

Il Museo Geofisico di Rocca di Papa: tra divulgazione e ricerca scientifica

Nicola Mauro Pagliuca, Calvino Gasparini e Donatella Pietrangeli

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Via di Vigna Murata 605, I- 00143 Roma, Italia
pagliuca@ingv.it

Abstract

The Geophysical Museum of Rocca di Papa is located in an historical, three floor building, of the small town Rocca di Papa, twentyfive kilometres from Rome. The edifice was, until 1931, the place of the Geodynamic Observatory, created in 1889 by the famous seismologist Michele Stefano De Rossi. The museum is due to an agreement between the Town Council of Rocca di Papa and the Istituto Nazionale di Geofisica (INGV, one of the most important European Research Institutions operating in geophysics) signed in 2000. After bureaucratic passages and two years of important restoration the museum was open to the public at 26th February 2005.

The main aim of the Geophysical Museum is to illustrate how experimental data and information, accumulated by science in the course of time, led to new hypotheses on the internal structure of the Earth. The target of the educational and of the scientific disciplines of the Museum is mainly school students of all ages, but also local residents, and tourists: since its opening, approximately two years ago, the Museum has been visited by more than eight-thousand people. Posters, movie presentations, plastics, games and interactive experiments explain to visitors the main topics of geophysics and the stages of scientific research which led to the modern concept of the Earth internal model. Seismic instruments and games are easily accessible so that the visitor can interact with them: experimental data are recorded in real time and displayed through different monitors placed throughout the rooms. The museum has also a small cinema for three dimensional projections which allow visitors to experience a virtual tour on the Alban Hills, the seismic zone where the museum is located, and also on some other Italian tectonic belts where earthquakes occurred in past. The article introduces the museum and the seismological characteristics of the area, and describes the activities, the exhibits of the Museum and their methodology. [*The Geophysical Museum of Rocca di Papa: between knowledge and scientific research*]

Keywords: Geophysics, Seismology, Earth, Geodynamic Observatory, Museum.

Introduzione

Il Museo Geofisico di Rocca di Papa (Fig. 1), in provincia di Roma, ha una superficie utile coperta di circa trecento metri quadri ed è ospitato in quello che fino al 1931 era l'Osservatorio Geodinamico, un osservatorio ben noto un tempo ai geofisici. La realizzazione del Museo è stata possibile grazie alla stipula di una convenzione tra il Comune di Rocca

di Papa e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), che oggi rappresenta uno dei più grandi Enti di ricerca europei attivi nel settore delle ricerche geofisiche, sismologiche e vulcanologiche. Tale convenzione ha permesso la ristrutturazione edilizia della palazzina e la sua messa a norma, in maniera da renderla accessibile al pubblico. Museo e Osservatorio sono integrati, in quanto insistono sugli stessi spazi.

Storia del vecchio Osservatorio Geodinamico

L'Osservatorio Geodinamico fu costruito nel 1886 su iniziativa del famoso geofisico Michele Stefano De Rossi. De Rossi condusse a Rocca di Papa osservazioni sistematiche sui movimenti tellurici, dando inizio ad un nuovo argomento di ricerca: la sismologia, che a quel tempo fu chiamata meteorologia endogena, in ragione ai principi aristotelici delle cause dei terremoti. De Rossi, che fu anche il primo direttore dell'Osservatorio, s'impegnò personalmente dal 1873 ad organizzare una rete di corrispondenti (la prima in Italia che, insieme alle strutture di Catania, Casamicciola (Ischia) e Pavia, costituiva la rete degli osservatori sismici del primo ordine che faceva capo all'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica (R.D. 3534 del 1876 e 4636 del 1887). Lo scienziato pensò anche bene di avviare la pubblicazione del Bollettino del Vulcanismo Italiano (De Rossi, 1882). Per questo, la *Reale Commissione Geodinamica*, commissione parlamentare presieduta dal senatore Pietro Blaserna (Professore di Fisica all'Università di Roma), istituita dopo il disastroso terremoto d'Ischia del 28 Luglio 1883, approvò la proposta del De Rossi di fondare a Rocca di Papa un Osservatorio Geodinamico di primo ordine, per l'ordinamento delle segnalazioni sismiche in Italia (Blaserna, 1888).

