



# MISCELLANEA

## INGV

Il pendolo sincronizzatore  
dell'Osservatorio dell'Aquila



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

46

**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 - Referente  
Rossella CELI  
Barbara ANGIONI

redazionecec@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

## Il pendolo sincronizzatore dell'Osservatorio dell'Aquila

Manuele Di Persio<sup>1</sup>, Cesidio Gizzi<sup>1</sup>, Luciana Macera<sup>1</sup>, Cataldo Saracino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale, L'Aquila

<sup>2</sup>Laboratorio di Restauro strumentazione storico-scientifica IISS Leonardo da Vinci, Roma

Accettato 10 gennaio 2019 | *Accepted 10<sup>th</sup> January 2019*

Come citare | *How to cite* Di Persio M. et al., (2019). Il pendolo sincronizzatore dell'Osservatorio dell'Aquila. Misc. INGV, 46: 1-16.

In copertina | *Cover* Quadrante completo e pesi del pendolo

46



# INDICE

<b>Introduzione</b>	<b>7</b>
<b>1. L'osservatorio dell'Aquila, la storia</b>	<b>7</b>
<b>2. Il restauro del pendolo sincronizzatore della stazione sismica dell'Aquila</b>	<b>8</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>12</b>
<b>Ringraziamenti</b>	<b>12</b>



## Introduzione

Il tempo lo misuriamo, lo usiamo, lo viviamo e lo vediamo scorrere quotidianamente guardando le lancette dell'orologio; eppure è uno dei misteri più grandi della scienza, che fa risalire la sua nascita al Big Bang, momento in cui stabiliamo l'inizio dell'universo conosciuto. Nei millenni l'uomo ha costruito strumenti per poter misurare il tempo con precisione sempre più elevata, siamo passati dall'alternanza giorno notte agli orologi atomici. Tutta la ricerca scientifica si basa sullo studio di fenomeni e della loro evoluzione nel tempo. Fu Galileo Galilei che nel 1583 studiò per primo il moto regolare dell'oscillazione di un pendolo, giungendo alla formulazione del principio dell'isocronismo delle piccole oscillazioni. Christiaan Huygens, nel 1656, sfruttando gli studi di Galileo, costruì il primo orologio a pendolo e ideò il meccanismo dello scappamento ad ancora, tramite il quale convertì il moto oscillatorio periodico dell'asta nel moto rotatorio delle ruote dentate. Il meccanismo a scappamento ad ancora è mostrato nella Figura 1. Da quel momento in poi gli orologi a pendolo avrebbero avuto una grande diffusione fino ai giorni nostri. Anche gli osservatori geofisici necessitavano, ovviamente, di un riferimento temporale e l'utilizzo di orologi sincronizzatori con o senza pendolo era comune. In questa relazione si vuole descrivere il restauro del pendolo sincronizzatore della prima stazione sismica aquilana. Questo pendolo, realizzato a mano da artigiani di Pesariis (UD), fu utilizzato per pochi decenni e poi sostituito dai nuovi orologi meccanici più precisi e rimase dimenticato nei sotterranei del Castello Cinquecentesco, sede storica dell'INGV dell'Aquila, fino al 2015 anno in cui è cominciato il suo restauro, per il suo interesse storico, che lo ha portato a nuova vita.

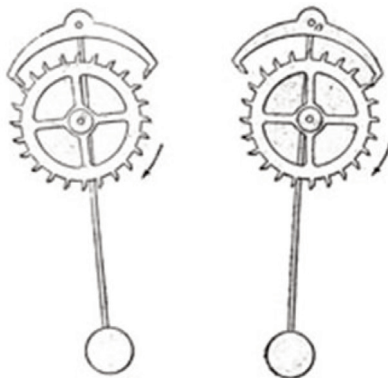


Figura 1 Scappamento ad ancora.

## 1. L'osservatorio dell'Aquila, la storia

L'osservatorio geomagnetico dell'Aquila vanta un passato di scienza e tecnica che risale ai primi anni dopo l'Unità d'Italia. È nel 1868 che, grazie all'interessamento del canonico Domenico Perelli, nacque l'osservatorio meteorologico aquilano, inizialmente annesso al laboratorio di fisica già presente nell'arcivescovado della città dove vennero installati, in un apposito locale, i principali strumenti meteorologici di allora. La direzione passò a Giuseppe Casati nel 1876 che riordinò i locali e proseguì l'attività osservativa acquistando nuovi e più moderni strumenti. L'osservatorio contribuì ad accrescere le fila della "Corrispondenza Meteorologica Italiana Alpina e Appenninica", affiancandosi a decine di altri centri di misura nati lungo tutta la penisola. Nel 1881, per iniziativa di Monsignor Augusto Antonino Vicentini, iniziò la progettazione di un osservatorio geodinamico che fu costruito in tre anni e inaugurato il 16 marzo 1884, [Galadini F., 2013]. Il locale adibito a osservatorio si trovava al primo piano dello stesso edificio arcivescovile ed era fornito di diversi strumenti sismici: un tromometro normale di 11 metri di altezza, un protosismografo De Rossi, un sismodinamografo, un microsismografo con apparato

