

GioGas

Nuova partita
Continua
Opzioni

MISCELLANEA

INGV

GioGas: un Videogioco per
la divulgazione e l'apprendimento
della Pericolosità dei Gas Vulcanici



Direttore Responsabile

Valeria DE PAOLA

Editorial Board

Luigi CUCCI - Editor in Chief (luigi.cucci@ingv.it)
Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)
Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)
Mario CASTELLANO (mario.castellano@ingv.it)
Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)
Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)
Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)
Mauro DI VITO (mauro.divito@ingv.it)
Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)
Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)
Milena MORETTI (milena.moretti@ingv.it)
Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)
Umberto SCIACCA (umberto.sciacca@ingv.it)
Alessandro SETTIMI (alessandro.settimi1@istruzione.it)
Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)

Segreteria di Redazione

Francesca DI STEFANO - Coordinatore
Rossella CELI
Robert MIGLIAZZA
Barbara ANGIONI
Massimiliano CASCONI
Patrizia PANTANI
Tel. +39 06 51860068
redazione@ingv.it

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale
di Geofisica e Vulcanologia
Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI
Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

MISCELLANEA

INGV

GioGas: un Videogioco per la divulgazione e l'apprendimento della Pericolosità dei Gas Vulcanici

Francesca Cirillo¹, Gala Avvisati¹, Maria Luisa Carapezza², Giuliana D'Addezio², Enrica Marotta¹,
Rosario Peluso¹, Antonio Scelzo³, Alessandra Sciarra², Luca Tarchini²

¹INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano

²INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Sismologia e Tettonofisica

³UNISA | Università degli Studi di Salerno

Accettato 19 maggio 2021 | Accepted 19 May 2021

Come citare | How to cite F. Cirillo et al., (2021). GioGas: un Videogioco per la divulgazione e l'apprendimento della Pericolosità dei Gas Vulcanici. Misc. INGV, 62: 1-24, <https://doi.org/10.13127/misc/62>

In copertina Schermata di avvio del gioco | Cover Game title screen

INDICE

Introduzione	7
1 Pericolosità dei Gas Vulcanici un Videogioco come strumento divulgativo e di apprendimento	8
1.1 I gas vulcanici e la loro pericolosità	8
1.2 I videogiochi come strumento di apprendimento	9
1.3 Il nostro obiettivo – divulgazione e sensibilizzazione nelle scuole	11
2 Motore grafico del Gioco: RPG Maker MV	12
2.1 La scelta del motore grafico	12
2.2 RPG Maker	13
3 GioGas	14
3.1 La trama	15
3.2 Gli ambienti e le interazioni con il gioco	16
3.3 L'implementazione	17
3.3.1 Evento “end_level” - Analisi del codice	17
3.3.2 Evento “stop”- Analisi del codice	19
4 I risvolti futuri	19
Bibliografia	19
Sitografia	21

Introduzione

In aree di vulcanismo attivo e recente, oltre all'emissione di vapore e gas dai crateri centrali, si possono verificare emissioni di gas dal suolo che vengono rilasciati in modo diffuso o in mofete, o ancora che si disciolgono in acquiferi superficiali. Generalmente il gas più abbondante (fino al 99 vol.%) è l'anidride carbonica (CO₂), ma in alcuni casi può essere anche il metano (CH₄). La CO₂ è un gas incolore e inodore che tende ad accumularsi in depressioni o scantinati dove ristagna in assenza di vento. Respirare aria con una concentrazione di anidride carbonica maggiore di 8 vol.% può condurre all'incoscienza o alla morte. Un esempio di quello che potrebbe accadere, anche se si tratta di un caso estremo, è rappresentato dal tragico evento avvenuto presso il lago Nyos in Camerun (un lago ospitato in un cratere vulcanico). Durante la notte del 21 agosto 1986 le acque del lago, sature di CO₂, si rovesciarono improvvisamente e per decompressione si liberò una enorme quantità di gas che scese lungo i fianchi del cratere fino a raggiungere la valle sottostante dove vi era un villaggio. La nube di CO₂, silenziosa e inodore, colse nel sonno gli abitanti e uccise circa 1700 persone e circa 3000 capi di bestiame [Barberi et al., 1986]. Numerosi incidenti dovuti all'inalazione di gas vulcanici sono avvenuti in varie altre parti del mondo, in particolare in Italia, Giappone, Nuova Zelanda [Hansell and Oppenheimer, 2004; Durand and Wilson, 2005] e nelle Isole Azzorre (Portogallo) [Viveiros et al., 2015]. Anche in Italia, purtroppo sono avvenuti diversi incidenti letali dovuti ad inalazione di CO₂; si ricorda ad esempio che alla fine degli anni '80 due bambini persero la vita nell'isola di Vulcano [Baubron et al., 1990] e ancora nel complesso vulcanico dei Colli Albani due uomini persero la vita, il primo a Cava dei Selci (frazione di Marino) nel 2000 e il secondo a Lavinio nel 2011 [Carapezza et al., 2003; Barberi et al., 2019]. Sempre in provincia di Roma, numerosi casi di intossicazione da CO₂, che hanno altresì comportato l'evacuazione temporanea di alcune abitazioni, sono avvenuti per *blowout* (emissione incontrollata) di gas da pozzi d'acqua [Barberi et al., 2007; Carapezza et al., 2020].

La Campania ospita due dei vulcani quiescenti considerati tra i più pericolosi al mondo proprio per l'alta densità di popolazione che vive nelle zone esposte al pericolo: il Vesuvio e i Campi Flegrei. Anche in queste aree vulcaniche si hanno emissioni di gas endogeni e falde d'acqua ricche in CO₂ e in caso di riattivazione del vulcano c'è da aspettarsi anche un forte incremento del rilascio del gas endogeno [Barberi et al., 2005].

Al fine di far conoscere tale problematica alla popolazione, si è ritenuto opportuno di agire sui ragazzi e di farlo in modo stimolante e divertente attraverso un Videogioco che catturi la loro attenzione in modo da portarli a scoprire le soluzioni più adeguate da adottare per individuare/evitare/gestire i pericoli legati a quello che spesso viene definito anche "carburante delle eruzioni", i gas vulcanici.

Le attività che hanno portato alla realizzazione di questo lavoro (e nello specifico del videogioco) sono state svolte nell'ambito del Progetto Europeo RESPIRE - *Radon rEal time monitoring System and proactive Indoor Remediation (LIFE16ENV/IT/000553)* e con la collaborazione di un Tirocinante del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Elettrica e Matematica Applicata dell'Università degli Studi di Salerno.

Il lavoro è stato descritto e sintetizzato in questo Report attraverso varie sezioni. La prima in cui si descrive la problematica dei Gas Vulcanici e della loro pericolosità; l'importanza e i vantaggi derivati dall'utilizzo di un videogioco come strumento di apprendimento; l'obiettivo che il videogioco si prefigge di raggiungere.