La localizzazione dell'Osservatorio era motivata dalla vicinanza alla capitale e, soprattutto, dalle caratteristiche sismologiche dell'area. Rocca di Papa sorge, infatti, all'interno di quello che una volta era l'apparato vulcanico dei Colli Albani (Fig. 2), che iniziò la sua attività circa 600.000 anni fa. Le fasi finali dell'attività di questo vulcano sono riconducibili a circa 30 mila anni fa, quando forti esplosioni diedero origine a crateri eccentrici. Questi, successivamente si riempirono d'acqua e formarono i laghi Albano, di Nemi, il bacino lacustre di Ariccia ed i laghi fossili di Giuturna, Valle Marciana, Pantano Secco, Prata Porci e Castiglione, in gran parte visibili dal piccolo cratere di Monte Cavo (948 m s.l.m.) che dista poche centinaia di metri dall'Osservatorio.

Dopo la morte di De Rossi, nel 1899, la direzione dell'Osservatorio venne affidata a Giovanni Agamennone, che lo dotò di nuovi strumenti per lo studio dei terremoti. In questo modo la struttura acquisì larga fama nel mondo e richiamò in Italia i fondatori della sismologia come

Galitzin, Omori e Wiechert (Davison, 1927). Nel 1936 l'Osservatorio passò in gestione all'Istituto Nazionale di Geofisica (ING), divenuto nel 2001 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Le osservazioni sismografiche cessarono nel Gennaio del 1931, secondo quanto si legge in un comunicato dell'epoca. Il collocamento a riposo dell'allora Direttore e la località che non soddisfaceva più le esigenze della sismometria moderna ne consigliarono la chiusura (Gasparini, 1990).

Riattivato dall'Istituto Nazionale di Geofisica nel 1951, l'osservatorio seguita a funzionare ancor oggi come centro di raccolta dei dati geofisici per l'INGV, quale punto fondamentale della rete sismica centralizzata nazionale (RSNC) e della rete geodetica dei Castelli Romani. Sono inoltre attivi strumenti d'osservazione meteorologica e sistemi di rilevamento del gas radon.

In campo internazionale è conosciuto, nella nomenclatura sismica e meteorologica, con la sigla RDP. Le sue coordinate geografiche, calcolate con l'ausilio dei satelliti sono: latitudine 41° 45' 37,35" Nord e longitudine 12° 42' 37,16" Est mentre l'altitudine è di 816.7 metri.

Il Museo Geofisico

Lo scopo del progetto che ha portato alla realizzazione del Museo Geofisico, oltre a consentire il recupero di un importante edificio storico di livello internazionale, è quello di rendere familiare il linguaggio della geofisica ad un pubblico non specializzato. Per raggiungere questo scopo si è scelto di partire dal rapporto tra scienza e fantascienza, un legame certo non facile, segnato spesso da incomprensioni, polemiche, supponenza e dispregio. L'allestimento museale è stato pensato per dare risalto alla fantasia e alla creatività che probabilmente non può essere appresa, ma può certamente essere incoraggiata e favorita. Da qui l'approccio con la fantascienza, che diventa uno strumento didattico utile per far comprendere al visitatore come la strada che ha portato, dopo decenni o secoli, alla soluzione di un problema è spesso lastricata di tentativi falliti e modelli abortiti. Oggi non si può certo dire che conosciamo l'interno della Terra e che tutti i problemi siano risolti: dai terremoti agli tsunami, all'attività vulcanica, è tutto un susseguirsi di situazioni che stimolano



Fig. 1. Il Museo Geofisico, in primo piano, è situato a ridosso dell'antica Fortezza Colonna, in posizione panoramica e dominante sul vecchio centro storico di Rocca di Papa (Roma).

fortemente la nostra fantasia.

Abbiamo quindi scelto per l'esposizione nel museo un tipo d'approccio legato alla fantasia anche perché riteniamo che per risolvere un problema scientifico occorra sempre un certo slancio creativo.