registratore, con orologi e un avvisatore a campanelli elettrici. Dal 1896 vennero messi in funzione anche un sismoscopio a verghetta Galli (attivo almeno fino al 1902) ed un sismoscopio Cecchi-Brassart, [De Giorgi C., 1887]. Negli stessi anni vennero avviate anche le prime misure di campo magnetico terrestre con la misura delle sue componenti: inclinazione, declinazione e intensità del campo. L'osservatorio ebbe come primo direttore Raffaele Maccallini. Con la morte dell'ultimo direttore Alfonso Catignani avvenuta nel 1915 e con l'inizio della prima guerra mondiale, l'osservatorio cessò l'attività. Negli anni Ottanta del secolo scorso, gli strumenti e le registrazioni andarono perduti con la ristrutturazione del seminario.

Gli anni seguenti la prima guerra mondiale furono frenetici e movimentati per la ricerca in Italia. Nel 1923 venne istituito il Consiglio Nazionale delle Ricerche con lo scopo di unificare sotto un unico ente tutti i settori di ricerca in Italia. Considerato di importanza strategica dallo stesso Mussolini il CNR ebbe una crescita esponenziale. La ricerca sismica, geomagnetica e atmosferica richiedeva sempre più attenzioni e specializzazioni ed è per questo che Antonino Lo Surdo, professore di Fisica della Terra a Roma, spinse per la creazione di un ente che avrebbe dovuto abbracciare questi campi di ricerca ritenuti fondamentali per lo sviluppo del Paese. Con disposizione presidenziale il 15 novembre del 1936 nacque l'Istituto Nazionale di Geofisica che divenne ben presto un riferimento per ogni settore della geodinamica, [Calcara G., 2004]. L'ING volse il suo interesse verso la città dell'Aquila ricostituendo la vecchia tradizione scientifica abbandonata. Fu così che nel 1955 l'allora direttore dell'ING professor Pietro Caloi volle installare, nei sotterranei del Castello Cinquecentesco della città, due sismografi Wiechert e Galitzin oltre ad alcuni sismografi a breve periodo. Nacque così la sede ING dell'Aquila. I sismografi tipo Wiechert furono realizzati in officina meccanica ING dai primi tecnici dell'Istituto (come testimonia la targhetta riportata sugli strumenti). Successivamente, in occasione dell'Anno Geofisico internazionale (luglio 1957 - dicembre 1958), presso la sede aquilana venne installato uno dei primi osservatori magnetici Italiani. In particolare nel 1958, nella località Masseria Calore nelle vicinanze dell'abitato di Preturo, venne realizzato l'attuale osservatorio magnetico che sostituì quello di Corinaldo (AN). Tanti furono gli strumenti sismici e magnetici che l'ING ricevette dagli Stati Uniti d'America con il cosiddetto *Piano Marshall*. Molti di essi furono trasferiti presso la sede dell'Aquila rafforzando il carnet della strumentazione e portando l'Aquila ad essere un punto di riferimento, non soltanto nazionale, nel campo del geomagnetismo e della sismica di monitoraggio.

## 2. Il restauro del pendolo sincronizzatore della stazione sismica dell'Aquila

Nel corso degli anni numerosi furono anche gli strumenti acquistati dall'ING ed in particolare il 15 gennaio 1952 fu acquistato per 92.000 lire, pari ad un valore attuale di circa € 1.500, un pendolo sincronizzatore. In Figura 2 è visibile la sua nota di carico con indicato il numero di inventario, la data di acquisto ed il prezzo. Quando fu realizzata la prima stazione sismica aquilana, il pendolo venne impiegato per la sincronizzazione temporale. Il pendolo fu costruito, su richiesta dell'ING, dalla ditta "F.lli Solari" di Pesariis (UD) come indicato sulla targhetta interna mostrata nella Figura 3. Oggi Pesariis è un museo dell'orologio a cielo aperto che vanta una tradizione centenaria di orologiai.

