.

Come si vede, la portata di massima piena con tempo di ritorno a 100 anni (HQ100) è stata ampiamente superata in tutte le stazioni di misura di oltre un fattore 2.

Per fare un confronto, nel Baden-Württemberg sono state calcolate su base statistica le massime piene con diversi tempi di ritorno. Posto uguale a uno il fattore per un tempo di ritorno a 100 anni, per bacini idrografici tra i 100 km² e 1000 km² si ottiene:

Tabella 3. Fattore medio "Hqx=f*HQ100" per bacini idrografici tra 100 e 1000 km² nel Baden-Württemberg (10)

HQ200	HQ500	HQ1000	HQ2000	HQ5000	HQ10000
1,13	1,3	1,44	1,58	1,79	1,95

Dal confronto tra i dati reali e i dati stimati si può vedere chiaramente come la piena del luglio 2021 abbia superato di gran lunga quella con tempo di ritorno di 10000 anni! Un dato interessante, tuttavia, viene da una ricostruzione storica. Ad Altenahr, una cittadina sul fiume Ahr, sono consultabili i dati delle piene

maggior numero di eventi piovosi isolati a partire dal 2001. Le analisi statistiche, basate su dati giornalieri, mostrano un leggero aumento delle forti precipitazioni (definite a partire da piogge >20 l/m²) in Germania negli ultimi 70 anni. Nel complesso tende a diminuire il numero di giorni con precipitazioni, ma aumentano i giorni con precipitazioni violente. È molto difficile valutare il singolo evento, ma la loro somma non dà adito a dubbi su un trend meteo-climatico che si va ad instaurare (Fig. 9).

I SISTEMI DI ALLERTA E IL RUOLO DELLA POLITICA

Moltissime sono state le polemiche in Germania circa la mancata allerta alle popolazioni colpite. Un'alluvione, per giunta di questa portata, è prevedibile ed era stata prevista. Il servizio meteorologico nazionale tedesco (Deutscher

ment Service (CEMS) (12) supporta tutti gli attori coinvolti nella gestione dei disastri naturali o causati dall'uomo, fornendo dati geo-spaziali, immagini e un supporto per avviare i necessari provvedimenti a salvaguardia delle popolazioni e del territorio. Il CEMS monitora costantemente l'Europa e il mondo alla ricerca di segnali su disastri naturali potenziali o in atto. Notifica in tempo reale alle autorità nazionali le sue scoperte o può essere attivato su richiesta. Il servizio CEMS, che è sempre gratuito per gli utenti, ha una componente specifica per le alluvioni, ovvero l'European Flood Awareness Systems (EFAS) (13) che è il primo sistema operativo paneuropeo di previsione e monitoraggio delle inondazioni. Oltre a prevedere dove e quando si verificheranno grandi inondazioni fluviali, il servizio stima e mappa anche il potenziale impatto socio-economico di questi eventi.

EFAS ha funzionato. Ha mandato le sue mappe di rischio elevato per i fiumi Ahr e Kyll al Gemeinsames Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) (Centro di raccolta dati na-

zionale e regionale che fa capo al Ministero degli Interni) (14).

Dunque? Che cosa è accaduto? Per quale motivo la maggior parte delle persone ha lasciato le proprie abitazioni a disastro avvenuto? Per quale motivo molta gente è stata recuperata con gli elicotteri?

Difficile dare un'unica risposta secca a questa domanda. Da un lato l'evento è stato di gran lunga più terribile di quanto ci si aspettasse, dall'altro chi doveva non ha ascoltato o capito fino in fondo le informazioni che provenivano da tutti i sistemi di allarme. Un altro dato certo è che i piani di evacuazione e le strutture per attuarli non sono mai stati aggiornati dagli anni '90. In molti comuni non hanno funzionato nemmeno le sirene per avvertire la popolazione.

Difficile fare una stima dei danni precisa. Le tecnologie satellitari danno informazioni per lo più qualitative sulle aree interessate. Meno del 35% delle vittime del disastro erano assicurate. Le compagnie assicurative, da quanto riportano, dovranno sborsare intorno ai cinque miliardi di euro. Quindi, possiamo dedurre che ci sono almeno altri 10 miliardi di euro di danni "occulti". Tutti i politici si sono dichiarati pronti a intervenire per aiutare economicamente la ricostruzione, anche se, mentre il Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier esprimeva le sue parole di cordoglio per le vittime visitando la semidistrutta città di Erfstadt, il presidente del Land Renania Settentrionale-Vestfalia Laschet (candidato cancelliere per la CDU a settembre 2021) se la rideva della grossa... (15)

ALCUNE CONSIDERAZIONI

La geografia tedesca può riassumersi come una sorta di piano inclinato da sud verso nord, chiuso a sud dalle Alpi e degradante a nord fino al Mare del Nord e il Mar Baltico. Su questo piano insiste un reticolo fluviale molto fitto, da sempre intensamente utilizzato anche come via navigabile per i commerci e gli spostamenti. La situazione meteorologica tra il 12 e il 15 luglio del 2021 ha riversato su gran parte della Germania grandi quantità di acqua che, anche a causa delle piogge avvenute nel corso della primavera del 2021, hanno trovato dei terreni non in grado di poterle, almeno in parte, assorbire. Riversandosi nei fiumi queste acque hanno tracimato gli argini di alcuni fiumi minori, come l'Ahr e il Kyll, portando devastazione. Le grandi aste fluviali del Reno e del

Danubio, pur creando preoccupazione, hanno retto abbastanza l'impatto delle acque.

Quanto dobbiamo preoccuparci per questo evento? È qualcosa di raro ed estremo che con poca probabilità potrebbe ripetersi o è il segnale dell'innescarsi di un cambiamento nel clima? La risposta è nel vento, direbbe qualcuno, ma forse è anche nella scienza. Abbiamo visto come una piena simile a quella di questa estate in Germania sia avvenuta già nel 1910. Il tempo di ritorno di quest'ultima piena era stato stimato in 10.000 anni! Forse già questo dato dovrebbe insospettirci. Tuttavia quello che dovrebbe ancor più preoccuparci e renderci reattivi è la frequenza di eventi estremi che si intensifica in ogni parte del mondo. In particolare in Germania si vede chiaramente dai dati che le quantità di acqua piovana totali in un arco temporale di una stagione non sono drammaticamente aumentate, ma si sono concentrate nel breve intervallo di pochi giorni con tutti gli effetti collaterali che comporta. Oltre a questi periodi di intense piogge possono verificarsi periodi di intensa siccità, come l'estate 2018, in cui alcuni tratti del bacino idrografico della Sprea (il fiume che passa da Berlino e nasce in Sassonia) erano talmente secchi da richiamare acqua da valle.

Dunque il campanello d'allarme sta suonando e devono essere presi diversi provvedimenti. Sicuramente sarebbe necessario investire sulla prevenzione del rischio. Continuare ad immettere impunemente gas serra in atmosfera è criminale. Quindi una prevenzione di livello alto. Poi servirebbe una prevenzione media, ovvero rendere operativi ed efficienti i già esistenti piani di allerta e di evacuazione, imparando, ahimè, a convivere con questo tipo di emergenze. Infine è necessario investire sul territorio limitando il più possibile la sua impermeabilizzazione, aumentando le possibilità d'infiltrazione delle acque e impendendo il più possibile il ruscellamento. Questo in Germania, come in Italia, come in ogni parte del mondo. La crisi climatica è una realtà. Assume peculiarità differenti a seconda della morfologia, della latitudine, delle condizioni al contorno del territorio. Di sicuro in Italia si manifesta diversamente. Così come le grandi perturbazioni del nord Europa hanno difficoltà a valicare le Alpi, anche gli anticloni africani non riescono a raggiungere facilmente le parti settentrionali del nostro continente. In Italia spesso gli eventi estre-

mi sono più locali o regionali per via della morfologia del nostro territorio, ma non dobbiamo dimenticare quanto fragile sia e di quanta cura ha bisogno. Un cenno sulla politica. Le decisioni di come agire spettano alla politica, si dice. Dunque i politici sono tenuti a sapere che la crisi climatica è un fardello di cui si devono far carico e che sono loro a dover mettere in campo tutte le risorse possibili. Porre fine alla immissione di gas serra in atmosfera, sviluppare piani di evacuazione per la salvaguardia delle popolazioni e mettere in atto efficaci piani di adattamento ai cambiamenti climatici a medio e lungo termine.

BIBLIOGRAFIA

- (1) T. JUNGHÄNEL, P. BISSOLI, J. DASSLER, R. FLECKENSTEIN, F. IMBERY, W. JANSSEN, F. KASPAR, K. LENGFELD, T. LEPELT, M. RAUTHE, A. RAUTE-SCHÖCH, M. ROCECK, E. WALAWENDER, E. WEIGL (2021), *Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernrd“ vom 12. bis 19. Juli 2021*.
- (2) https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2021/20210531_deutschlandwetter_fruhjahr2021_news.html#:~:text=Mal%20in%20Folge%20konnte%20der,Klimawert%20von%20171%20%2Fm%C2%B2%20
- (3) https://it.wikipedia.org/wiki/Geografia_della_Germania#Il_Bassopiano
- (4) https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Sammlungen-Grundlagen/GG_geol_Info/Karten/Deutschland/GK1000/gk1000_inhalt.html
- (5) <http://213.139.159.46/prj-wwvaukunft/projects/messstellen/wasserstand/register2.jsp?msn=2660090000&pegelname=Kordel&gewaesser=Kyll&dfue=1>
- (6) https://www.cedim.kit.edu/download/FDA_HochwasserJuli2021_Bericht1.pdf
- (7) https://de.wikipedia.org/wiki/Hochwasser_in_West-_und_Mitteuropa_2021
- (8) <https://aktuelles.uni-frankfurt.de/forschung/hochwasser-gift-aus-dem-flussbett/>
- (9) <https://wasserportal.rlp-umwelt.de> e <https://luadb.it.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php>
- (10) <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.deprojekte/?jsessionid=56F88D6030DE0CF86539176F37089E57>
- (11) https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Warnung-in-Deutschland/Warmittel/MoWaS/mo-was_node.html
- (12) <https://www.copernicus.eu/it/servizi/emergenze>
- (13) <https://www.copernicus.eu/it/sistema-europeo-di-allarme-inondazioni>
- (14) <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bevoelkerungsschutz/krisenmanagement/lagezentren/lagezentren-node.html>
- (15) <https://www.youtube.com/watch?v=Uk-TsNQKDIO>

GEOLOGIA PER ARCHEOLOGI

FORME DEL TERRENO E CIVILTÀ ANTICHE

GIUSEPPE GISOTTI



Il libro intende avvicinare gli archeologi alla comprensione della terminologia e delle metodologie di studio adoperate da geologi e geomorfologi. Queste professionalità, che hanno basi naturalistiche rispetto a quelle storico-umanistiche degli archeologi, sono ormai entrate a far parte dei gruppi multidisciplinari di esperti che studiano e interpretano le varie forme di insediamento e uso del territorio dell'antichità. Partendo dai rapporti tra archeologia, geologia e geomorfologia, si descrivono forme e processi naturali dei diversi ambienti terrestri, dalle zone carsiche a quelle vulcaniche, dalle desertiche alle glaciali, passando per gli ecosistemi fluviali, fino alle fasce costiere. Per ciascun ambiente trattato sono offerti numerosi esempi esplicativi corredati di immagini e casi di studio particolari, che consentono di comprendere meglio gli effetti che l'attività umana ha determinato, nel tempo, sui territori e i processi, spesso controproducenti, da essa innescati. Infine, viene presentato l'uomo del passato come agente geomorfico in opere idrauliche, di scavo e accumulo.

BIBLIOTECA DI TESTI E STUDI • p. 428 • ISBN: 9788829001156

INDICE

Introduzione

1. Rapporti fra archeologia, geoarcheologia e geomorfologia
2. La geomorfologia e il paesaggio
3. La sedimentologia e la stratigrafia
4. Forme controllate dalla litologia, dalla giacitura e dalla tettonica
5. Processi e forme vulcanici
6. Processi e forme sui versanti
7. Processi e forme fluviali
8. Processi e forme carsici

9. Processi e forme glaciali

10. Processi e forme costieri (litorali o marini).
Le tre fasi dei processi costieri

11. Processi e forme eolici. Deserti e steppe

12. Processi geomorfici antropogenici e relative forme. La geomorfologia antropogenica

Appendice

Bibliografia

Glossario

Indice dei riquadri

Indice dei casi di studio

Indice analitico

Il Consiglio Direttivo della Sigea augura un buon Natale e un sereno 2022 a tutti i soci e lettori di Geologia dell'Ambiente



La SIGEA - Società Italiana di Geologia Ambientale - APS, è un'associazione scientifica e culturale, senza fini di lucro, fondata nel maggio 1992 e riconosciuta dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare come "associazione di protezione ambientale a carattere nazionale" con decreto 24 maggio 2007 (G.U. n. 127 del 4/6/2007). Sono soci Sigea geologi, architetti, ingegneri, agronomi, forestali, archeologi, geografi e cultori della geologia ambientale.

La SIGEA - APS

- Stampa e invia ai soci la rivista Geologia dell'Ambiente
- Pubblica sul sito web gli atti dei convegni come supplementi digitali della rivista Geologia dell'Ambiente, liberamente scaricabili
- Favorisce il progresso, la valorizzazione e la diffusione dei temi di protezione ambientale
- Promuove il confronto interdisciplinare e plurisetoriale
- Opera sull'intero territorio nazionale
- Organizza attività didattiche, convegni, escursioni di studio e campagne di sensibilizzazione per la sostenibilità dello sviluppo

Scansiona il Qr code e scarica gratuitamente i supplementi digitali di Geologia dell'Ambiente. Segui le nostre attività dal sito web www.sigeaweb.it e dalla pagina di Facebook



A Natale regalati o regala l'iscrizione alla SIGEA - APS e contribuisci concretamente a proteggere la natura, il territorio, la ricerca e la cultura del nostro Paese. Per aderire alla SIGEA - APS è sufficiente compilare la scheda di iscrizione, scaricabile dal sito web www.sigeaweb.it e versare la quota associativa, pari ad un importo di euro 30.00, a mezzo bonifico bancario **Banco Posta**, codice IBAN: **IT 87 N 07601 03200000086235009**, intestato a Società Italiana di Geologia Ambientale, Roma.