Il Museo e la fantascienza

Alla *scoperta dell'inaccessibile* è il tema che il percorso museale, nel suo complesso, si propone di illustrare (come l'uomo nel corso dei tempi, abbia accumulato informazioni e sviluppato teorie tali da permettergli di ipotizzare la struttura interna della Terra). La scelta di questo tema è strettamente legata al modo di intendere il pensiero scientifico che è visto come un dialogo tra due voci, in modo da non tenere separate immaginazione e ragione. La visita al museo inizia infatti con la visione di due manifesti cinematografici: "Viaggio al centro della Terra" tratto dal famoso libro di Jules Verne, e "The Core", un film girato nel 2003 dove alcuni geofisici diventano terranauti in quanto costretti a raggiungere il nucleo terrestre su una navicella progettata per l'occasione, allo scopo di riattivare

il movimento che genera il campo magnetico terrestre.

Il percorso museale inizia quindi, insieme a Verne, con exhibits e macchine ludiche progettate e costruite appositamente per guidare il visitatore attraverso la Terra, perché proprio con l'opera letteraria di Verne nell'800 inizia l'impatto della fantascienza nella società (Gunn, 1979).

Sono possibili vari percorsi, in quanto il Museo si estende su tre livelli, dove giochi e strumenti sono esposti in modo da avvicinare il più possibile il visitatore a fenomeni considerati in genere casuali ed imprevedibili, ma che sono invece una costante della nostra vita e sono meno inusuali di quanto si creda. Basti pensare agli eventi sismici e collegarsi, come si fa nel corso della visita al museo, al sito web dell'INGV (<http://www.ingv.it>) oppure a qualsiasi altro sito web di reti sismiche internazionali, e vedere come il terremoto rappresenti una costante della nostra vita quotidiana.

Inoltre la componente ludica si richiama alla moderna museologia ed il museo coopera con le scuole per promuovere i programmi di scienze della terra e la conoscenza della geofisica.

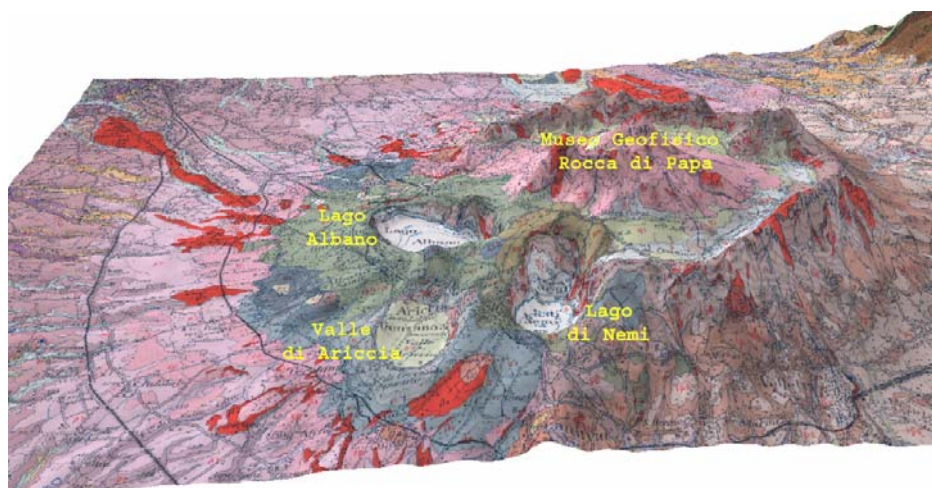


Fig. 2. Il complesso vulcanico dei Colli Albani, come dal plastico esposto, con l'ubicazione del Museo Geofisico rispetto ai laghi Albano e di Nemi.

La filosofia del Museo

La geofisica occupa un campo vastissimo che non può essere esplorato nel solo spazio museale disponibile a Rocca di Papa. Per capire com'è fatta internamente la Terra viene così presa in considerazione la sola geofisica della Terra solida, che consente di studiare la Terra mediante i fenomeni naturali utilizzando i modelli e i metodi della fisica sperimentale.

Il tutto viene esposto mettendo in risalto l'alone di "non certezza" che circonda la Scienza e come, a volte l'uomo abbia una percezione distorta della realtà. Ecco perchè subito dopo aver introdotto il non facile rapporto fra scienza e fantascienza, c'immergiamo nel mondo dei fenomeni naturali, letti attraverso i dati sperimentali. Per questo i dati rilevati dalle stazioni scientifiche che operano nel Museo sono visibili in tempo reale su appositi schermi posti lungo il percorso museale. Ad esempio, l'uso di un accelerometro sul posto consente di vedere la registrazione degli eventi sismici che sono in atto, così come avviene anche per i dati rilevati dalle stazioni meteorologica, geodetica e di rilevamento radon nel suolo che sono.

Il visitatore tocca così con mano un mondo scientifico, e non più fanta-scientifico, fatto di analisi ed osservazioni condotte in maniera sistematica. Egli può così comprendere come l'interpretazione dei dati sperimentali possa portare alla definizione di una legge scientifica descrittiva di un determinato aspetto della natura.

Quindi, si raccolgono dati e se ne verifica la fondatezza, ma si affronta anche il nostro modo di ragionare consentendo al visitatore di cimentarsi con un gioco filosofico dove sono espressi i concetti filosofici di induzione, deduzione, intuizione e i moderni metodi della didattica delle scienze (e.g. Popper, 1970).

Il cammino della scienza

Gli scienziati sono arrivati all'attuale ipotesi di struttura interna della Terra attraverso la raccolta e l'analisi di dati presenti negli strati più superficiali del pianeta (osservazioni "dirette") e formulando ipotesi sugli strati più profondi (osservazioni "geofisiche"). L'evoluzione di questo cammino viene messa in luce lungo un percorso didattico che si snoda in diversi ambienti, dove sono esposti libri e documenti antichi accanto ad dimostrazioni e giochi ludici che riassumono l'evoluzione del pensiero circa la natura dell'interno della Terra.

Viene spiegato come la Geologia di superficie fornisca informazioni nell'immediato sottosuolo, ma non consenta di andare oltre. A tal riguardo è riprodotta una carota rocciosa (Fig. 3) proprio per mostrare come finora si sia giunti soltanto a scalfire la Terra, con osservazioni dirette che solo in pochi casi hanno superato una decina di chilometri di profondità.

Per conoscere l'interno della Terra occorre quindi necessariamente affidarsi a metodi indiretti, quali sono quelli usati nelle indagini geofisiche.



Fig. 3. La carota rocciosa riprodotta nel Museo, posta tra due magnetometri, strumenti usati per misurare il campo magnetico terrestre.

Vengono quindi dedicati spazi alla descrizione del campo gravitazionale terrestre che ha permesso di ipotizzare i tipi di materiali che dovrebbero essere presenti all'interno della Terra. Questi materiali potrebbero essere simili a quelli contenuti nelle meteoriti, interpretate come pezzi di altri corpi del nostro sistema solare, che rispecchiano, con molta probabilità, la composizione originale della Terra solida al momento della sua formazione.

Ecco perché sono esposte delle meteoriti ricche di ferro e nichel insieme con alcuni campioni rocciosi. Questi ultimi mettono in evidenza come importanti informazioni dell'interno terrestre siano scritte nelle rocce prodotte dal raffreddamento dei magmi. Viene mostrato come, idealmente, il campo magnetico terrestre è riconducibile a quello che si avrebbe se ponessimo al centro della Terra una calamita inclinata di 11° rispetto all'asse di rotazione.

Tutte queste sezioni sono arricchite di giochi per meglio evidenziare i singoli aspetti enunciati. Ad esempio con il gioco "cerca il polo" (Fig. 4), che è stato realizzato per il Museo, viene mostrato il concetto di campo magnetico terrestre mettendo in evidenza come l'ago della bussola si disponga in modo tangenziale alle linee di forza magnetiche, che sono verticali ai poli e orizzontali all'equatore. Cosa c'è di nuovo in questo gioco? Il gioco è costituito da due semisfere: una nera con all'interno un magnete mobile il cui movimento produce sull'altra semisfera, dove è rappresentato un mappamondo, una variazione della posizione del campo magnetico. Un giocatore, senza farsi vedere, sposta il magnete nella semisfera nera mentre l'altro, con l'aiuto di una bussola, deve individuare sul mappamondo la posizione del polo. Il gioco vuole fissare nel visitatore il concetto che il polo magnetico, nel corso delle ere, ha significativamente cambiato posizione. Oggi studi di natura sismologica portano a ritenere che il campo magnetico sia generato dai movimenti convettivi nel nucleo esterno, ritenuto di materiali principalmente magnetici allo stato liquido.

La sismologia

Per formulare modelli dell'interno della Terra diventa decisivo il contributo offerto dalla Sismologia, alla quale viene riservato il posto d'onore nel Museo: la sala ottagonale (Fig. 5) al centro del vecchio Osservatorio. Questa sala contiene sia grandi schermi per la visione di filmati tridimensionale, sia una esposizione degli strumenti storici della sismologia. La sala è stata trasformata in anfiteatro per la proiezione, su due schermi rotondi, dei percorsi delle onde sismiche che interessano la Terra quando si manifesta un terremoto. Altri tre schermi mostrano i segnali che giungono agli Osservatori nel mondo e sono evidenziati i tempi d'arrivo delle varie onde sismiche.

La strumentazione di sismologia, invece, è disposta in modo da ripercorre le principali tappe della sua evoluzione, a partire dagli strumenti più antichi. Sono presenti alcuni esempi di sismoscopio, semplici strumenti ideati per rilevare la presenza di oscillazioni sismiche, che non danno, però, alcuna indicazione sull'energia sviluppata dal terremoto.

È poi riprodotta una stazione sismica sul tipo di quella che era in funzione a Rocca di Papa negli



Fig. 4. Il gioco chiamato “cerca il polo”, insieme ad altri *exhibits* e giochi relativi alle rocce e al geomagnetismo.

anni '30, quando la registrazione avveniva su carta affumicata.

L'affumicamento della carta, necessaria per ridurre gli attriti meccanici, era fatta mediante una lampada con diffusore al toluolo, che è mostrata insieme al trespolo per il fissaggio del nerofumo con lacca.

La stazione (Fig. 6) era formata da due strumenti sismografici meccanici Wiechert, da 200 kg per le componenti orizzontali del segnale e da 80 kg per la componente verticale. Questi furono costruiti nelle officine dell'ING negli anni '50 e sistemati nel piano inferiore dell'Osservatorio. Essi erano particolarmente adatti per la registrazione e lo studio dei terremoti vicini in quanto permettevano un'amplificazione appropriata (Wiechert, 1903) dei segnali rilevati.

È in mostra, inoltre, la terna completa di strumenti sismici meccanici tipo Ishimoto, dal nome dello scienziato giapponese che li aveva ideati nel 1933. Il sistema, costruito anch'esso nelle officine dell'ING, aveva proprietà analoghe a quelle del Wiechert, ma col vantaggio di essere di piccole dimensioni e molto leggero in quanto pesava poche

decine di chilogrammi. Questi strumenti, quindi, potevano considerarsi trasportabili e utilizzabili nelle zone colpite da piccoli eventi.

Il passaggio successivo, nell'evoluzione di questi strumenti, è rappresentato, nella nostra esposizione, dal sismografo Galitzin, dal nome del principe russo Boris Galitzin, responsabile della stazione sismologica di Pulkowa (Galitzin, 1914). Questo tipo di strumenti segna il passaggio a sismometri moderni, che usano masse inerziali di pochi grammi o al massimo di poche centinaia di grammi. È possibile usare piccole masse in quanto, a determinare la sensibilità del sismometro non è la massa ma i circuiti elettrici del sismografo che permettono l'amplificazione dei segnali rilevati. Gli strumenti di Galitzin, elettromeccanici, introdussero tre importanti innovazioni: la trasduzione elettromagnetica del movimento sismico, la registrazione galvanometrica su carta fotografica, lo smorzamento elettromagnetico con conseguente aperiodicità del sensore, che comporta uguale ingrandimento del movimento del terreno per ogni frequenza.

Il sistema di registrazione fotografica migliorava



Fig. 5. La sala ottagonale ed il percorso del pensiero scientifico, ospitato lungo il soppalco.

fortemente la resa dello strumento eliminando gli attriti propri degli apparecchi meccanici ed aumentando sensibilmente la capacità di amplificare il segnale elettrico rivelatore del segnale sismico ricevuto. In particolare, il Galitzin esposto è associato ad un insieme d'apparecchiature tipiche di una vecchia stazione sismica, il cui funzionamento può essere simulato schiacciando un bottone. Gli apparati innovatori basati sui principi del Galitzin, non ebbero particolare diffusione per gli elevati costi degli strumenti a quel tempo.

Gran diffusione ebbe invece il registratore Helicorder, dove il movimento del suolo viene impresso su carta termica dai pennini a filo caldo. Nel Museo lo strumento è attivo e collegato ad un sensore verticale S13 costruito in USA dalla Teledyne negli anni '60 e ancora in produzione. Infine, è mostrato il funzionamento del sismografo digitale presente nel Museo e collegato alla Rete Sismica Nazionale, dove la memorizzazione dei dati avviene in formato elettronico grazie all'utilizzo di

memorie di massa, come i dischi magnetici e dischi ottici.

I laboratori

Ai piani superiori della palazzina trovano spazio il Laboratorio Didattico ed il Laboratorio per la proiezione di filmati tridimensionali. Il primo è articolato su tre ambiti disciplinari (vulcanologia, sismologia e magnetismo) ciascuno legato, per motivi diversi, alla peculiare vocazione del Museo Geofisico. Costituito essenzialmente da tre postazioni al computer tutti collegati in rete con l'INGV, il laboratorio didattico propone una serie di programmi che possono essere utilizzati per costruire degli itinerari d'apprendimento.

Gli aspetti su cui si basa l'organizzazione del laboratorio è l'utilizzo di supporti informatici che trattano argomenti di Geologia e Fisica con lo scopo di avviare un percorso d'approfondimento tematico che è la chiave di lettura del Museo stesso.



Fig. 6. La sala degli strumenti sismologici, con in primo piano i due strumenti sismografici meccanici Wiechert.

I visitatori del laboratorio usufruiscono dell'assistenza di personale specializzato nella gestione degli strumenti e dei materiali didattici. L'attività del Laboratorio, in futuro, potrà anche essere collegata con la programmazione scolastica.

All'attico dell'edificio, al terzo piano, è stata invece collocata una saletta cinematografica per proiezioni tridimensionali che portano il visitatore a "volare" sui Colli Albani, mettendo in evidenza la geologia e la sismologia attuale della zona. Sono mostrate anche alcune zone italiane dove sono avvenuti in passato i terremoti. Le tecniche di visione sempre più sofisticate, associate all'elevata potenza d'elaborazione disponibile, hanno reso eccellente la qualità degli effetti visivi tridimensionali: le immagini sembrano uscire dallo schermo rendendo lo spettacolo tridimensionale un importante strumento d'apprendimento in quanto la divertente esperienza lascia nella memoria dello spettatore una traccia indelebile.

Si può inoltre ammirare un plastico geologico dell'area dei Colli Albani dove sono mostrati anche

i tratti essenziali della successione stratigrafica e alcuni campioni di roccia, mentre dalla terrazza possono essere ammirati direttamente sia il panorama verso Roma che il mare nei giorni tersi. È il più bel soggetto del Museo.

Conclusioni

A due anni dall'apertura, il Museo ha registrato oltre 8.000 visitatori, con una notevole partecipazione di studenti d'ogni ordine e grado. L'elevato numero di visitatori è molto incoraggiante e ci sta portando ad implementare l'attività espositiva, realizzando altri exhibits e apportando nuovi strumenti. L'interattività del Museo, infatti, è stata molto apprezzata e si sta dimostrando un importante strumento didattico che fa crescere l'attrattiva verso l'esposizione.

E qui sta il vero successo: l'impostazione del Museo ben distante dai vecchi allestimenti museali. Il Museo diventa qualcosa che s'interroga e pone delle questioni in cui è coinvolto il visitatore che è

invitato a trarre delle conclusioni. Viene esposto un messaggio per sensibilizzare il pubblico sulle problematiche riguardanti le Scienze. Grazie a questo viaggio, però, il pubblico può apprendere sia l'uso materiale dei più importanti dispositivi passati e moderni per conoscere e rappresentare la Terra al suo interno. Anche l'attivazione della strumentazione scientifica in grado di acquisire dati, esposta all'interno delle sale, è in grado di svolgere un'importante funzione didattica ed è una scelta innovativa fatta dal Museo. Così come innovativa è la scelta di esporre gran parte degli strumenti senza alcuna barriera, anche se diventano soggetti a subire qualche danneggiamento soprattutto nei giorni di maggiore afflusso. Da questo punto di vista, la genesi del Museo rappresenta una peculiarità, visto che è svincolata da una qualche collezione iniziale e il motore che la motiva è il recupero della memoria e del patrimonio scientifico con cui è chiamato a confrontarsi il pubblico. A tal riguardo va detto che il Museo rappresenta anche un'importante azione di recupero ragionata di un patrimonio culturale, il vecchio Osservatorio Geodinamico, che rischiava di andare disperso.

L'obiettivo che s'intende raggiungere con questo Museo è quello di una forte collaborazione tra museologi, scienziati, istituzioni e visitatori, al fine di realizzare una piattaforma attraverso cui coinvolgere ogni tipo di pubblico e renderlo consapevole del proprio ruolo introducendolo alle pratiche scientifiche. Un'attività che ha accresciuto l'attrattiva nei confronti della stessa cittadina che ci ospita, Rocca di Papa, lasciando intravedere la prospettiva di fare del Museo il polo di riferimento per le Scienze della Terra, nell'intero comprensorio dei Castelli Romani.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato reso possibile grazie a tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione del Museo e con esso al mantenimento della struttura attraverso lo svolgimento di quelle attività quotidiane che consentono l'accoglienza dei visitatori, rendendo ulteriormente appassionante la geofisica. Quindi, si ringraziano gli Enti coinvolti

nel progetto quali la Regione Lazio, il Comune di Rocca di Papa, la Provincia di Roma e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Ringraziamo inoltre tutti coloro che ci hanno sempre sostenuto ed aiutato con le loro competenze, i loro consigli e la loro disponibilità: gli architetti Ilia Monachesi e Giuseppe Marinelli, il signor Giulio Cardoni, memoria storica dell'INGV, tutto il personale dell'INGV che si occupa di mantenere efficiente la strumentazione esposta e tutti coloro che collaborano al programma di divulgazione scientifica del Museo.

Bibliografia

- Blaserna P. (1888). Sull'impianto del servizio geodinamico in Italia. Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, Classe di scienze morali, storiche e filologiche 4.
- Davison C. (1927). *The Founders of Seismology*. Cambridge University Press, pp. 240.
- De Rossi M.S. (1882). Programma dell'Osservatorio ed Archivio Centrale Geodinamico. Bollettino del Vulcanismo Italiano, 10: 1-124.
- Gasparini C. (1990). Lo Stato e i terremoti: evoluzione del servizio sismico. In: G. Ferrari (a cura di), *Gli strumenti sismici storici. Italia e contesto europeo*. ING-SGA Bologna, pp. 195.
- Galitzin B.B. (1914). *Vorlesungen über Seismometrie*. Deutsche Bearbeitung unter Mitwirkung von Clara Reinfeldt, herausgegeben von Oskar Hecker. Verlag Teubner, Berlin 1914, 8: 1-538.
- Gunn J. (1979). *Storia illustrata della fantascienza*. Armenia, Milano, pp. 118.
- Popper K.R. (1970). *Logica della scoperta scientifica*. Einaudi, Torino, pp. 308.
- Wiechert E. (1903). *Theorie der automatischen Seismographen*. *Abhandlungen der Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-physikalische Klasse*, pp. 3-128.

Direttore Responsabile: Prof. Patrizio Bianchi

Aut. Trib. Ferrara n. 36/21.5.53

Comitato di Redazione della Sezione Museologia Scientifica e Naturalistica: D. Bassi, S. Capitani, C. Peretto, G. Zini.

Gli Annali dell'Università di Ferrara, Sezione Museologia Scientifica e Naturalistica (<http://eprints.unife.it/annali/museologia/>), vengono inviati in cambio di riviste scientifiche italiane e straniere; tali riviste sono cedute alla Biblioteca del Sistema Museale ed Archivistico d'Ateneo (S.M.A.) dell'Università di Ferrara.

Ogni comunicazione relativa alla stampa deve essere inviata a:

Redazione degli Annali, Sezione Museologia Scientifica e Naturalistica, c/o Biblioteca del Sistema Museale ed Archivistico d'Ateneo, C.so Ercole I d'Este 32, I-44100 Ferrara, Italia.

Stampato presso
Cartografica Artigiana snc
Ferrara
Novembre 2007