La particolarità di questo pendolo è che oltre a indicare l'ora ha una serie di ruote dentate che permettono, attraverso un comando elettromeccanico, di marcare un riferimento temporale sulla carta del sismografo in registrazione. L'intero sistema costituito da sismometro, orologio e registratore a carta, era installato in una camera oscura per permettere la registrazione, su carta fotosensibile, sia dei tre fasci di luce riflessi da una terna di galvanometri pilotati dai sensori sismici che del fascio di luce della traccia temporale generata dall'orologio. Successivamente si



utilizzarono dei marcatori elettrici che imprimevano su carta termosensibile le tracce sismiche e temporali. Alla fine degli anni Settanta il pendolo fu dismesso, superato in precisione, ingombro e facilità di utilizzo dai nuovi orologi meccanici da osservatorio. Questi orologi avevano un meccanismo a bilanciere, più stabile rispetto allo scappamento ad ancora ma con lo svantaggio della carica manuale. Il pendolo fu smontato e lasciato nei sotterranei del Castello Cinquecentesco. Successivamente al terremoto aquilano del 2009, le stanze dei sotterranei sono state rivisitate e questo ha permesso il rinvenimento del mobile e, separatamente, della meccanica del pendolo, come mostrato nelle Figure 4, 5 e 6. In queste foto si possono vedere chiaramente gli effetti corrosivi del tempo e dell'umidità presente nei sotterranei dove era riposto. Ambiente chiaramente non idoneo nel quale il pendolo è stato lasciato per circa quaranta anni.

**Figura 2** Buono di carico del pendolo sincronizzatore.



**Figura 3** Targhetta del costruttore "Fratelli Solari".

**Figura 4** Mobile del pendolo con asta e lente.



**Figura 5** Quadrante completo e pesi del pendolo.



**Figura 6** Vista laterale degli ingranaggi con evidenziato il motore elettrico di ricarica.

Considerata la bellezza e la raffinatezza tecnica dello strumento, nonché il fascino che in genere desta nell'osservatore la strumentazione storica, si è ritenuto opportuno intervenire affinché questo potesse essere recuperato dai sotterranei del Castello. La parte posteriore del mobile del pendolo, impiallacciata in noce, presentava degli evidenti ed irreparabili danni dovuti all'umidità, come mostrato nella Figura 7. Le tavole della base erano danneggiate, in parte mancanti e malamente fermate con chiodi in rame e staffe in alluminio. L'intero mobile era coperto di una vernice trasparente, ossidata e screpolata dal tempo. Si è provveduto inizialmente a sverniciarlo, lavarlo e ripulirlo con cura. Le tavole danneggiate e non più recuperabili sono state sostituite con tavole nuove. La parte posteriore del pendolo è stata ricostruita realizzando un vano con uno sportellino di accesso. È stata altresì acquistata un'impiallacciatura in noce per completare il rivestimento mancante con una identica essenza di legno.

Figura 7 Base del pendolo.



Nelle Figure 8 e 9 sono mostrate alcune fasi del recupero e lo stato finale del mobile. La meccanica dell'orologio presentava chiari segni di ossidazione e cumuli di polvere tra gli ingranaggi. Un primo intervento è consistito nella rimozione degli ossidi presente sui perni contemporaneamente alla pulizia degli ingranaggi. Successivamente si è provveduto a verificare l'integrità delle parti e a verificare il movimento della meccanica separatamente dal mobile. Grazie alla collaborazione con l'IISS (Istituto di Istruzione Secondaria Superiore) Leonardo da Vinci di Roma stabilita con il progetto POF (Piano dell'Offerta Formativa) A.S. 2017/2018 "LABORARE è MUSICA" per la valorizzazione del patrimonio museale dell'IISS e dell'INGV, si è proceduto al restauro del quadrante completo dell'orologio. Nelle Figure 10 e 11 si vede il quadrante prima e dopo il restauro, attraverso un lavoro di tipo conservativo.