Una seconda sezione in cui, in prima istanza, si evidenzia l'importanza di sviluppare un videogioco a partire da un Motore Grafico che consente di tralasciare i dettagli *hardware* e *software* di basso livello e di concentrarsi maggiormente sull'interattività e sulle regole del gioco, e in seconda istanza si descrivono le caratteristiche principali del motore grafico alla base del gioco (*RPG Maker MV*).

Una terza sezione in cui viene presentato il videogioco sviluppato denominato “GioGas”; nello specifico, la sua trama, l’interfaccia grafica che lo caratterizza e alcuni sui dettagli implementativi. Infine, una sezione in cui vengono descritti gli sviluppi futuri come ad esempio la divulgazione presso le scuole e in occasione di eventi, l’implementazione di una versione *multiplayer* del gioco al fine di aggiungere ulteriori elementi di stimolo e di coinvolgimento per lo studente.

1. Pericolosità dei Gas Vulcanici un Videogioco come strumento divulgativo e di apprendimento

1.1 I gas vulcanici e la loro pericolosità

I gas vulcanici sono naturalmente presenti nel magma e vengono rilasciati continuamente durante la sua risalita nel condotto eruttivo verso la superficie. Il componente principale dei gas vulcanici è il vapore acqueo, seguito in ordine di abbondanza da anidride carbonica (CO₂), anidride solforosa (SO₂), acido cloridrico (HCl), idrogeno (H₂), idrogeno solforato (H₂S), monossido di carbonio (CO), azoto (N₂), metano (CH₄) e piccole quantità di numerose altre specie come i gas rari e il radon (Rn) [Barberi et al., 2005]. In vulcani a condotto aperto e in attività permanente, quali l’Etna e lo Stromboli, la loro emissione in atmosfera avviene principalmente dalla bocca vulcanica principale, in forma di *plume* o *pennacchio*, ma una parte di gas viene rilasciato anche da bocche laterali o lungo fratture sui fianchi del vulcano. Anche i vulcani in stato di quiescenza, come il Vesuvio e i Campi Flegrei, emettono ininterrottamente gas attraverso fumarole, ma anche in modo diffusivo dal suolo o attraverso gli acquiferi. Le emissioni gassose periferiche di un vulcano sono quasi sempre dovute alla miscela tra i gas liberati dal magma presente nel sottosuolo e i fluidi idrotermali prodotti dalla vaporizzazione di acque di infiltrazione, meteoriche o marine, a causa dell’elevato flusso di calore. Le emissioni gassose da parte dei vulcani possono costituire un pericolo per la salute umana; oltre alle eruzioni vulcaniche che possono produrre quantità letali di gas tossici, anche un’esposizione a lungo termine a minore concentrazione di questi gas può rappresentare un pericolo significativo.

Il gas più abbondante e maggiormente dannoso per la salute e la sicurezza della popolazione che risiede in zone vulcaniche è la CO₂. Questo gas normalmente non rappresenta un vero e proprio pericolo per la popolazione, in quanto a basse concentrazioni viene rapidamente diluito in atmosfera. In atmosfera la concentrazione di CO₂ è di circa 400 ppm, ossia 0,4 vol.%, ma in alcune specifiche condizioni si possono trovare elevate concentrazioni che rappresentano un pericolo potenziale per la salute umana. La CO₂ provoca un incremento dell’attività respiratoria e un’azione vasocostrittiva, per concentrazioni fino al 5 vol.%. Per concentrazioni tra 5 e 8 vol.% i sintomi (emicrania, ipotensione, capogiri, astenia) sono reversibili respirando aria pura. Superata questa soglia, la CO₂ diventa un tossico pericoloso che provoca asfissia. Infatti, un’elevata concentrazione di CO₂ implica una corrispondente riduzione del contenuto di ossigeno nell’aria. Il limite di riduzione dell’ossigeno tollerata dall’uomo è 12,5 vol.% [Mc Manus, 2009] e questo livello viene raggiunto per concentrazioni di CO₂ pari a 8,3 vol.%. Una concentrazione di CO₂ pari all’8 vol.% viene quindi considerata la soglia potenzialmente pericolosa [IVHHN, 2020]. Superando questo valore, sopraggiunge rapidamente la paralisi respiratoria e lo svenimento. Oltre il 25 vol.% si ha la morte immediata.

Tra i gas vulcanici che provocano un rischio concreto per la salute della popolazione un ruolo importante lo ricopre sicuramente il radon (Rn). Il radon è un gas nobile e radioattivo scoperto nel 1898 da Pierre e Marie Curie, il più pesante tra i gas nobili (peso atomico 86) esistenti in natura, chimicamente inerte, inodore e incolore. Il Rn è prodotto dal decadimento del radio, che a sua volta è generato dal decadimento dell’uranio, e rappresenta l’unico elemento in forma gassosa di questa serie naturale di decadimento. Il radon ha 26 differenti isotopi compresi tra il

^{199}Rn ed il ^{226}Rn ma solo tre si riscontrano in natura e tra questi il più abbondante è il ^{222}Rn . Usualmente quando si parla di radon, ci si riferisce sempre all'isotopo ^{222}Rn il cui tempo di dimezzamento è abbastanza lungo (3,82 giorni) da permettergli di accumularsi in quantità elevate in ambienti chiusi (*indoor*). Essendo un gas nobile, il Rn non è molto reattivo, e generalmente viene eliminato dall'organismo, ma se inalato può risultare cancerogeno, in quanto emettitore di particelle alfa. La pericolosità del radon *indoor* è dovuta soprattutto ai prodotti nella sua catena di decadimento, ossia piombo, polonio e bismuto, che si attaccano al pulviscolo presente in aria irradiando i tessuti polmonari e bronchiali mentre si deteriorano. In caso di esposizioni intense e prolungate le dosi rilasciate possono indurre tumore polmonare. Infatti, recenti risultati epidemiologici di studi residenziali hanno dimostrato un aumento statisticamente significativo del rischio di cancro ai polmoni da un'esposizione prolungata a livelli elevati di Rn *indoor* [Darby et al., 2004]. Si stima che circa il 9-15% dei circa 14.000 casi annuali di cancro al polmone in Europa possa essere attribuito a Rn e alla sua progenie. L'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) ha concentrato l'attenzione sugli effetti sulla salute della Rn *indoor* costituendo un gruppo di lavoro europeo sulla qualità dell'aria *indoor* (IAQ).

Il radon, derivando dalla catena di decadimento dell'uranio, è presente dappertutto nel suolo e nelle acque sotterranee anche se in contenuti differenti a seconda della formazione geologica di riferimento. Tra i materiali più ricchi di uranio ci sono i prodotti vulcanici, come le lave, i tufi, le pozzolane ed alcuni graniti, ed anche nei materiali da costruzione (cementi, laterizi, ecc.) soprattutto se prodotti con materiali di origine vulcanica, porosi e con alto tenore di Radio come la pozzolana e materiali tufacei in genere. Inoltre, il radon può anche essere presente in quantità rilevanti nelle acque sorgive avendo una discreta solubilità in acqua. Si stima che il radon sia responsabile di oltre il 50% delle esposizioni umane alla radioattività naturale. La principale fonte di Rn risulta essere il terreno dal quale fuoriesce e si disperde nell'ambiente, ma si può anche accumulare nei locali chiusi risalendo lungo piccole fratture nel suolo o dai tubi e dalle condutture diventando quindi pericoloso.

È possibile che gli altri gas (come CO_2 , H_2S e CH_4) soprattutto nelle aree vulcaniche co-migrino nel sottosuolo verso la superficie insieme al Rn. È noto in letteratura che la migrazione del Rn per avvezione avviene per mezzo di gas di trasporto (*carrier gas*) profondi come CO_2 e CH_4 . Questi gas, se si accumulano nell'ambiente interno, possono causare diversi tipi di rischi per la salute umana (la CO_2 può causare difficoltà respiratorie, vertigini, vomito e infine la morte a concentrazioni sufficientemente elevate, mentre il CH_4 può formare miscele esplosive con l'ossigeno, ecc.). Inoltre, l'aggiunta di questi gas alle falde acquifere locali può avere un impatto negativo sulla qualità delle acque sotterranee e compromettere questa risorsa.

Uno degli obiettivi primari per la mitigazione del rischio legato alla pericolosità dell'esposizione ai gas vulcanici è quello di mettere in campo azioni dedicate alla comunicazione e informazione alla popolazione, finalizzate a promuovere conoscenza e consapevolezza sulle strategie per la mitigazione del rischio. In particolare, l'attività descritta in questo lavoro è indirizzata alle studentesse e agli studenti delle scuole secondarie di primo grado, che oltre a rappresentare i cittadini attivi di domani sono anche un efficace strumento per la diffusione di queste tematiche tra gli adulti.

1.2 I videogiochi come strumento di apprendimento

“Per insegnare bisogna emozionare. Molti però pensano ancora che se ti diverti non impari”

Maria Montessori

I videogiochi fanno parte della nostra società tecnologica e il loro ruolo va ben oltre la semplice “industria del divertimento”. Nelle fasi di sviluppo e di formazione il ruolo del gioco e delle attività ludiche è molto importante. Ne consegue che l'approccio ludico rappresenta un efficace stimolo

all'apprendimento ed è spesso utilizzato in contesti di apprendimento in ambito scientifico [Di Nezza et al., 2018; Lanza et al., 2013; Musacchio et al., 2015a.; 2015b].

Nelle ultime decadi i giochi digitali hanno svolto un ruolo sempre più rilevante nella vita dei giovani. Da uno studio svizzero emerge che il 71% dei giovani intervistati dichiara di giocare ai videogiochi, con i ragazzi che giocano più frequentemente rispetto alle ragazze, mediamente circa un'ora al giorno [Bernath et al., 2020]. Più in generale, da una ricerca condotta sulla popolazione dai 16 ai 64 anni [Hootsuite, 2021], emerge che in Italia sono più di 50 milioni le persone che accedono ad *Internet* ogni giorno. Siamo connessi per oltre 6 ore al giorno a *internet* e passiamo quasi due ore sui *social*, il 38,2% degli utenti di *internet* giocano ai videogiochi con una media di 49 minuti al giorno. In quest'ottica, *internet* svolge un ruolo sempre più strategico nell'educazione. Corsi di studio e formazione, anche scolastica, online hanno avuto un notevole incremento a causa anche dell'emergenza sanitaria COVID-19. Il veloce e necessario incremento delle tecnologie digitali in ambito scolastico ha evidenziato, oltre all'indubbio potenziale, anche i suoi limiti, dovuti principalmente alla scarsa interazione con insegnanti e gruppo classe. L'insegnamento online trasmette meno emozioni e coinvolge meno gli studenti rispetto ai metodi di didattica tradizionali. I motivi per l'abbandono o il basso rendimento includono noia o mancanza d'impegno, assenteismo e distrazione. In un'ottica di sviluppo e perfezionamento degli strumenti formativi online diventa fondamentale lo sviluppo di metodologie che siano in grado di indirizzare le motivazioni degli studenti. In particolare, già da molti anni si discute del potenziale positivo dei videogiochi in ambito educativo al fine di promuovere conoscenze e specifiche competenze [Gee, 2008; Griffiths, 2002]. Lo sviluppo di tecniche di apprendimento e formazione basate sul gioco e utilizzate in ambiti di non-gioco sono stati usati in molti contesti e possono essere adeguatamente sviluppati per incoraggiare gli studenti a passare più tempo studiando, a essere più coinvolti e quindi a imparare di più e meglio [Chapman e Rich, 2017]. Tale impostazione ha dato origine a un vasto campo di studi indicati come *Educational Gamification*, in generale definito come l'uso di caratteristiche del gioco al di fuori dal contesto di un gioco con lo scopo di influenzare i comportamenti legati all'apprendimento o agli atteggiamenti [Landers, 2015]. I videogiochi possono svolgere il compito di far imparare giocando, poiché il gioco "nasconde" la parte didattica all'interno del gioco. Il videogioco può diventare strumento di apprendimento importante per i ragazzi non solo per i percorsi narrativi ma anche per la capacità di creare e sviluppare le conoscenze scientifiche e il pensiero critico; i videogiochi possono migliorare molteplici competenze quali: capacità di concentrazione, resistenza, capacità tattiche, pensiero anticipatorio, orientamento in spazi virtuali e ragionamento deduttivo [Chapman e Rich, 2017]. L'integrazione tra le tecnologie (*ICT - Information and Communication Technologies*) e metodi di insegnamento adatti per migliorare l'apprendimento apre ampie possibilità per azioni in campo formativo e divulgativo. Le tecnologie sono sistemi di possibilità aperte che possono essere efficacemente integrate con metodi educativi innovativi, necessari per promuovere un apprendimento più efficace, efficiente, attraente e duraturo. Le *TIC* hanno maggiori probabilità di essere efficaci, efficienti e attraenti perché implicano esperienze emotive di grande intensità. Se educare significa stimolare un approccio dinamico con la conoscenza, l'obiettivo è quello di far emergere competenze e conoscenze più che inserire informazioni, e il sistema educativo tradizionale oggi è impreparato alla trasformazione sociale causata dai *media* ed è quindi necessario investire risorse in nuovi metodi educativi che trovi la sua incarnazione più efficace nell'*edutainment* e, in particolare, negli *edugames*.

1.3 Il nostro obiettivo – divulgazione e sensibilizzazione nelle scuole

L'INGV svolge un'importante attività nel campo della comunicazione e della formazione, in particolare per le scuole [Pessina e Camassi, 2012; D'Addezio, 2020; AA.VV., 2021]. Parte di queste attività sono volte a ideare e sviluppare strumenti innovativi per stimolare nei giovani l'interesse alle attività di ricerca sui fenomeni geofisici e naturali. Negli ultimi anni è stata anche dedicata molta attenzione alla produzione di giochi scientifici, raccolti in un progetto editoriale INGV¹, una combinazione efficiente di contenuti educativi e aspetti comunicativi ludici, pensati sempre con l'obiettivo di favorire l'apprendimento dei bambini e dei ragazzi in modo ludico [Di Nezza et al., 2020; Misiti et al., 2019; Locritani et al., 2017].

In base a quanto presentato nel paragrafo precedente, emerge che i videogiochi, dato l'interesse che suscitano, potrebbero facilmente ricoprire un ruolo educativo, soprattutto in età scolare e, opportunamente modulati, essere inclusi come strumento d'insegnamento nelle classi. Sviluppare "serious games", ovvero strumenti basati sulle tecnologie dei videogiochi, ma finalizzati alla formazione e alla divulgazione in particolare nel campo geofisico, rappresenta una sfida e un impegno. Una prima esperienza in quest'ambito è il progetto di Realtà Virtuale "Viaggio all'interno del vulcano" presentato in diversi eventi di divulgazione scientifica e che ha coinvolto più di mille utenti riscuotendo notevole apprezzamento da parte del pubblico [D'Addezio et al., 2020]. D'altra parte, il contenuto dell'indagine geofisica, quali terremoti, maremoti e eruzioni vulcaniche, sono di per sé fenomeni spettacolari ed affascinanti che ben si prestano ad essere riprodotti in scenari virtuali. Il videogioco, inoltre, è un prodotto multimediale che permette di raggiungere immediatamente un numero di utenti elevatissimo e che punta a soddisfare le esigenze di una platea di consumatori sempre più ampia ed eterogenea dal punto di vista dei dispositivi digitali utilizzati.

Una delle difficoltà da superare nella comunicazione scientifica è quella di spiegare concetti specifici, talvolta complessi, di una determinata disciplina in un linguaggio semplice e comprensibile per gli interlocutori, mantenendo la correttezza scientifica. In particolare, per le tematiche scientifiche dell'INGV, oltre ad aumentare la conoscenza dei fenomeni naturali che danno origine a terremoti ed eruzioni e dei loro effetti, l'obiettivo è anche quello di favorire la diffusione della cultura del corretto comportamento da adottare in caso si verificano fenomeni sismici e vulcanici e, più in generale, la diffusione del concetto di rispetto e corretta gestione del territorio e dell'ambiente. Infatti, alcuni esempi mostrano come i videogiochi siano sviluppati anche per ottimizzare le misure di educazione alla sicurezza [Maraffi e Sacerdoti, 2018].

L'obiettivo specifico di questo progetto è stato quello di realizzare un gioco digitale per promuovere la conoscenza e sensibilizzare i giovani sulla pericolosità della presenza dei gas nocivi nelle zone vulcaniche, con particolare attenzione per la salute e la qualità della vita delle persone. Il gioco è stato disegnato pensando agli utenti delle scuole secondarie di primo grado. L'esperienza svolta ci ha permesso anche di esplorare le potenzialità delle tecnologie di intrattenimento nei processi educativi e di contribuire a pedagogie innovative per l'apprendimento scientifico. Infatti, il progetto si propone di ricevere e valutare i suggerimenti, le impressioni da parte degli studenti e dei professori sul gradimento e fruibilità del gioco e di prevedere una più puntuale e specifica valutazione anche in termini di efficacia nell'apprendimento. Il processo di "input" e "feedback" costituisce un aiuto per l'impostazione del gioco e consentirà un suo progressivo miglioramento, sulla base delle osservazioni degli utenti finali. Inoltre, lo spazio virtuale stesso, consentirà a chi sviluppa e a chi gioca di esplorare identità e comportamenti che tengono conto sia delle diversità di età che di genere.

¹ <https://ingvambiente.com/category/comunicazione-e-divulgazione/risorse/giochi/>

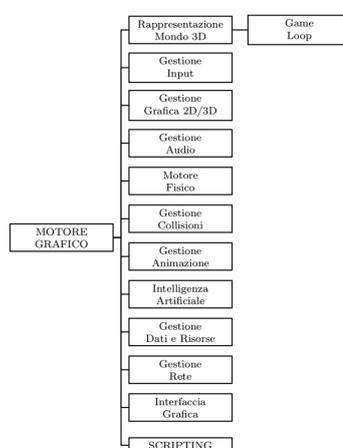
2. Motore grafico del Gioco: *RPG Maker MV*

Sviluppare un videogioco è un'attività molto complessa poiché richiede la conoscenza, non solo di un linguaggio di programmazione, ma anche di tecniche di intelligenza artificiale, di grafica avanzata, di *networking*, ecc.

Per i motivi sopra esposti, sviluppare un videogioco a partire da zero, senza un'architettura modulare e l'ausilio di ambienti di sviluppo efficienti, sarebbe un'impresa ardua e quasi proibitiva, per questo è sempre opportuno avere come supporto un "motore grafico".

Un motore grafico o *graphics engine* (Figura 1) fornisce un ambiente integrato (*framework software*) costituito da strumenti di sviluppo e da componenti *software* riutilizzabili che offrono le funzionalità di base indispensabili per la creazione di un videogioco: un motore di *rendering* per grafica 2D e 3D, un motore fisico, un sottosistema di intelligenza artificiale, un gestore di *input*, dati, risorse, collisioni, animazioni, suono, *networking*, ecc. [GameLudere, 2018].

Figura 1 Motore Grafico e i suoi principali sottosistemi.



Un motore grafico, per come è strutturato, permette di astrarre dai dettagli *hardware* e *software* di basso livello, in modo tale che lo sviluppatore possa concentrarsi maggiormente sulle regole del gioco e sulla interazione fra il giocatore (*player*) e gli altri soggetti presenti nell'ambiente del gioco. Un ulteriore vantaggio che si ottiene dall'utilizzo di un *motore grafico* è quello di semplificare il *porting*² di un gioco su differenti piattaforme.

2.1 La scelta del motore grafico

Esistono molti motori grafici, ognuno caratterizzato da punti di forza e di debolezza che spesso non sono relazionati solo al motore ma soprattutto al progetto che si intende portare a termine. Quindi, prima di effettuare la ricerca del "miglior" motore da utilizzare per l'implementazione del videogioco, sono state definite con precisione le "necessità" e le "priorità" del progetto.

Nello specifico la ricerca è stata indirizzata verso un motore grafico che avesse le seguenti caratteristiche: gratuito, di semplice utilizzo, con una grafica non necessariamente avanzata ma ricco di elementi già predefiniti da poter utilizzare al fine di non essere costretti a doverli sviluppare con altri software.

Dopo una analisi dei vari motori esistenti [1][2][3] ci siamo soffermati su quelli che meglio rispondevano alle nostre esigenze: *Unity*, *Unreal Engine*, *CryEngine* e *RPG Maker MV*.

² Il *porting* di un gioco non è altro che l'adattamento di una versione inizialmente sviluppata per una certa piattaforma ad una diversa piattaforma.

Unity [4], Unreal [5] e CryEngine [6] grazie alla loro versatilità sono tra i motori più utilizzati per la creazione di videogiochi. Essi consentono di implementare differenti tipologie di gioco (RPG - *Role Playing Game*, FPS - *First Person Shooter*), con una qualità grafica notevole, a patto di avere modelli 3d adeguati, tuttavia, questi modelli, devono essere creati tramite altri software e aggiunti alla base dati del motore per poter essere utilizzati. Inoltre, hanno uno store che consente l'acquisizione di modelli già definiti, ma il loro costo è abbastanza elevato, anche se proporzionato alla loro ottima qualità grafica. Infine, questi motori non consentono in modo agevole il *porting* del gioco per mobile.

RPG Maker MV [7], non offre una qualità grafica elevata, ma possiede un editor di mappe e personaggi molto variegato, oltre ad offrire la possibilità di inserire musiche, mappe e personaggi esterni. Inoltre, è molto semplice da utilizzare, infatti è il motore più adatto per chi si vuole cimentare nel mondo dei videogiochi ma non ha molta dimestichezza con la programmazione. Infine, semplifica il *porting* del gioco sui diversi sistemi operativi e su mobile.

Dalle descrizioni sopra riportate risulta evidente che la scelta sia ricaduta su RPG Maker MV poiché è il motore che meglio risponde alle specifiche esigenze.

2.2 RPG Maker

Tra le tante recensioni che si trovano su *internet* una tra quelle che meglio descrive questo motore è riportata di seguito:

"Tanto semplice da poter essere usato da un bambino, quanto potente da essere perfetto per uno sviluppatore. RPG Maker MV ti permette di creare l'RPG dei tuoi sogni!"

RPG Maker, nasce in Giappone dal gruppo ASCII, parte della compagnia Enterbrain. La sua prima versione risale al 1995 ed è conosciuta con il nome "RPG Maker 95" da allora varie versioni si sono succedute fino ad arrivare al 2015 con la versione attuale "RPG Maker MV".

RPG Maker è uno strumento per la creazione di videogiochi, specializzato nei giochi di ruolo (*Role Playing Game*) che permette di creare mondi di fantasia partendo da zero. Infatti, al suo interno raccoglie tutto ciò che è necessario per la creazione di mondi fantastici e per dar vita alle avventure desiderate.

Include centinaia di elementi che possono essere utilizzati in maniera veloce, semplice e personalizzata, tra cui modelli di mappe (sia il mondo stesso che le singole aree in cui si scompone una città e un *dungeon*³); personaggi vari definiti *character* (che possono essere personalizzati attraverso un configuratore) (Figura 2); NPC (*Non Player Character*) personaggi che non sono sotto il controllo diretto del giocatore, ma vengono gestiti dal *game master*; *biomi* (lava, neve, acqua, montagne, deserti); *sprite*⁴ di ogni genere (case, villaggi, castelli, decorazioni per interni ed esterni, interruttori, forzieri).

Inoltre, consente di gestire: i dialoghi tra i personaggi; l'HP (*Healt Pointso Hit Points* che indicano rispettivamente lo stato di salute di un personaggio e il numero di danni che un personaggio può ricevere prima di morire); le animazioni dei personaggi, ecc.

Infine, consente di personalizzare il gioco e creare giochi più complessi attraverso l'utilizzo: dei *Plugins* (Figura 3) che possono essere semplicemente abilitati o disabilitati; di *JavaScript* e *HTML5* attraverso cui il programmatore può agire grazie all'accesso libero alle classi (con rispettivi valori, skill e attacchi).

³ *Dungeon*: Terreno di gioco tipico dei giochi di ruolo.

⁴ Con *sprite*, in informatica, si indica un'immagine in grafica raster, generalmente bidimensionale (2d), che fa parte di una scena più grande (lo "sfondo") e che può essere spostata in maniera indipendente rispetto ad essa. Può essere sia statica che dinamica.

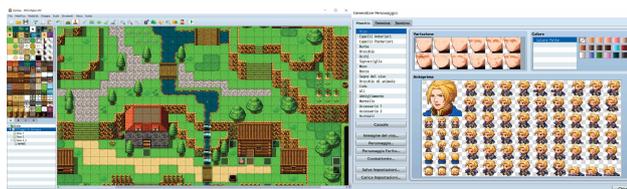


Figura 2 Generatore di ambientazioni (sinistra); generatore di personaggi (destra).

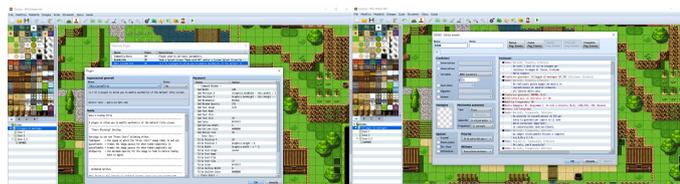


Figura 3 Generatore dei *plugin* (a sinistra); generatore degli eventi (a destra).

Tale motore consente di creare giochi per le seguenti piattaforme: *Windows/EXE, MacOSX/APP, Android/APK, iOS/IPA, HTML 5 for Web Browsers.*

Per comprendere lo stile degli **output** che si possono creare, basta pensare al famoso gioco “To The Moon” (Figura 4).



Figura 4 Esempio di grafica *RPG Maker MV* - Gioco “To The Moon”.

3. GioGas

La genesi del nome del videogioco **GioGas** (Figura 5) è facilmente intuibile poiché sintetizza/unisce i due elementi essenziali del progetto “**Gioco**” e “**Gas**” nonché l’obiettivo principale che esso si prefigge “Sensibilizzare ed informare i ragazzi sulla pericolosità dei Gas in area vulcanica, attraverso un videogioco che in maniera semplice, interattiva e avventurosa faccia scoprire loro i pericoli in cui si può incorrere, i sintomi che si possono presentare in caso di esposizione ai gas, gli strumenti che consentono di individuare e misurare le concentrazioni di gas e in fine le possibili soluzioni per marginare il problema”.

Figura 5 Schermata iniziale di GioGas.



3.1 La trama

Il protagonista del gioco “Mario” (Figura 6), un giovane ricercatore dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Roma, si trova presso la sua casa vacanza situata nella zona dei Campi Flegrei.

Uscito per una passeggiata, nota una signora anziana (“nonna”) (Figura 7) che lo stava aspettando. La “nonna” era da tempo preoccupata per la salute molto precaria di suo “nipote” (Figura 8), infatti, da un mese, il ragazzo accusava forti mal di testa, nausea e astenia. Lo aveva portato in diversi ospedali ed aveva consultato svariati medici ma, le cure che gli avevano prescritto, non avevano avuto alcun effetto, anzi il ragazzo peggiorava ogni giorno di più.

La “nonna” aveva letto, su qualche libro di scuola, qualcosa circa gli effetti nocivi dei gas vulcanici sulla salute dell’uomo e aveva il sentore che il problema del “nipote” potesse essere collegato alla recente perforazione fatta nel sottosuolo per la costruzione di un pozzo proprio vicino alla casa in cui vivevano.

La “nonna” riassume tutta la situazione a “Mario” e gli chiede aiuto. “Mario”, preoccupato prende a cuore la problematica e si rende disponibile per effettuare tutte le verifiche necessarie.

Inizia la sua indagine con la misurazione della concentrazione di anidride carbonica all’interno della casa dove vivevano “nonna” e “nipote” e nota che in vari punti c’è una concentrazione di CO₂ notevolmente superiore al limite consentito indoor, soprattutto nella camera del ragazzo.

Successivamente “Mario” porta i suoi strumenti di rilevazione all’esterno dell’abitazione, e nota che la concentrazione, aumenta progressivamente avvicinandosi al pozzo appena costruito. Grazie alle sue indagini, rileva un’emissione anomala di CO₂ da un acquifero arricchito di gas vulcanici.

“Mario” esperto del settore verifica varie soluzioni (con efficacia differente) per limitare il problema. Riesce così, dopo poco più di una settimana, a far ritornare i livelli di concentrazione di CO₂ della zona nella norma, ed il “nipote” della premurosa e dolce “nonna” torna alla sua vita quotidiana senza più problemi di salute.



Figura 6 Il ricercatore INGV “Mario”.



Figura 7 La “nonna”.



Figura 8 Il “nipote”.

3.2 Gli ambienti e le interazioni con il gioco

GioGas è ambientato in tre diverse zone: il villaggio, la casa del ricercatore (“Mario”) e la casa della “nonna” (Figura 9).

Figura 9 Il villaggio (in cima); casa della “nonna” (in basso).



Sarà il giocatore/studente a muovere il ricercatore “Mario” negli ambienti virtuali, e verso gli altri personaggi con cui potrà interagire. Nello specifico il giocatore sulla base dei dialoghi e delle informazioni fornite dovrà guidare “Mario” assicurandosi che questi porti a compimento tutte le ricerche e le operazioni necessarie.

Figura 10 Esempio di dialogo in cui il personaggio (“Mario”) fornisce informazioni al giocatore sulle azioni da intraprendere.



Ad esempio (Figura 10), nel caso in cui “Mario” nel corso di un dialogo con il “nipote” della vecchietta afferma:

*“Controllerò le prese elettriche vicino al tuo letto ed a quello della “nonna”.
Poi le prese elettriche vicino le finestre e le librerie. Infine controllerò anche il lavandino.
Le condutture e le tubature potrebbero essere delle vie di ingresso dell’anidride carbonica e del radon in casa”.*

Il giocatore dovrà dirigere “Mario” verso i vari oggetti citati, in questo modo, una volta giunto nella posizione corretta, “Mario” effettuerà tutte le operazioni necessarie (in questo caso la misurazione della concentrazione dei gas) e fornirà al giocatore ulteriori informazioni per il proseguo del gioco. Inoltre, in alcuni casi, “Mario” presenterà varie opzioni di scelta (Figura 12) e sarà proprio il giocatore a dover selezionare la soluzione da applicare. Ognuna di esse, darà un risultato in termini di mitigazione del rischio corrispondente ad un punteggio, da 1 a 3, in base all’efficienza della soluzione. Attraverso tale logica il giocatore accumulerà punti e potrà concludere il gioco con una vittoria oppure ne perderà fino ad ottenere un “Game Over”.

3.3 L'implementazione

La lettura di tale sezione è consigliata a chi intende approfondire anche gli aspetti relativi allo sviluppo del gioco. Gli argomenti saranno presentati in maniera semplice e quanto più elementare possibile, anche se per una comprensione totale del codice si presuppone che il lettore abbia almeno un'infarinatura sui costrutti di base della programmazione.

Il motore grafico con cui è stato realizzato il gioco (vedi paragrafo 2.2) utilizza una struttura basata su eventi che possono essere attivati da diversi *trigger*⁵, alcuni legati ai movimenti del giocatore (quando il giocatore interagisce con l'oggetto, quando ci cammina sopra, ecc.) altri attivati a determinate condizioni, ad esempio quando una variabile assume uno specifico valore. Al fine di implementare la APP GioGas sono stati scritti vari "eventi" in *JavaScript* che usufruiscono di alcune librerie fornite dal motore. Nello specifico sono stati definiti più di 20 eventi differenti. Nel seguito a titolo esemplificativo mostreremo il codice relativo a due eventi (che sono tra i più significativi):

- Evento numero 20 "end_level"
- Evento numero 21 "stop".

3.3.1 Evento "end_level" - Analisi del codice

Questo primo frammento di codice (Figura 11) genera la finestra di dialogo con le tre possibili scelte che il giocatore può effettuare (Figura 12):

1. Far arieggiare la casa.
2. Installare un sistema di areazione sotto casa.
3. Cementare il pozzo.

```
$gameSwitches.setValue(4, true);
choices = []; params = [];
$message.setChoices(choices, 0);
choices.push("Far arieggiare la casa");
choices.push("Installare un sistema di areazione sotto la casa");
choices.push("Cementare il pozzo");
params.push();
```

Figura 11 Array scelte e parametri – stampa scelte a schermo.

Tramite il comando `$gameSwitches.setValue` si setta a "true" la variabile globale numero 4 che sarà utilizzata dall'evento "stop" (paragrafo 3.3.2)

A seguire vengono definiti due *array*⁶, uno per la memorizzazione delle scelte e uno per il parametro ad esse assegnato;

Infine il comando `$gameMessage.setChoices` definisce le varie scelte che grazie al `choices.push` verranno stampate a schermo.



Figura 12 Finestra di dialogo con scelte.

⁵ È una procedura che viene eseguita in maniera automatica in coincidenza di un determinato evento.

⁶ Un *array* (detto anche vettore o matrice) in informatica, indica una struttura dati complessa, statica e omogenea.

Nella Figura 13 il comando `$gameMessage.setChoiceCallback` consente di assegnare alla variabile `responseIndex` la scelta effettuata dal giocatore, che definisce il proseguo del gioco e viene gestita attraverso una serie di “if”⁷ concatenati, ognuno dei quali racchiude il codice per i successivi dialoghi ed i consecutivi risvolti del gioco.

Il primo “if” riporta il codice relativo alla scelta numero 1 “Far arrieggiare la casa”. In questo caso il comando `$gameMessage.add` farà apparire il messaggio con scritto “la settimana successiva”.

Il comando `$gameScreen.showPicture` farà stampare un’immagine a schermo definendone: un id, la sua posizione iniziale, la sua traslazione tramite le coordinate x e y e l’opacità.

Poiché la scelta numero 1 è errata, in quanto non risolve il problema, il gioco non aumenta il punteggio del giocatore e di conseguenza si ottiene un “Game Over”, tramite il comando `SceneManager.goto(Scene_Gameover)`.

Figura 13 Evento 20 “end_level” – scelta 1.

```

$gameMessage.setChoiceCallback(function(responseIndex) {
  if (responseIndex === 0) {
    $gameScreen.startFadeOut(24);
    $gameMessage.setBackground(1);
    $gameMessage.add("La settimana successiva");
    $gameScreen.showPicture(4, sceltal.png, center, 0, 0, 43%, 60%, 255, standard);
    $gameMessage.setFaceImage('Mario',0);
    $gameMessage.setBackground(1);
    $gameMessage.add("Abbiamo fatto arrieggiare la casa per una settimana andando a
    misurare ogni giorno i livelli di CO2.");
    $gameScreen.erasePicture(4);
    $gameScreen.showPicture(5, sceltal_2.png, center, 0, 0, 43%, 56%, 255, standard);
    $gameMessage.setFaceImage('Mario',0);
    $gameMessage.setBackground(1);
    $gameMessage.add("Le concentrazioni sono diminuite ma sono sempre maggiori del
    valore normale in aria. Il rimedio non è stato sufficiente.");
    $gameScreen.erasePicture(5);
    $gameScreen.startFadeOut(24);
    $gameMessage.add("Hai ottenuto un punteggio totale di 1.");
    SceneManager.goto(Scene_Gameover);
  }
}

```

Il codice contenuto nella Figura 14 e nella Figura 15 è molto simile. Entrambe espongono il procedimento in caso di scelte corrette ma caratterizzate da punteggi differenti (la scelta numero 2 ottiene un punteggio minore rispetto alla scelta numero 3). Il comando `$gameActors.actor().changeLevel()` prende in *input*: il personaggio a cui far variare il livello, di quanto modificarlo e se in positivo o negativo.

Figura 14 Evento 20 “end_level” – scelta 2.

```

if (responseIndex === 1){
  $gameScreen.startFadeOut(24);
  $gameMessage.setBackground(1);
  $gameMessage.add("La settimana successiva");
  $gameScreen.showPicture(6, scelta2_1.png, center, 0, 0, 43%, 60%, 255, standard);
  $gameMessage.setFaceImage('Mario',0);
  $gameMessage.setBackground(1);
  $gameMessage.add("Abbiamo optato per installare un sistema di circolazione
  dell'aria sotto la casa, misurando in continuo per una
  settimana le concentrazioni di CO2 dentro casa, abbiamo ottenuto questi risultati:");
  $gameScreen.erasePicture(6);
  $gameScreen.showPicture(7, scelta2_2.png, center, 0, 0, 43%, 56%, 255, standard);
  $gameMessage.setFaceImage('Mario',0);
  $gameMessage.setBackground(1);
  $gameMessage.add("Le concentrazioni sono di poco superiori alla concentrazione
  normale di CO2 in aria. La costruzione di un
  sistema di circolazione di aria sotto la casa ha mitigato la diffusione di CO2
  dal terreno. Il rimedio
  è stato efficiente, se non completamente risolutivo");
  $gameScreen.erasePicture(7);
  $gameScreen.startFadeOut(24);
  $gameMessage.add("Hai ottenuto un punteggio totale di 2.");
  $gameActors.actor(1).changeLevel(2, false);
  SceneManager.goto(Scene_Title);
}

```

Figura 15 Evento 20 “end_level” – scelta 3.

```

if (responseIndex === 2){
  $gameScreen.startFadeOut(24);
  $gameMessage.setBackground(1);
  $gameMessage.add("La settimana successiva");
  $gameScreen.showPicture(8, scelta2_1.png, center, 0, 0, 43%, 60%, 255, standard);
  $gameMessage.setFaceImage('Mario',0);
  $gameMessage.setBackground(1);
  $gameMessage.add("Abbiamo optato per cementare il pozzo e, per una settimana,
  abbiamo misurato ogni giorno i livelli di CO2 ed abbiamo ottenuto questi risultati:");
  $gameScreen.erasePicture(8);
  $gameScreen.showPicture(9, scelta2_2.png, center, 0, 0, 43%, 56%, 255, standard);
  $gameMessage.setFaceImage('Mario',0);
  $gameMessage.setBackground(1);
  $gameMessage.add("La concentrazione di CO2 in casa diminuiscono bruscamente a
  seguito della cementazione del pozzo. I valori di CO2 indoor misurati dopo la
  cementazione sono mediamente simili alla concentrazione normale di CO2 in
  atmosfera. La chiusura del pozzo ha eliminato efficacemente la diffusione del
  gas dal terreno verso la casa.");
  $gameScreen.erasePicture(9);
  $gameScreen.startFadeOut(24);
  $gameMessage.add("Hai ottenuto un punteggio totale di 3.");
  $gameActors.actor(1).changeLevel(3, false);
  SceneManager.goto(Scene_Title);
}
}

```

⁷ “if-else” (in un linguaggio di programmazione) è un’istruzione condizionale dove l’if viene affiancato da una condizione descritta tra parentesi tonde. Se la condizione è vera allora vengono eseguite tutte le istruzioni che susseguono l’if fino all’ultima istruzione prima dell’else (se questo è stato inserito).

3.3.2 Evento “stop” - Analisi del codice

L'evento riportato nella Figura 16 è stato introdotto per risolvere un *bug*. Infatti, durante i dialoghi e la visualizzazione delle immagini il personaggio era libero di muoversi e di interagire con gli altri eventi (cosa non prevista nel gioco), quindi è stato implementato questo evento condizionato alla variabile 4 che, quando vera, blocca i movimenti del personaggio, mettendolo in uno stato di *wait* che dura 2 *frame*, finché la variabile è impostata come “*true*”.

```
while (SgameSwitches.Value(4) == true) {
  SgameMap.event(PLAYER).waitCount(2)
}
```

Figura 16 Evento 21 “stop”.

4. I risvolti futuri

GioGas, nel prossimo futuro sarà distribuita nelle scuole secondarie di primo grado (in particolare quelle situate in area vulcanica), o nel corso di eventi (in presenza/on-line) che coinvolgeranno ragazzi nella fascia di età compresa tra gli 11 e i 13 anni, con un duplice obiettivo: divulgare la pericolosità dei gas vulcanici e i comportamenti corretti da tenere; raccogliere “*feedback*” in maniera tale da migliorare l'impostazione del gioco sulla base delle osservazioni degli utenti finali. Inoltre, al fine di aggiungere ulteriori elementi di stimolo e di coinvolgimento per lo studente si provvederà a sviluppare una versione del videogioco “*multiplayer*”. In questo modo, gli studenti avranno anche la possibilità di confrontarsi e di sfidarsi. Tale versione sarà poi liberamente scaricabile tramite *Play Store* e *APP Store*.

Un altro obiettivo futuro, più generale, nell'ambito dello sviluppo dei videogiochi, sarà focalizzato a diffondere la cultura della prevenzione, delle misure di protezione in caso di terremoto, eruzione vulcanica e maremoto. Una conoscenza scientifica di base alla portata di tutti, può essere il miglior approccio a livello di prevenzione, perché nulla ci mette più alla mercé di un fenomeno, che la sua non-conoscenza.

Bibliografia

- AA.VV., (2021). *Percorsi di Alternanza Scuola Lavoro all'INGV*. D'Addezio G. Editor. Misc. INGV, 58: 1-178, <https://doi.org/10.13127/misc/58>
- Barberi, F., Chelini W., Marinelli G., and Martini M., (1989). *The gas cloud of Lake Nyos (Cameroon, 1986): results of the Italian technical mission*. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 39(2-3), 125-134.
- Barberi F., Santacroce R., and Carapezza M.L., (2005). *Terra pericolosa. Terremoti, Eruzioni vulcaniche, Frane, Alluvioni, Tsunami: perché avvengono e come possiamo difenderci*. Ed. ETS, Pisa, pp 191.
- Barberi F., Carapezza M.L., Ranaldi M., Tarchini L., (2007). *Gas blowout from shallow boreholes at Fiumicino (Rome): induced hazard and evidence of deep CO₂ degassing on the Tyrrhenian margin of Central Italy*. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.04.008>.
- Barberi F., Carapezza M.L., Tarchini L., Ranaldi M., Ricci T., and Gattuso A., (2019). *Anomalous Discharge of Endogenous Gas at Lavinio (Rome, Italy) and the Lethal Accident of 5 September 2011*. *GeoHealth*. <https://doi.org/10.1029/2019GH000211>

- Bernath J., Suter L., Waller G., Kulling C., Willwmsse I., and Suss D. JAMES, (2020). *Giovani, attività, media – rilevamento Svizzera*. Zurigo: Zucher Hochschule fur Angewandte Wissenschaften.
- Carapezza M. L., Badalamenti B., Cavarra L. and Scalzo A., (2003). *Gas hazard assessment in a densely inhabited area of Colli Albani volcano (Cava dei Selci, Roma)*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 123, 81-94.
- Carapezza M.L., Tarchini L., Ranaldi M., Granieri D., Martelli M., Gattuso A., and Sciarra A., (2015). *Gas blowout from shallow boreholes near Fiumicino International Airport (Rome): Gas origin and hazard assessment*. Chem. Geol. 407-408, 54-65.
- Carapezza M.L., Barberi F., Ranaldi M., Tarchini L., and Pagliuca N.M., (2019). *Faulting and gas discharge in the Rome area (Central Italy) and associated hazards*. Tectonics, 38(3), 941-959.
- Carapezza M.L., Ranaldi M., Tarchini L., Gattuso A., Pagliuca N.M., Vinci M., and Barberi F., (2020). *Dangerous emissions of endogenous CO₂ and H₂S from gas blowouts of shallow wells in the Rome Municipality (Italy)*. Applied Geochemistry. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104769>
- Chapman J.R., & Rich P., (2017). *Identifying motivational styles in educational gamification*. In Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA.
- D'Addezio G., Lombardo V., Conte S., and De Santis, A., (2020). *DiG-DAG: Didactic Game for Divulcation of Understandable Geophysics*. EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-13234, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-13234>
- D'Addezio G., (2020). *10 years with planet Earth: the essence of primary school children's drawings*. Geosci. Commun., 3, 443–452, <https://doi.org/10.5194/gc-3-443-2020>
- Darby et al., (2004). *Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studie*. BMJ, <https://doi.org/10.1136/bmj.38308.477650.63>
- Di Nezza M., Misiti V., and Di Laura F., (2020). *Escape Volcano: un nuovo gioco geo-scientifico*. Miscellanea INGV, 5, 1–34, ISSN 2939-6651.
- Di Nezza M., De Santis A., and D'Addezio G., (2018). *CityQuest & "Caccia al... Tesoro dei Castelli"*. La nuova frontiera della divulgazione formato 2.0, Rendiconti della Società Geologica Italiana, 45, 17–22, <https://doi.org/10.3301/ROL.2018.23>
- Game Ludere, 2018. *Il Motore Grafico (Game Engine)*. <https://www.gameludere.it/2018/10/20/motore-grafico-game-engine/>
- Gee J.P., (2008). *Good videogames, the human mind, and good learning*. In T. Willoughby & E. Wood (Eds.), *Children's learning in a digital world* (p. 40–63). Blackwell Publishing.
- Griffiths M.D., (2002). *The educational benefits of videogames*. Education and Health 47, Vol. 20 No.3.
- Hansell A., and Oppenheimer C., (2004). *Health hazards from volcanic gases: a systematic literature review*. Archives of Environmental Health, 59(12). <https://doi.org/10.1080/00039890409602947>
- Hootsuite and We Are Social, "Digital 2021 Global Digital Overview" from <https://wearesocial.com/it/digital-2021-italia>
- IVHHN – International Volcanic Health Hazard Network (2020). *Volcanic gases and aerosols guidelines*. http://www.ivhhn.org/images/pdf/gas_guidelines.pdf
- Landers R.N., (2015). *Developing a theory of gamified learning: Linking serious games and gamification of learning*. Simulation & Gaming, 45,752-768.
- Lanza T., Crescimbeno M., La Longa F., and D'Addezio G., (2013). *Bringing Earth into a Scene of a Primary School: a Science Theatre Experience*. Science Communication, 36, 131–139, <https://doi.org/10.1177/1075547012473841>
- Locritani M., Garvani S., Di Laura F., Merlino S., and Talamoni R., (2017). *Giocando verso uno sviluppo sostenibile: il contributo della sede INGV di Porto Venere nella realizzazione di giochi didattico-scientifici*. Miscellanea INGV, 39, 1–26, ISSN 2039-6651.
- Maraffi S. and Sacerdoti F.M., (2018). *The App Save Yourself Improves Knowledge in Earth Environmental Emergency and Safe Behaviors*. Proceeding 6th Mediterranean Interdisciplinary

- Forum on Social Sciences and Humanities, URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.c5p1>
- Mc Manus N., (2009). *Oxygen: Health Effects and Regulatory Limits. Part II: Consensus and Regulatory Standards and Realities of Oxygen Measurement. NorthWest Occupational Health & Safety*. North Vancouver, British Columbia, Canada.
- Misiti V., Di Nezza M., Di Laura F., Cafarella L., and D'Addezio G., (2019). *ESCAPE VOLCANO: a new game on volcanic hazards*. EGU General Assembly 2019, 1–2 April 2019, Vienna, Austria, Geoph. Res. Abs., 21.
- Musacchio G., Piangiamore G.L., D'Addezio G., Solarino S., and Eva E., (2015a). "Scientist as a game": *Learning geoscience via competitive activities*. *Annals of Geophysics*, 58, S0328, <https://doi.org/10.4401/ag-6695>
- Musacchio G., Lanza T., and D'Addezio G., (2015b). *An experience of science theatre to explain the interior of the Earth and its hazard to children*. *Journal of Education and Learning*, 4, 80–90, <https://doi.org/10.5539/jel.v4n4p80>
- Pessina V. and Camassi R. (Eds), (2012). *EDURISK 2002–2011: 10 anni di progetti di educazione al rischio*, *Miscellanea INGV*, 13, 77 pp.

Sitografia

- [1] <https://www.gamedesigning.org/career/video-game-engines/>
- [2] <https://www.gopillaracademy.com/blog/9-software-per-creare-videogiochi/>
- [3] <https://conceptartempire.com/free-game-engines/>
- [4] <https://unity.com/>
- [5] <https://www.unrealengine.com/en-US/>
- [6] <https://www.cryengine.com/>
- [7] <https://www.rpgmakerweb.com/products/rpg-maker-v>

QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

Coordinamento editoriale e impaginazione

Francesca DI STEFANO, Rossella CELI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Progetto grafico e impaginazione

Barbara ANGIONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

©2021

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605
00143 Roma
tel. +39 06518601

www.ingv.it



Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

GioGas

Nuova partita

Continua

Opzioni