L'intervento è stato eseguito da Cataldo Saracino, già dipendente INGV del laboratorio ottico meccanico della sezione Roma 2 attualmente in quiescenza e responsabile del laboratorio di restauro dell'IISS. Il laboratorio Ottico Meccanico inizialmente istituito per la riparazione ed il restauro della strumentazione geofisica della sezione è attualmente operativo presso la sede dell'Aquila del nostro Istituto. Un meccanismo a pendolo, per auto sostenersi, ha bisogno di un accorgimento tecnico che serve da riserva di energia potenziale per il movimento. Se il pendolo è totalmente meccanico il moto è garantito da una serie di pesi o di molle. Periodicamente bisogna tirare questi pesi o ricaricare manualmente le molle per evitare che il pendolo si fermi. Il nostro pendolo, dovendo lavorare in maniera autonoma per lunghi periodi di tempo e senza interruzioni, venne realizzato con l'aggiunta di un piccolo motore elettrico calettato nel sistema di ingranaggi che permetteva la ricarica automatica. Il motore è ben visibile nella Figura 6 (indicato dalla freccia rossa) è alimentato a bassa tensione (6V) e viene comandato dalla posizione dei pesi. Quando i pesi raggiungono la posizione più bassa, il motore li tira in alto in pochi secondi ricaricando il pendolo. Originariamente il motore era azionato da un sistema esterno di alimentazione elettrica molto ingombrante e supportato da batterie tampone. Si è pensato di realizzare un sistema di alimentazione a bassa tensione in scala ridotta. In Figura 12 è rappresentato lo schema a blocchi dell'alimentatore a 6V progettato con una batteria tampone a 12V che garantisce, visto il basso assorbimento del motorino, una lunga attività in assenza di alimentazione di rete. Viste le ridotte dimensioni è stato possibile inserire l'alimentatore direttamente all'interno del basamento del pendolo, come mostrato nella Figura 13.

Figura 8 Fasi di sverniciatura, pulitura e ricostruzione di parti mancanti.





Figura 9 Particolari del mobile dopo il restauro.

Figura 10 Quadrante dell'orologio prima del restauro.



Figura 11 Quadrante dell'orologio dopo il restauro.

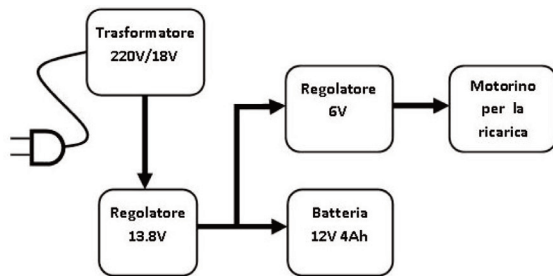


Figura 12 Schema a blocchi dell'alimentatore del motorino per la ricarica.



Figura 13 Sportellino posteriore e alimentatore alloggiato nella base del pendolo.

Terminato il restauro si è avviato in opera il pendolo il quale, però, ha da subito evidenziato problemi di meccanica. È stato necessario organizzare una missione proprio a Pesariis, paese d'origine dei fratelli Solari e costruttori del pendolo. Un orologiaio specializzato sui pendoli meccanici, che ha conosciuto i fratelli Solari e che ne ha ereditato le tecniche, ha revisionato l'intera meccanica e sostituito la molla di sospensione del braccio del pendolo poiché danneggiata. Attualmente il pendolo è in funzione presso la sede INGV dell'Aquila. Come mostrato nella Figura 14 affianca altri strumenti storici di proprietà della sede dell'Aquila e dell'IIS "Leonardo da Vinci" prestati in comodato d'uso all'INGV per fini didattici e museali.



Figura 14 Elettromagnete dell'IIS Leonardo da Vinci, di metà Ottocento, e il pendolo INGV.

## Bibliografia

- Calcara G., (2004). *Breve profilo dell'Istituto Nazionale di Geofisica (1936 - 1963)*. Quaderni di Geofisica, n.36, pp. 28.
- De Giorgi C., (1887). *I terremoti aquilani ed il primo congresso geodinamico italiano*. Premiata tipografia e litografia di Luigi Lazzaretti e Figli.
- Galadini F., (2013). *I terremoti in Abruzzo e la cultura sismologica tra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento*. In: "Pareva quel giorno dell'Universal Giudizio. Il terremoto aquilano del 1703 tra indagine storica e sviluppo della sismologia moderna", Edizioni Kirke, Avezzano, pp. XVII-CIV.

## Ringraziamenti

Le spese di missione a Pesariis sono state sostenute mediante fondi del Progetto FISR 2016 "Italia Centrale", responsabile dott. Fabrizio Galadini. Al dott. Galadini il ringraziamento per avere assecondato l'avvio delle attività di restauro della strumentazione storica della sede INGV dell'Aquila.

Si ringrazia il dott. Fabrizio Masci, dipendente INGV della sede dell'Aquila, per i consigli inerenti il restauro del mobile del pendolo.

Si ringrazia Gabriele Ferrara, dipendente INGV della sede di Roma, che ha rinvenuto nel vecchio archivio ING, il buono di carico del pendolo.



# 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](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

©2019  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Via di Vigna Murata, 605  
00143 Roma  
tel. +39 06518601

[www.ingv.it](http://www.ingv.it)





ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA