

m

Miscellanea

INGV

LO SURDO

Script-Project

Progetto di lettura scenica sulla figura di Antonino Lo Surdo
Il teatro di narrazione incontra la divulgazione scientifica

40



Direttore Responsabile

Silvia MATTONI

Editorial Board

Luigi CUCCI - Editor in Chief (INGV-RM1)

Raffaele AZZARO (INGV-CT)

Mario CASTELLANO (INGV-NA)

Viviana CASTELLI (INGV-BO)

Rosa Anna CORSARO (INGV-CT)

Mauro DI VITO (INGV-NA)

Marcello LIOTTA (INGV-PA)

Mario MATTIA (INGV-CT)

Milena MORETTI (INGV-CNT)

Nicola PAGLIUCA (INGV-RM1)

Umberto SCIACCA (INGV-RM2)

Alessandro SETTIMI

Salvatore STRAMONDO (INGV-CNT)

Andrea TERTULLIANI (INGV-RM1)

Aldo WINKLER (INGV-RM2)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - Referente

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860068

redazionecen@ingv.it

in collaborazione con:

Barbara Angioni (RM1)

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.178 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma

Miscellanea INGV

LO SURDO SCRIPT-PROJECT

PROGETTO DI LETTURA SCENICA SULLA FIGURA DI ANTONINO LO SURDO
IL TEATRO DI NARRAZIONE INCONTRA LA DIVULGAZIONE SCIENTIFICA

Maria Chiara Piazza¹ e Giulio Caciotta²

¹INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Amministrazione Centrale)

²Independent researcher



40

Come citare: Piazza M.C. e Caciotta G., (2018). Lo Surdo, Script-Project.
Misc. INGV, 40: 1-48.

Immagine di frontespizio

Antonino Lo Surdo.

Normazione ortoeditoriale, Revisione testi e Impaginazione

Rossella Celi Centro Editoriale Nazionale INGV
Francesca Di Stefano Centro Editoriale Nazionale INGV

Indice

Introduzione	7
Atto primo	9
Atto secondo	15
Atto terzo	36
Bibliografia	42
Appendice	43

INTRODUZIONE

Lo Surdo Script Project è un progetto di lettura scenica sulla vita e le opere di Antonino Lo Surdo, fondatore nel 1936 dell'Istituto Nazionale di Geofisica, oggi INGV.

Antonino Lo Surdo, studioso di fisica terrestre, cominciò a occuparsi anche di sismologia e di geofisica dopo aver perduto i genitori e la fidanzata nel terremoto di Messina del 1908. Negli anni in cui Enrico Fermi e i suoi compagni cominciavano i loro studi di fisica nucleare in via Panisperna, Lo Surdo inventava strumenti di rilevazione chimica (volumenometro), sismica (accelerometro) e acustica (tubi c e tubi k per l'individuazione dei sommergibili); studiava le righe spettrali (Effetto Stark-Lo Surdo) e soprattutto gettava le basi di quella che oggi è la Rete sismica nazionale dell'INGV.

Questo lavoro è frutto dell'incontro tra l'esperienza drammaturgica di Maria Chiara Piazza e la competenza didattico-scientifica di Giulio Caciotta. La drammaturgia di riferimento è quella del teatro di narrazione che si mette al servizio della divulgazione scientifica.

Il testo che qui si pubblica è andato in scena il 29 settembre 2017 presso la sala conferenze dell'INGV di Roma, nell'ambito della Notte Europea dei Ricercatori, evento organizzato dall'Ufficio Divulgazione e Formazione dell'INGV.

Maria Chiara Piazza si è laureata in Lettere presso l'Università La Sapienza di Roma con una tesi in Storia del Teatro e dello Spettacolo. Dopo aver conseguito un master in Scrittura e Produzione per la Fiction e aver frequentato il corso *Script* della Rai, ha lavorato come “lettrice” presso l'ufficio Rai Fiction e Sky Fiction di Roma, con l'incarico di analizzare e valutare progetti editoriali e altre proposte per la fiction televisiva (libri, sceneggiature, soggetti, trattamenti, dvd, ecc.). Al tempo stesso scrive cortometraggi e testi teatrali, vincendo diversi premi in rassegne e concorsi nazionali; collabora con deSidera Festival e i suoi testi vanno in scena in alcuni teatri romani. Il recente “Domina/donna”, monodramma sul femminicidio, è stato oggetto di una puntata della trasmissione “Retrosцена-i segreti del teatro” di TV2000.

Nel 2007 ha cominciato a specializzarsi in ambito biblioteconomico e a lavorare presso la biblioteca dell'INGV, intitolata proprio ad Antonino Lo Surdo. Dal 2017 collabora con l'Ufficio Comunicazione e Stampa dello stesso istituto.

Giulio Caciotta si è laureato in Matematica presso l'Università degli Studi di Roma Tor Vergata, con una tesi in Teoria della relatività dal titolo “A characteristic problem for the Einstein equations with small initial data”.

Ha poi conseguito il dottorato di ricerca in Fisica matematica e pubblicato diversi articoli, svolgendo contemporaneamente attività didattica sia come tutor sia come co-docente titolare del corso di Teoria della Relatività, presso l'Università di Tor Vergata.

È socio fondatore dell'associazione Alephconzero che promuove la divulgazione della matematica nelle scuole. Attualmente si dedica alla ricerca e all'insegnamento di matematica e fisica nella scuola secondaria di secondo grado.

ATTO PRIMO

Rumore del mare, si aggiunge un lieve suono di pianoforte. Entra in scena il narratore che raggiunge il suo leggio. Durante il prologo, compaiono su un maxischermo le seguenti immagini:

Transire suum pectus mundoque potiri

Superare i propri limiti e dominare il mondo



Figura 1. Prologo.

NARRATORE

Un giorno un ragazzo lesse su un libro queste parole: *Transire suum pectus mundoque potiri*.

“Superare i propri limiti e dominare il mondo”.

Le aveva pronunciate, molti secoli prima, un celebre matematico, nato nella sua stessa terra.

Quel ragazzo viveva su un’isola, un luogo antico ricco di cultura e di bellezza, dove la magia del teatro e la passione per la scienza si stagliavano nell’azzurro del mare.

Quel ragazzo si chiamava ... Antonino Lo Surdo.

La musica lascia il posto a voci di strada e rumore di carrozze.



Figura 2. Via della Giudecca, Siracusa 1880.

È il 4 febbraio 1880. Antonino nasce a Siracusa, nel vivace quartiere della Giudecca, un viavai di figure, suoni e profumi, incastonati nel Barocco siciliano: il droghiere e il farmacista sulla soglia dei loro negozi, le risate dei bambini di fronte allo spettacolo dei Pupi e la fragranza dei limoni cedrati esposti sui balconi. Una vita fatta di cose semplici, ma dalle tinte forti e dalle sensazioni intense che Antonino ritrova anche a Messina, dove si trasferisce presto insieme ai genitori e al fratello.



Figura 3. L'infanzia di Antonino Lo Surdo.

Gli anni della scuola sono sereni, dimostra subito un'inclinazione per lo studio e per la scienza.

Ad Antonino piacciono i dispositivi meccanici, si diverte a smontarli e a rimontarli, per capire il funzionamento degli ingranaggi.

Ama stare all'aria aperta, correre sulla spiaggia e indagare la natura. *Vuole scoprirne le verità.*

Dopo le scuole tecniche, s'iscrive perciò alla facoltà di Fisica e a 24 anni si laurea a pieni voti.

Comincia subito a lavorare in ambito accademico: si sposta prima a Modena e poi a Napoli, dove ottiene la libera docenza in Fisica Terrestre¹.

¹ Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa, pagg. 13-16.

Sono anni elettrizzanti, densi di entusiasmo e di impegno. Il suo lavoro è volto a dimostrare l'infondatezza di una delle più importanti teorie scientifiche dell'epoca: si ritiene, infatti, che nelle reazioni chimiche avvenga una variazione di massa. Con misurazioni accuratissime il Professor Lo Surdo confuta questa tesi.

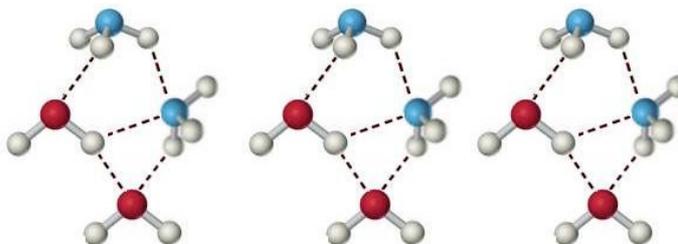
Musica in sottofondo.



Figura 4. La chimica di Lo Surdo.

La questione nasce con Lavoisier che per primo misura il peso, prima e dopo una reazione chimica, in un sistema privo di contatti con l'esterno e già Lavoisier nota che le masse si conservano.

Questo poi viene giustificato da Dalton con la Teoria Atomica.



In sostanza Dalton spiega che in una reazione chimica quello che succede a due o più elementi che reagiscono insieme è che si uniscono i rispettivi atomi, formando diverse molecole, ma il loro numero e la loro massa non cambiano.

Lo Surdo riprende allora alcuni esperimenti fatti da altri due studiosi tedeschi, Landolt e Heydweiller, che sembrano scoprire invece che nelle reazioni chimiche si perde un po' di massa².

² Lo Surdo, A., (1904). *Sulle pretese variazioni di peso di alcune reazioni chimiche*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. VIII, Roma.

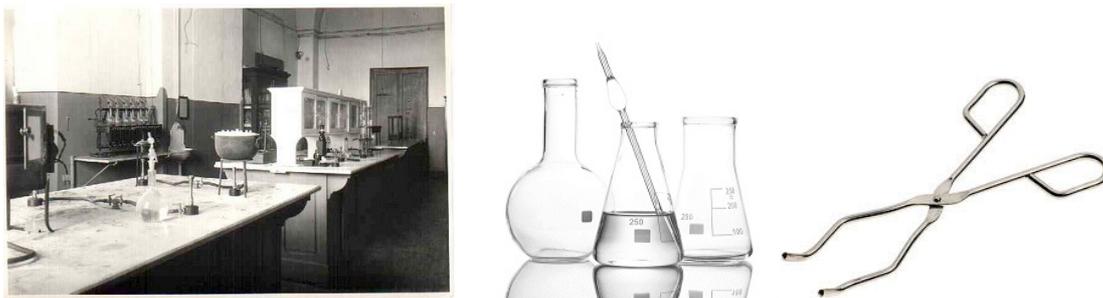


Figure 5, 6 e 7. Il laboratorio e gli strumenti chimici di Lo Surdo.

Gli esperimenti compiuti da Lo Surdo sono una serie infinita di accorgimenti per rendere le pesate più precise possibili: comincia con la scelta del locale più “stabile” dal punto di vista della temperatura, della luminosità e delle vibrazioni, sceglie perciò un locale lontano dalla strada, con mura molto spesse. Continua con la scelta di recipienti adatti, privi di incrinature, poi usa delle pinze per non contaminarli; aspetta più di un giorno, dopo la reazione, per far “riposare” e stabilizzare le componenti chimiche.

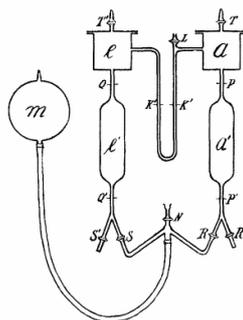


Figura 8. Il Volumetro di Lo Surdo³.

Inventa infine il volumetro, un apparecchio di altissima precisione per la misurazione delle sostanze, prima e dopo una reazione chimica.

Il risultato trovato rivela che “nessuna variazione di massa è apprezzabile” e mette un punto definitivo sull’argomento⁴!

Con questa dimostrazione Lo Surdo si guadagna il rispetto e la stima dei suoi colleghi. È la svolta!

Nel 1908 gli viene affidata la cattedra di Fisica della Terra all’Università di Firenze.

In sottofondo una musica tipo “Mattinata Fiorentina” di C. Buti.

³ Foresta Martin, F. e Calcara, G., (2010). *Per una storia della geofisica italiana: la nascita dell’Istituto Nazionale di geofisica (1936) e la figura di Antonino Lo Surdo*. Springer, Milano, pag. 59.

⁴ Lo Surdo, A., (1906). *Sulle pretese variazioni di peso di alcune reazioni chimiche*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. III, Roma.



Figure 9 e 10. Firenze e i suoi accademici nei primi del'900.

Il capoluogo toscano lo accoglie a braccia aperte, entra a far parte del Regio Istituto di Studi Superiori prima in qualità di aiuto, poi come Professore di Fisica Complementare, diventando anche Direttore del Regio Osservatorio Geofisico⁵.

Nella culla del Rinascimento, Lo Surdo trova bellezza e cordialità, ma non dimentica mai la sua terra e i suoi cari, torna spesso a Messina, dove oltre alla famiglia lo aspetta sempre la fidanzata.

Un tragico evento, però, sta per segnare per sempre la sua vita.

Una musica grave scandisce tristemente il tempo.

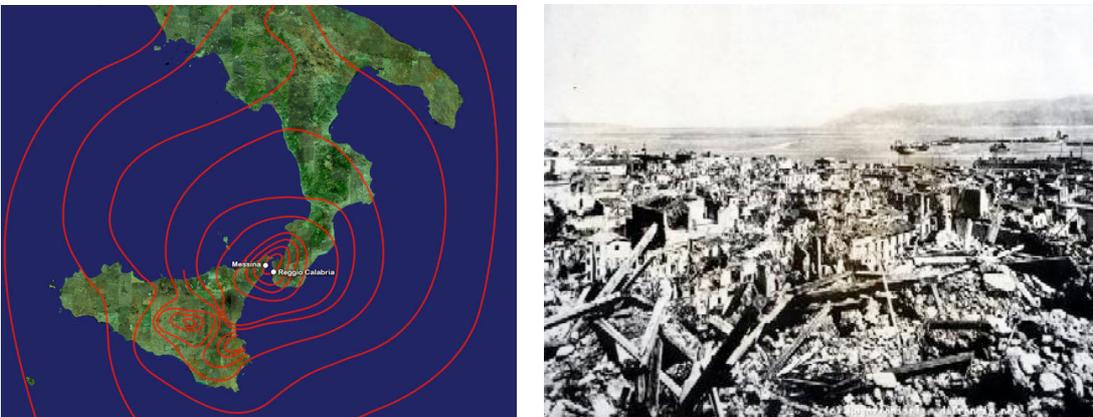


Figure 11 e 12. Il terremoto del 1908.

È il 28 dicembre 1908. Ore 05:20 del mattino.

Un terremoto dell'XI grado della scala Mercalli colpisce la Calabria e la Sicilia. Sono le città di Messina e Reggio le più colpite.

I sismografi dell'Osservatorio Ximeniano di Firenze mettono in evidenza solo la grande intensità delle scosse, senza consentire agli specialisti di individuare con certezza la specifica localizzazione.

⁵ Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa, pag. 16.

Ticchettio di un telegrafo.

I telegrafi cominciano a ticchettare, i tecnici sono in attesa di ottenere e scambiare notizie.

In 37 secondi, edifici storici, case e infrastrutture sono polverizzate. Metà della popolazione della città siciliana e un terzo di quella di Reggio vengono uccise⁶.

Tra le vittime, anche i genitori e la fidanzata di Lo Surdo. Si salva soltanto il fratello.

Una luce si spegne nel cuore di Antonino, non si sposerà mai. La preghiera è un sostegno, ma da questo momento per lui esiste solo la ricerca scientifica.

⁶ Bertolaso, G., Boschi, E., Guidoboni, E., Valensise, G. (2008). *Il terremoto e il maremoto del 28 dicembre 1908: analisi sismologica, impatto, prospettive*, SGA, Bologna.

ATTO SECONDO

Silenzio. Sullo schermo compare la scritta: SISMOLOGIA.

Dopo la terribile esperienza del terremoto di Messina, Lo Surdo decide di occuparsi di Sismologia e in particolare si dedica all'evoluzione dei loro strumenti di misura: i sismografi⁷.

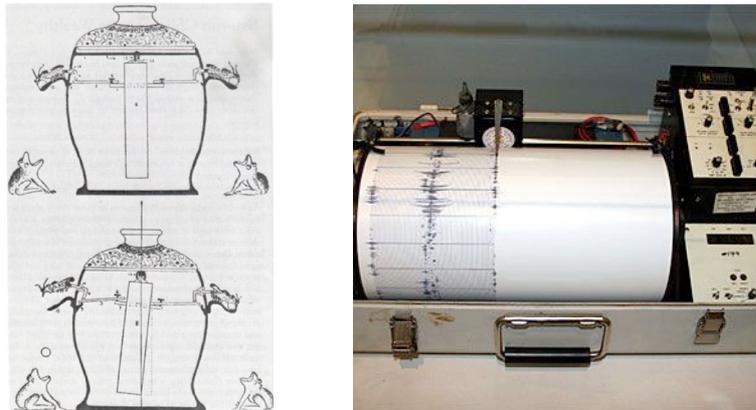


Figure 13 e 14. Sismografo del II sec. e del XXI sec.

Il primo sismografo della storia risale al II sec. d.C. ed era costituito da un'anfora, al cui interno era posto un pendolo. Se messo in oscillazione da una scossa sismica, il pendolo urtava le leve disposte intorno all'anfora, le leve poi aprivano dei contenitori esterni da cui cadeva una pallina. Questa, quindi, cadendo nella bocca di una rana di terracotta, faceva un rumore metallico, che fungeva da allarme.

Oggi esistono le stazioni sismiche disseminate su tutto il territorio e collegate ad evoluti sismografi che registrano le oscillazioni prodotte da un terremoto.

Ma cosa si usava ai tempi di Lo Surdo?

Musica in sottofondo.

⁷ Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa, pag. 34.

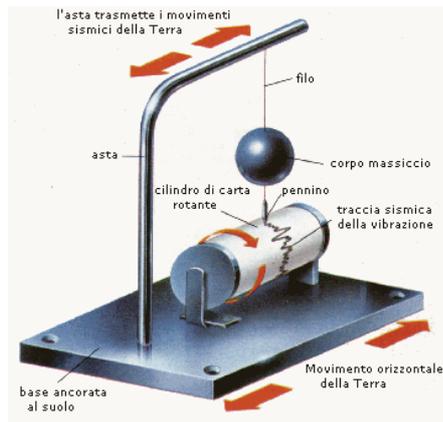


Figura 15. Sismografo a pendolo.

Questo era un sismografo a pendolo, capace di misurare lo spostamento.

Ci sono due quantità che è utile misurare in una scossa: lo spostamento del suolo, cioè di quanti centimetri si sposta, e l'accelerazione, cioè quanto velocemente passa dall'essere fermo ad essere in movimento.

È come se di un'automobile oltre a sapere “quanto va veloce”, volessimo sapere la sua ripresa, cioè in quanti secondi va da 0 a 100, cosa che ci dà un'idea della potenza del motore.

Come si costruisce un misuratore di spostamento?

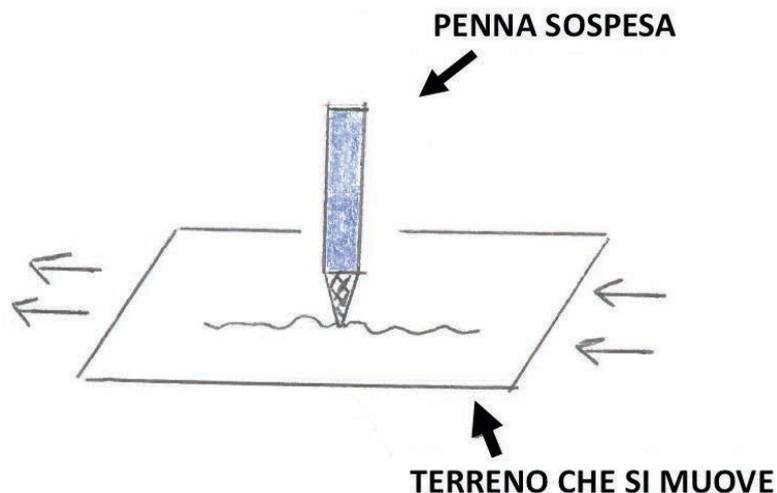


Figura 16. Illustrazione di un misuratore di spostamento.

Dobbiamo pensare a una “penna magica” sospesa nell'aria, in grado di scrivere la linea dello spostamento, quando il terreno si muove sotto di lei. Un modo per costruire uno strumento simile è utilizzare una molla o un pendolo appunto, che dal punto di vista fisico si comporta in modo molto simile ad una molla.

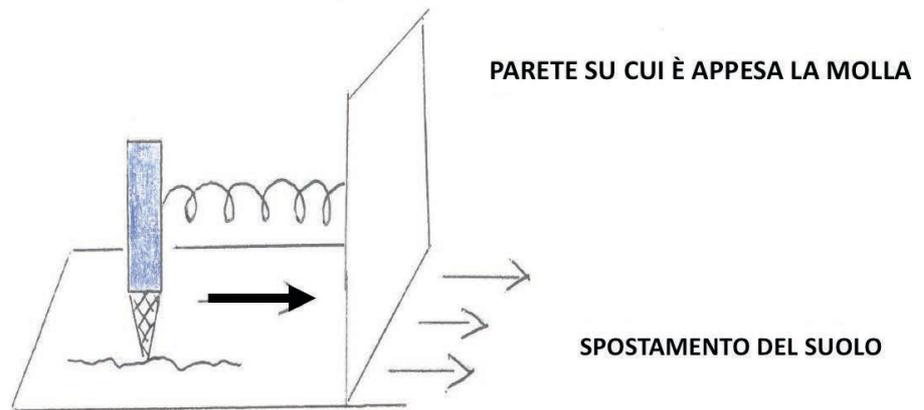


Figura 17. Illustrazione di una molla con costante elastica piccola.

Questa molla deve essere molto “blanda” cioè morbida, si dice con una costante elastica molto piccola.

Quando il terreno si muove, questa molla si allunga senza quasi richiamare per niente la penna.

Se la molla è “morbida”, la penna non segue subito il suolo, è come se all’inizio rimanesse ferma, mentre il suolo si sposta. Tale metodo però ha il difetto di essere impreciso. Infatti, alla fine, la molla tira a sé la penna e dopo un po’ non si misura più lo spostamento in modo esatto, perché si aggiunge lo spostamento dovuto alla forza di richiamo della molla. E qui interviene Lo Surdo che decide di studiare l’accelerazione che dà un’idea molto precisa della potenza del terremoto.

Calcolata l’accelerazione, si può misurare anche lo spostamento.

Lo Surdo capisce che bisogna usare una molla molto dura, si dice con una costante elastica molto grande.

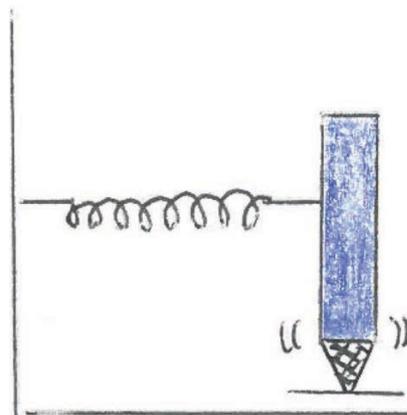


Figura 18. Illustrazione di una molla con costante elastica grande.

L’unico problema in questo caso è che essendo la molla molto dura, la penna si muove poco e quindi è più difficile misurare la forma delle onde disegnate.

Come fare quindi?

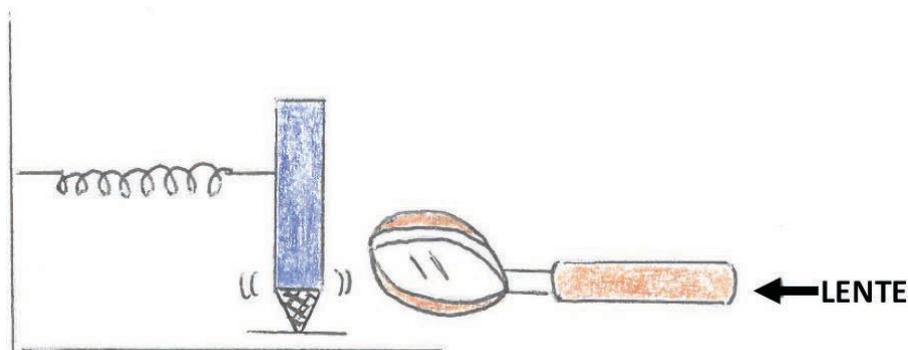


Figura 19. Illustrazione del principio su cui si basa l'accelerometro di Lo Surdo.

Lo Surdo risolve il problema, utilizzando una lente di ingrandimento.

Questo strumento prende il nome di "accelerometro".

In seguito a tali studi, Lo Surdo è il primo in Italia a sostenere nel 1910 che bisogna trovare un metodo più oggettivo di valutare l'intensità di un terremoto, rispetto alla semplice valutazione dei danni della scala Mercalli⁸.

Cambio musica. Sullo schermo compare la scritta: EFFETTO STARK- LO SURDO.

Nel 1913 Lo Surdo ha 33 anni, si interessa a problemi di spettroscopia, giungendo alla sua scoperta più importante, quella dell'effetto del campo elettrico sulle righe spettrali: il cosiddetto "Effetto Stark - Lo Surdo"⁹.

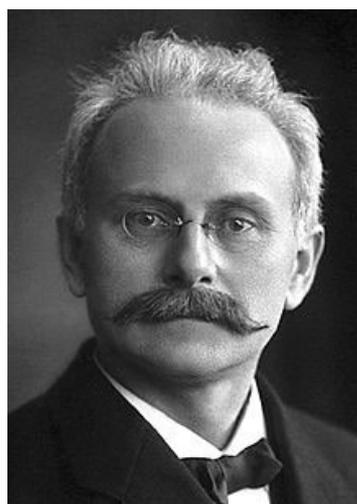


Figure 20 e 21. Antonino Lo Surdo e Johannes Stark.

⁸ Lo Surdo, A., (1910). *Atti della R. Accademia dei Lincei*. Serie V, Vol. XIX, fasc. V, Roma, pagg. 19-23.

⁹ Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa, pag. 20.

Sempre nel 1913 in Germania un altro fisico tedesco, Johannes Stark di 39 anni, compie i medesimi studi sulla separazione delle linee spettrali di atomi e molecole, a causa della presenza di un campo elettrico esterno.

Sullo schermo: DECOMPOSIZIONE CLASSICA.

DECOMPOSIZIONE CLASSICA

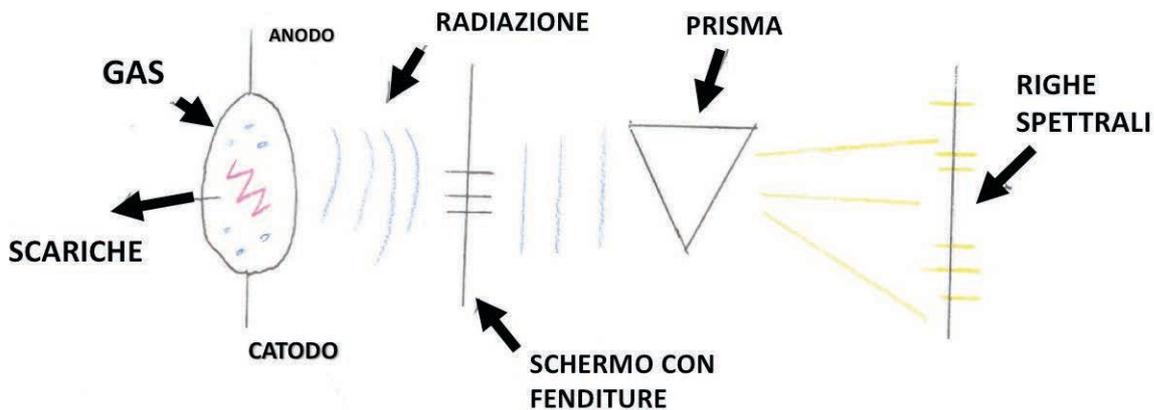


Figura 22. Illustrazione del Metodo Zeeman.

L'effetto è analogo a quello di Zeeman, in cui le righe spettrali emesse da un vapore luminoso si scompongono ulteriormente per effetto di un forte campo magnetico.

Ma andiamo per ordine.

Abbiamo un "tubo a scarica", tipico strumento per l'analisi spettrografica dei vari elementi (idrogeno, neon, elio, ecc.). Il tubo a scarica è composto da un tubo di vetro in cui viene creato il vuoto che viene poi riempito con un gas rarefatto. Quindi un anodo e un catodo, cioè un polo positivo e uno negativo, producono delle scariche elettriche di migliaia di volts che eccitano gli atomi del gas e producono una radiazione. Questa può essere analizzata facendola passare attraverso uno spettrografo, costituito da una fenditura per "preparare" la radiazione, da un prisma e da uno schermo. Le righe spettrali che si formano sullo schermo sono caratteristiche e diverse per ogni gas come una specie di codice a barre.

Sullo schermo: DECOMPOSIZIONE SU METODO STARK.

DECOMPOSIZIONE SU METODO STARK

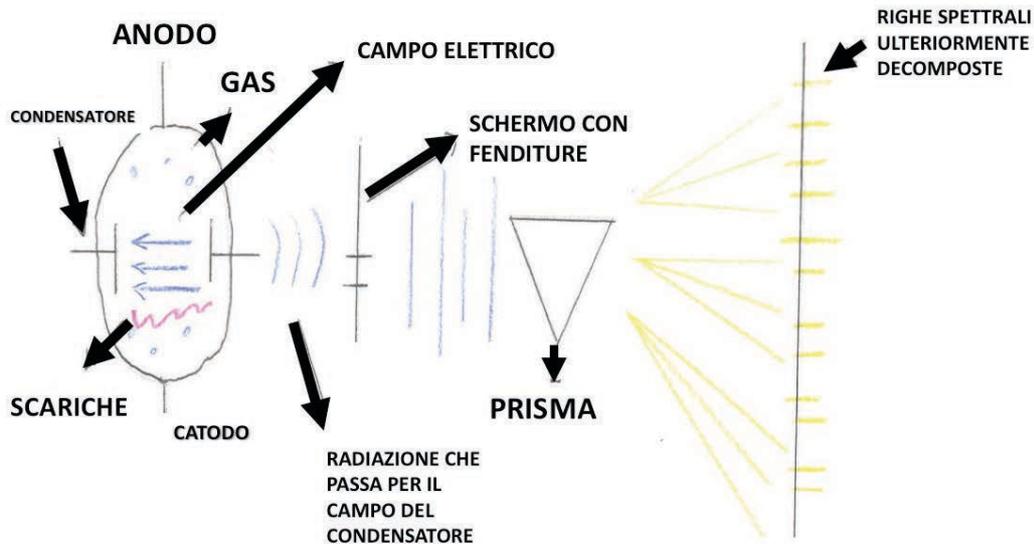


Figura 23. Illustrazione del Metodo Stark.

Quello che fa Stark è mettere un condensatore dentro il tubo e notare che le righe si decompongono in ulteriori sottorighe.

Nello stesso periodo anche Lo Surdo nota la medesima decomposizione delle righe spettrali, ma lui non mette un condensatore dentro il tubo, bensì ...

Sullo schermo: DECOMPOSIZIONE SU METODO LO SURDO.

DECOMPOSIZIONE SU METODO LO SURDO

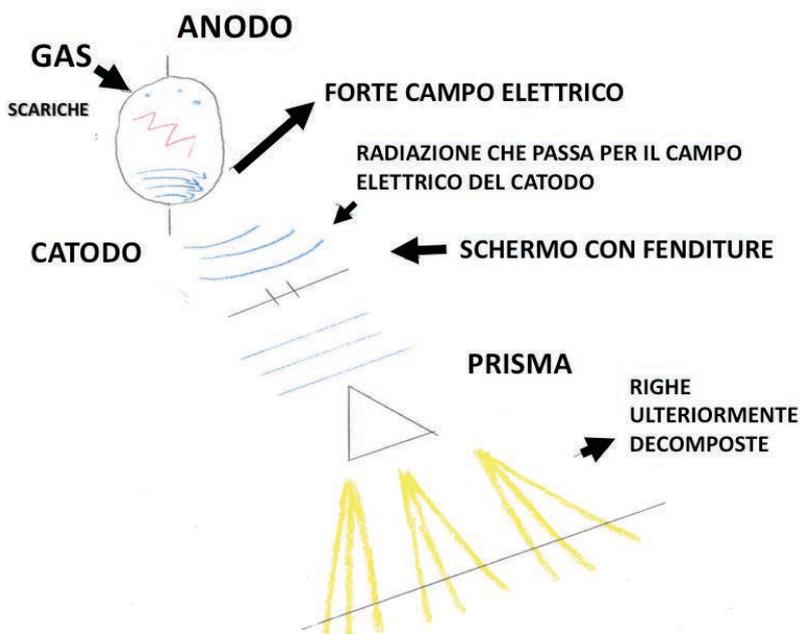


Figura 24. Illustrazione del Metodo Lo Surdo.

... sposta lo spettrografo in modo tale che le radiazioni elettromagnetiche passino attraverso il campo elettrico che esiste già vicino al catodo.

Tale effetto contribuisce in modo importante allo sviluppo della teoria quantistica, perché permette di avere un'idea più profonda sulla struttura dell'atomo.

La scoperta dell'Effetto Stark-Lo Surdo vale nel 1919 al solo Stark il premio Nobel per la Fisica, per aver pubblicato per primo un lavoro sull'argomento.

Quando si dice la fortuna!

Perciò al di fuori dell'Italia è conosciuto semplicemente come Effetto Stark, eppure il metodo Lo Surdo è molto più efficiente del metodo Stark, infatti si parla di Effetto Stark con metodo Lo Surdo.

Suono dell'allarme di un sommergibile, rumori di inabissamento.

Sullo schermo: PRIMA GUERRA MONDIALE.



Figura 25. Un sommergibile della prima guerra mondiale.

Allo scoppio della guerra del '15-18, Lo Surdo partecipa come volontario, arruolandosi in Marina e lavorando per l'ufficio Invenzioni e Ricerche.

In questo periodo si interessa allo studio e all'applicazione dei cosiddetti "tubi c" e "tubi k", progettati per consentire l'individuazione dei sommergibili da una nave, tramite via acustica¹⁰. L'idea è di sfruttare il rumore dei motori dei sommergibili, per capire la direzione da cui proviene.

Il principio si basa sul meccanismo che utilizzano le nostre orecchie per individuare la direzione da cui viene il suono nell'aria.

Ecco come funziona ...

¹⁰ Friedman, N., (2014). *Fighting the Great War at Sea: Strategy, Tactic and Technology*. Seaforth Publishing, Barnsley.

Musica.

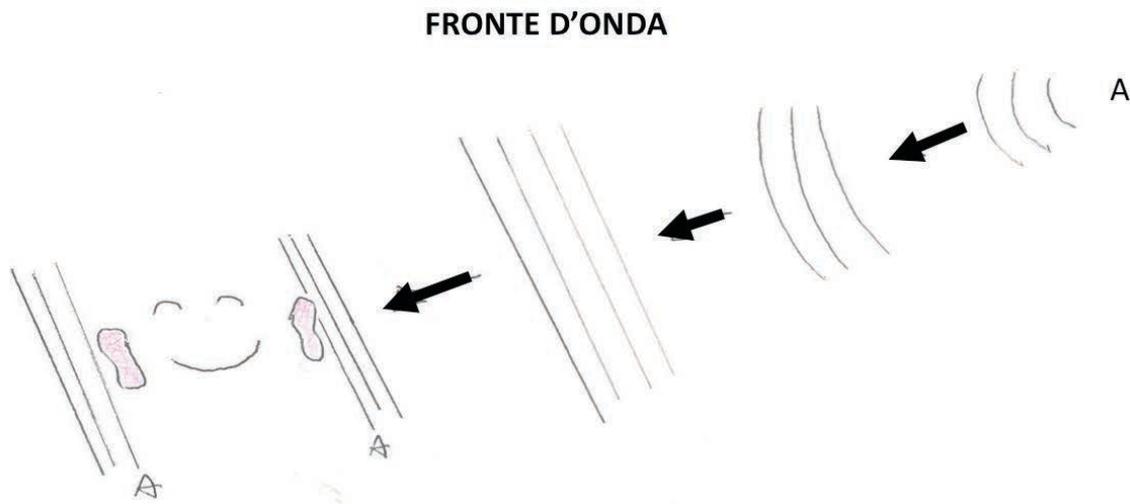


Figura 26. Illustrazione del suono nell'aria.

Supponiamo di pronunciare la lettera A. Dal punto di vista fisico quello che accade è che si generano delle onde di compressione, per la precisione un “treno d’onde”, cioè una specie di pacchetto d’onde che viaggia tutto insieme e quando arriva all’orecchio, noi sentiamo la lettera A. Questo pacchetto è da immaginare però non localizzato in un punto preciso dello spazio, ma come un “fronte d’onda”, cioè come un’increspatura invisibile estesa per tutto lo spazio, un po’ come le onde del mare che vengono da una direzione, ma sono lunghe per decine di metri. Come capiamo la direzione?

Sullo schermo: PRINCIPIO DELLA COMPENSAZIONE BINAURALE.

PRINCIPIO DELLA COMPENSAZIONE BINAURALE

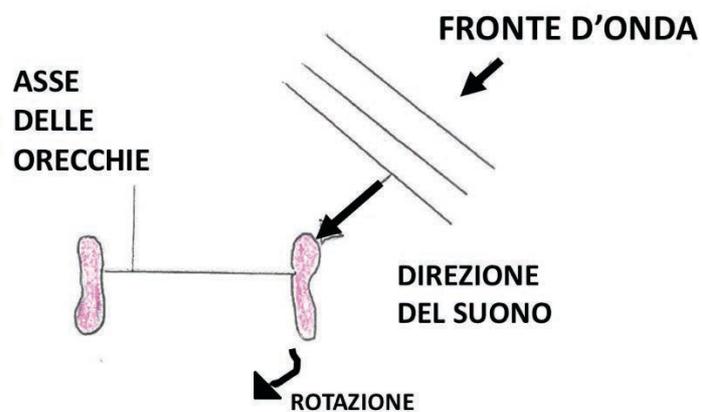


Figura 27. Illustrazione della compensazione binaurale.

Un modo è dato dal fatto che un orecchio sente prima dell'altro la lettera A. Il nostro cervello è allenato a capire la direzione, da quanto prima sentiamo il suono da un orecchio, rispetto all'altro. Questo principio si chiama della "compensazione binaurale". Tale principio però ha il difetto che la direzione non è determinata in modo univoco, perché se restiamo fermi ad ascoltare la lettera A non sappiamo distinguere se il suono viene per esempio "da sopra" o "da sotto".

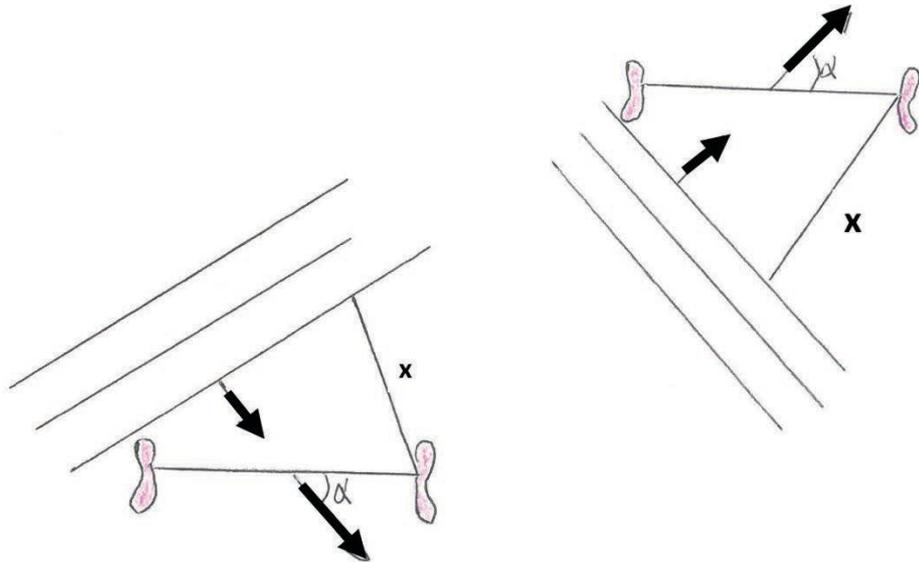


Figure 28 e 29. Illustrazione dei limiti del principio della compensazione binaurale.

In entrambi i casi infatti, il tratto che deve percorrere il fronte d'onda per arrivare all'orecchio destro una volta che è arrivato all'orecchio sinistro è lo stesso.

Esiste però un altro sistema più intuitivo: noi infatti possiamo girare la testa in modo che il suono arrivi simultaneamente a tutte e due le orecchie.

Sullo schermo: PRINCIPIO BINAURALE.

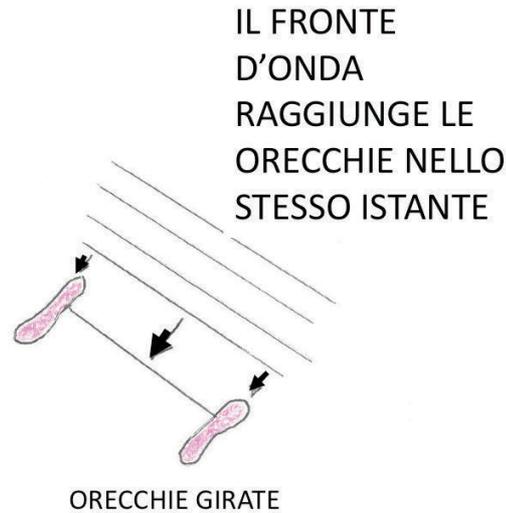


Figura 30. Illustrazione del principio binaurale.

Quando questo accade capiamo che il suono viene “da davanti”, tecnicamente da una direzione perpendicolare all’asse che unisce le due orecchie. Questo principio si chiama semplicemente “binaurale”.

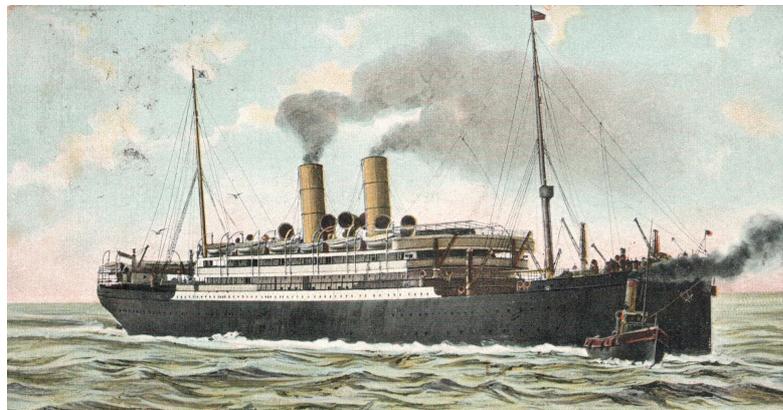


Figura 31. Nave della Marina Militare della guerra del '15-18.

Torniamo quindi alla Marina Militare di Lo Surdo. Sott’acqua in pratica, avviene la stessa cosa, solo che il suono viaggia più velocemente. Antonino capisce quindi che, per determinare da una nave la direzione dei sommergibili, questi due principi sono fondamentali, soprattutto per quanto riguarda la costruzione degli apparecchi di rilevamento. Oggi esistono i radar nautici ed evoluti sistemi tecnologici, ma ai tempi di Lo Surdo la strumentazione è completamente diversa. Un primo apparecchio è il cosiddetto “tubo c” che si basa sul principio binaurale, in cui posso girare la testa.

Sullo schermo: TUBO C.

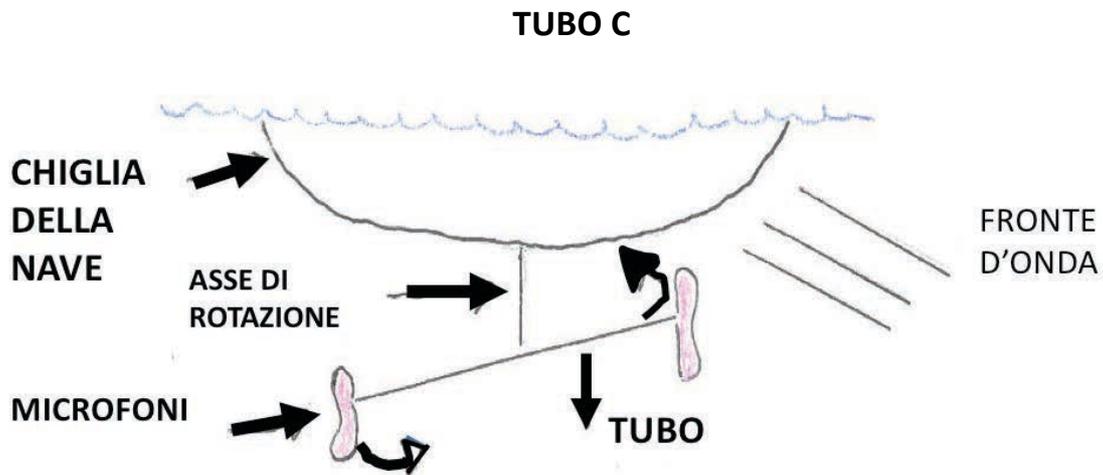


Figura 32. Illustrazione di un tubo c.

Il “tubo c” (c sta per chaser, *inseguitore*) era attaccato alla chiglia della nave ed era costituito da due “microfoni” attaccati ad un braccio orizzontale che poteva ruotare lungo un asse verticale. Ruotando il braccio verticale, ruotavano anche i microfoni che ricevevano il fronte d’onda simultaneamente.

Questo sistema però poteva essere usato solo quando la nave era ferma perché le oscillazioni non consentivano una misurazione precisa. Per le navi in movimento si utilizzava invece un altro apparecchio, il “tubo k” basato sul principio della “compensazione binaurale”, per intenderci quello in cui non posso girare le orecchie.

Sullo schermo: TUBO K.

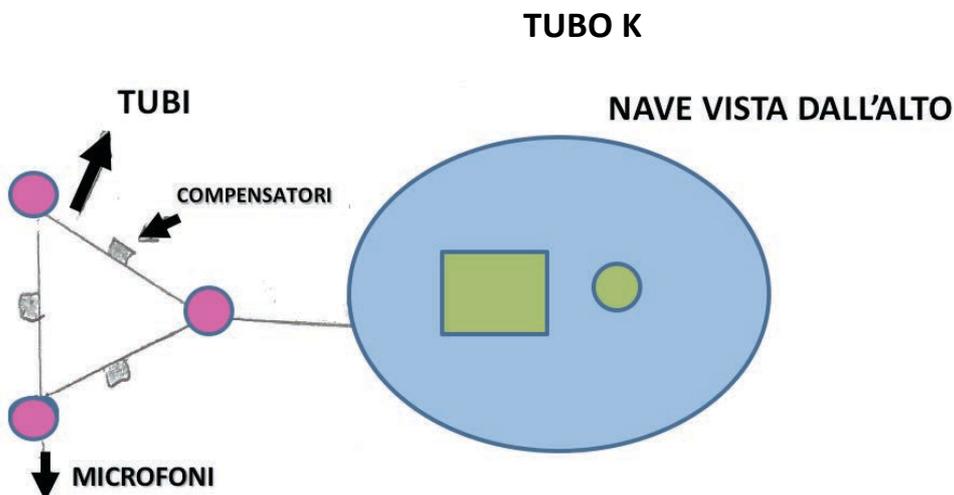


Figura 33. Illustrazione di un tubo K.

Il “tubo k” (anche chiamato “tubo Delta” per la sua forma triangolare¹¹) era costituito da tre microfoni disposti ai vertici di un triangolo e altrettanti compensatori al centro di ogni lato. Tali elementi aggiuntivi consentivano di confrontare i risultati, per il calcolo della direzione del suono e quindi di avere una maggiore precisione.

Per queste ricerche e per i meriti ottenuti, Lo Surdo è nominato capitano della Marina Militare, specialista in armi navali ed insignito della Croce al merito.

In sottofondo alcuni accordi di “Chitarra romana” di B. Cherubini.



Figure 34 e 35. Roma nel 1919.

Al termine della guerra, Lo Surdo si trasferisce nella capitale. Roma sa essere accogliente con i soldati italiani e sa stringerli in un abbraccio forte, lo stesso abbraccio che Antonino ritrova anche con suo fratello, scampato ai pericoli del conflitto.

Lo Surdo scopre di avere dei nipoti e sa essere uno zio affettuoso e presente. Sebbene solo per una visita breve, la famiglia è di nuovo riunita.

A Roma gli viene affidata la cattedra universitaria di Fisica Superiore. È il 1 gennaio 1919.

In quegli anni la geofisica si occupa anche di meteorologia, il ramo delle scienze dell’atmosfera che studia i fenomeni fisici che avvengono nell’atmosfera terrestre e che sono responsabili del tempo atmosferico.

Sullo schermo: IL MOTO DELLE NUBI.

¹¹ Hayes, H. C., (1920). *Detection of submarines: Proceedings of the American Philosophical Society*. Vol. 59, n. 1, Philadelphia, pagg. 1-47.

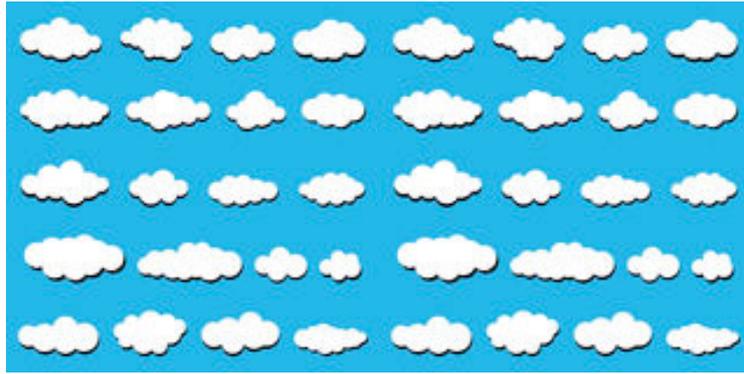


Figura 36. Illustrazione delle nubi.

Già dal 1911, Lo Surdo si dedica allo studio delle nuvole: la forma, il movimento e gli strumenti per la loro classificazione. In particolare analizza il Nefoscopio di Besson che serve a calcolare il moto delle nubi.

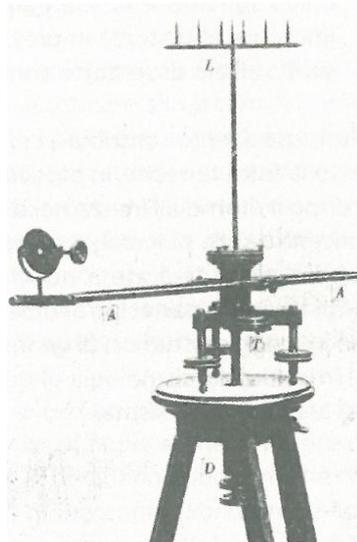


Figura 37. Il Nefoscopio di Besson¹².

Il Nefoscopio di Besson era alto 3,5 metri.
Lo Surdo ne costruisce uno uguale di 35 cm, sostanzialmente lo riproduce su scala 1 a 10¹³.
Ecco come funziona:

¹² Foresta Martin, F. e Calcara, G., (2010). *Per una storia della geofisica italiana: la nascita dell'Istituto Nazionale di geofisica (1936) e la figura di Antonino Lo Surdo*. Springer, Milano, pag. 63.

¹³ Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa, pag. 29.

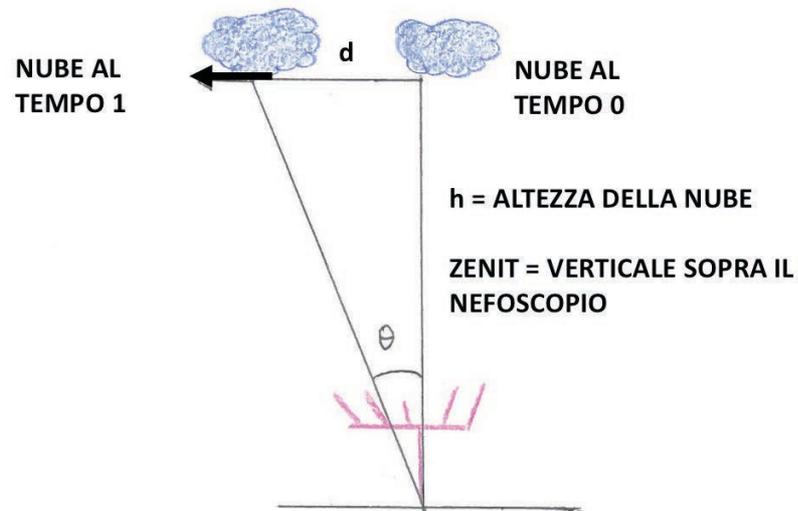
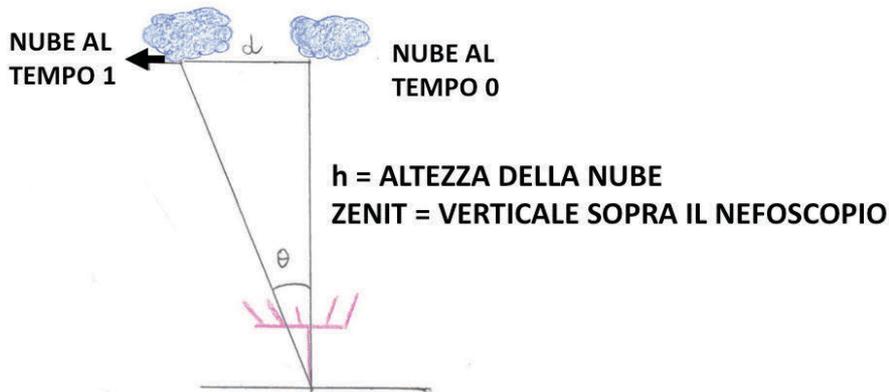


Figura 38. Illustrazione del funzionamento del Nefoscopia di Besson.

Il Nefoscopia è posto sotto la nube di riferimento e con esso si può calcolare l'angolo theta, cioè l'angolo che ha percorso la nube tra i tempi T(zero) e T(uno).

Conoscendo quindi questo angolo di percorrenza, l'altezza e i tempi, posso calcolare sia la distanza, cioè lo spazio percorso, sia la velocità della nube.

Sullo schermo:



$d = h \times \text{tg}(\theta)$ La distanza è uguale all'altezza moltiplicata per la tangente dell'angolo theta

$$v = \frac{d}{T1 - T0} = \frac{h \times \text{tg}(\theta)}{T1 - T0}$$

Figura 39. Formule per il calcolo della distanza e della velocità delle nubi.

Lo Surdo trova anche la formula per calcolare la velocità angolare nel caso in cui la nube si sposti rispetto alla verticale, cioè quando la nuvola non è più sopra di noi ma è lontana.

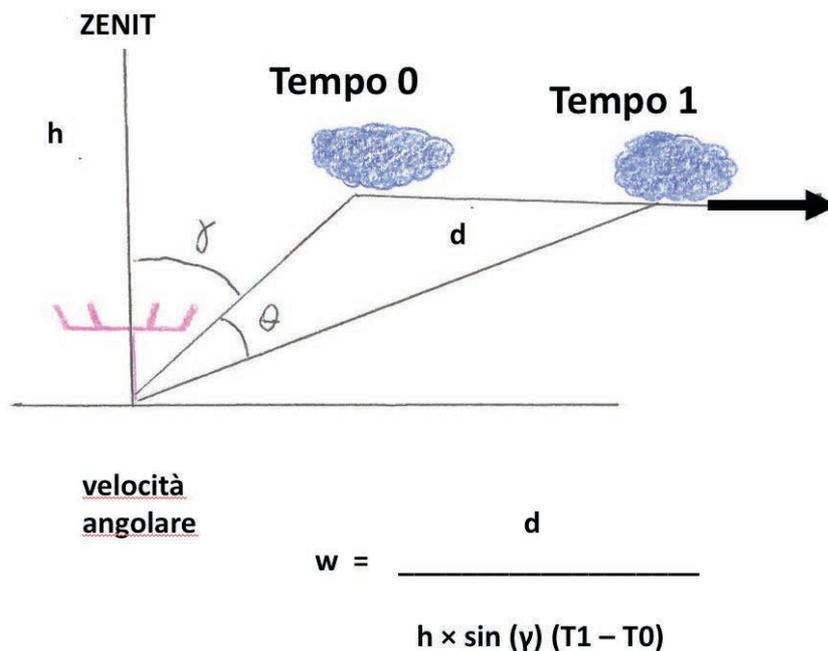


Figura 40. Illustrazione di una nube che si sposta rispetto alla verticale e formula per il calcolo della velocità angolare di una nube.

È dunque ormai chiaro che, per calcolare il moto delle nubi, è necessario conoscere la loro altezza.

Perciò è utile avere delle tabelle che assegnino statisticamente l'altezza dal suolo di una nuvola, in relazione alla sua forma.

Ed è quello che fa Lo Surdo: non solo compila tabulati indicativi sulle caratteristiche delle nuvole, ma rende il nefoscopio un attrezzo facilmente trasportabile, in grado di rilevare sistematicamente su tutto il territorio nazionale il comportamento delle nubi.

Lo Surdo può essere definito un grande “sistematore”.

Di qualunque progetto si occupi, introduce un metodo, razionalizza le procedure, le struttura in progetti più grandi, individua istintivamente le criticità ... insomma se fosse vissuto oggi, non avrebbe certo temuto la concorrenza di tanti stimati fisici contemporanei.

Musica di una marcia, tipo “Ala Fascista”.

Alla morte di Mario Orso Corbino, Lo Surdo assume la direzione dell'Istituto di Fisica di Roma. Sono gli anni del Fascismo e Benito Mussolini dà ordine di rifondare tutto il mondo accademico italiano.

“L’attività scientifica è morale e la sua responsabilità pesa sugli uomini, chiamati al compito di essere utili alla patria”. Nascono perciò in Italia nuove università, importanti laboratori e a capo del Consiglio Nazionale delle Ricerche è posto il premio Nobel Guglielmo Marconi. È lui a conferire a Lo Surdo la direzione dell’Istituto Nazionale di Geofisica di Roma: è il 1936, presso la facoltà di Fisica dell’Università La Sapienza nasce l’ING¹⁴.

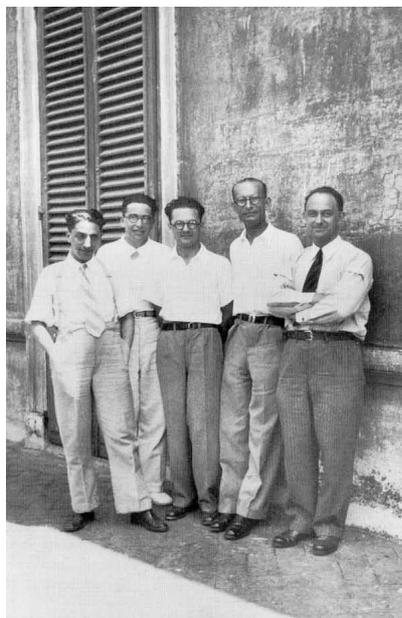


Figure 41 e 42. I ragazzi di via Panisperna e Antonino Lo Surdo.

Fine musica.

Sono gli stessi anni in cui a via Panisperna Enrico Fermi e i suoi compagni gettano le basi per i nuovi studi sulla Fisica nucleare. Ed è proprio la rivalità con Fermi, futuro premio Nobel, ad accompagnare l’attività di Antonino Lo Surdo. Con Fermi non corre buon sangue, Lo Surdo lo stima certamente, ma si tiene a debita distanza da lui e dal suo gruppo.

La genialità, come si sa, si accompagna spesso a una poca propensione alla socializzazione e forse quel suo essere chiuso e sfuggente è il risultato della profonda solitudine, causata dalla precoce perdita dei suoi cari.

Socio dell’Accademia nazionale dei Lincei, dell’Accademia italiana delle scienze, dell’Accademia reale di Svezia, membro del CNR, medaglia internazionale della Società Italiana delle Scienze, medaglia d’argento Galileiana e Premio reale della Fisica ... titoli e onorificenze non bastano mai a Lo Surdo per competere con colui che ritiene essere il suo rivale.

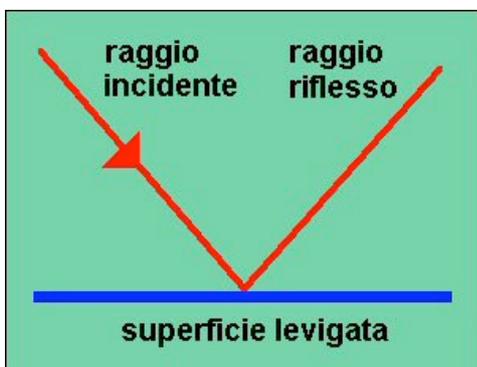
¹⁴ Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa, pag. 39.



Figure 43, 44 e 45. Pietro Caloi, Gaetano Ponte ed Enrico Medi.

Se nel gruppo di Fermi vi sono i celebri fisici Segrè, Amaldi e Majorana, per Lo Surdo le sue punte di diamante sono Caloi, Ponte e Medi, con i quali crea un'importante squadra di lavoro. In particolare con Enrico Medi e un altro esperto elettronico, Guglielmo Zanutelli, decide di verificare i fenomeni d'interferenza nella riflessione delle microonde¹⁵.

Musica. Sullo schermo: RIFLESSIONE DELLE MICROONDE.



1/10.000 mm = lunghezza d'onda della luce visibile

Figura 46. Illustrazione della riflessione di un fascio di luce.

Cos'è la riflessione delle microonde?

È come la rifrazione di un fascio di luce su uno specchio, solo che il fascio di luce è fatto da onde elettromagnetiche con lunghezza d'onda di un decimillesimo di millimetro. Queste onde elettromagnetiche rappresentano lo spettro visibile. Invece le microonde sono onde elettromagnetiche di lunghezza d'onda di decine di centimetri, perciò non sono visibili.

¹⁵ Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa, pag. 32.

FIGURA D'INTERFERENZA

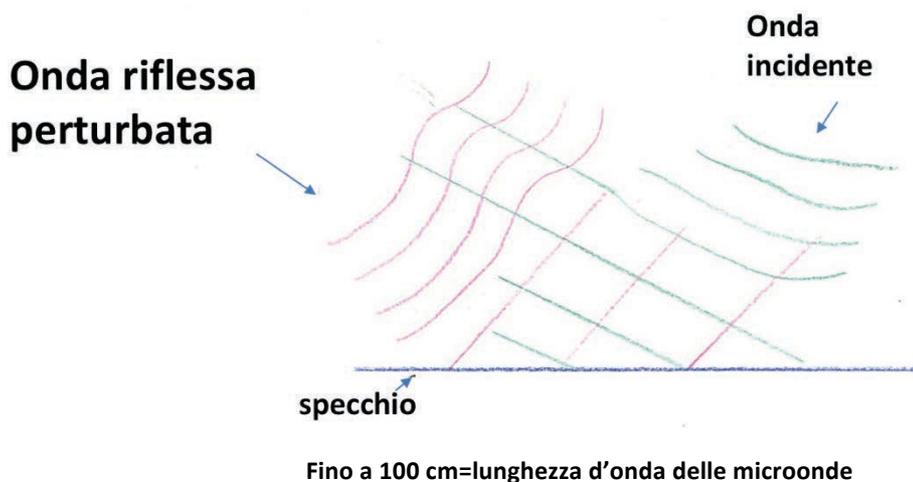


Figura 47. Illustrazione della figura d'interferenza delle onde elettromagnetiche con lunghezza d'onda di un decimillesimo di millimetro. Le microonde invece hanno una lunghezza d'onda fino ai 100 cm.

Quando l'onda incidente colpisce lo specchio, si crea un'onda riflessa che interferisce con quella incidente, formando così un'onda perturbata. Questo esperimento è già noto nel 1930, ma con onde di lunghezza molto piccola, dell'ordine cioè di $1/10.000$ mm che è appunto la lunghezza d'onda della luce visibile.

Una cosa a cui bisogna stare attenti è che la grandezza dello specchio sia molto maggiore della dimensione del fascio incidente per evitare "fenomeni di bordo", cioè il fatto che le onde al bordo dello specchio si propagano in modo diverso dal centro, rovinando la figura d'interferenza di tutto il fascio.

Perciò lo specchio deve essere almeno 100 volte più grande. Finché si parla di lunghezza d'onda di $1/10.000$ mm non ci sono problemi a trovare uno specchio della grandezza giusta. Lo Surdo però vuole verificare la figura d'interferenza con microonde che hanno una lunghezza d'onda dell'ordine dei cm, in particolare decide di usare microonde di lunghezza d'onda di 16 cm.

In pratica vuole verificare se quello che vale per la luce visibile, vale anche per le microonde.

Per far ciò gli serve uno specchio di 16 metri di diametro. Dove trovare uno specchio simile?



Figura 48. Il lago di Albano.

Lo Surdo decide di utilizzare, come specchio, la superficie del lago di Albano. Essendo un lago con le sponde molto alte, è possibile avere una superficie dell'acqua quasi piatta. Inoltre uno specchio così grande permette di aumentare molto l'area di riflessione, quando s'invia un fascio quasi parallelo alla sua superficie.

È lo stesso criterio che usiamo quando tagliamo le fette di salame "storte" per averle più grandi ... l'idea sembra folle, ma funziona!

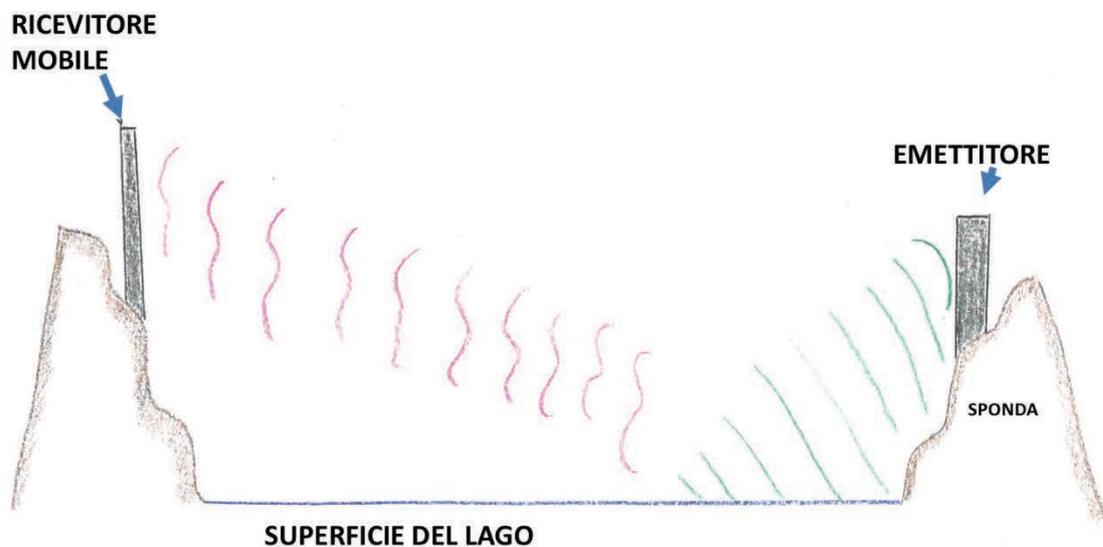


Figura 49. Illustrazione dell'esperimento condotto da Lo Surdo sul lago di Albano.

Su una sponda, Lo Surdo pone un emettitore di microonde e sul lato opposto un ricevitore mobile, collocato su un'asta ricevente, alla distanza di 3 Km.

L'esperimento riesce!

Il ricevitore capta chiaramente sia le onde perturbate, sia la figura di interferenza. Perciò il modo in cui riceve la perturbazione è quello giusto, lo stesso che si ottiene con la luce visibile. Ciò dimostra inoltre che il lago di Albano si comporta benissimo come specchio.

L'esperimento è concettualmente semplice, ma l'idea di usare il lago come specchio e la difficoltà di costruire apparati che emettono e ricevono a 3 km di distanza, per l'epoca sono eccezionali!

Suono intermittente.



Figure 50 e 51. Sismografi dell'ING¹⁶.

1 settembre 1938. Nei sotterranei del nuovo Istituto di Fisica, all'interno della Città Universitaria, una serie di sismografi cominciano a registrare sistematicamente i movimenti della terra. In questo scantinato isolato, apparecchi e macchinari scelti appositamente da Lo Surdo entrano in funzione e lavorano a pieno regime per l'ING!

Il suono si moltiplica in più sonorità intermittenti.



Figura 52. Illustrazione della rete geofisica.

È il primo passo del progetto di una rete geofisica integrata: oltre a Roma, anche Trieste, Pavia, Rocca di Papa e Messina e poi ancora Udine, Salò, Padova, Genova, Bologna Firenze, Pisa,

¹⁶ Calcara, G., (2004). *Quaderni di Geofisica*, n. 36, INGV, Roma, pagg.7-8.

Bari, Foggia e Reggio Calabria. Collegati alla rete anche l'Osservatorio per l'elettricità atmosferica di Roma-S. Alessio, su via Ardeatina, e due stazioni speciali a Napoli e Catania¹⁷.

Insomma, un grande piano per il monitoraggio e lo studio sismico.

Questo desidera fortemente Lo Surdo, ma l'entrata dell'Italia nel secondo conflitto mondiale arresta il suo progetto. Molti dei suoi collaboratori vengono chiamati alle armi ed altri allontanati a causa delle leggi razziali. È una svolta epocale.

Musica triste.



Figure 53 e 54. Piazza Venezia il 10 giugno 1940 e il Manifesto della razza.

Anche Enrico Fermi, insignito del premio Nobel, è costretto a lasciare l'Italia. Sua moglie, di religione ebraica, è soggetta alle persecuzioni imposte dal regime. Invitato da alcune importanti università americane, Fermi decide di trasferirsi negli Stati Uniti. Antonino Lo Surdo non lo rivedrà più.

Fine musica.

¹⁷ Foresta Martin, F. e Calcara, G., (2010). *Per una storia della geofisica italiana: la nascita dell'Istituto Nazionale di geofisica (1936) e la figura di Antonino Lo Surdo*. Springer, Milano, pag. 112.

ATTO TERZO

Rumore di bombardamenti aerei.



Figura 55. Bombardamenti su Roma nel 1943.

Per cinque anni, bombardamenti e azioni delle truppe occupanti danneggiano Roma, comprese le stazioni e gli strumenti dell'ING. Pure sotto le bombe, Lo Surdo non interrompe la sua attività e protegge come meglio può gli osservatori geofisici. Sono anni difficili, portare avanti il lavoro è molto complicato, ma Lo Surdo non si arrende e trova sempre nuovi spunti per la sua ricerca.

Rumore del vento. Sullo schermo: LO STUDIO DEL VENTO.

Già nel 1938 Lo Surdo ha in mente di sfruttare l'energia eolica per la produzione di elettricità, seguendo l'esempio degli Stati Uniti e del Nord Europa. Perciò, durante gli anni della guerra, studia attentamente il funzionamento dell'anemografo¹⁸.

¹⁸ Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa, pag. 47.

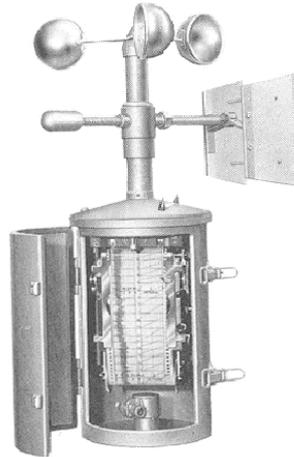


Figura 56. Anemografo.

Musica.

L'anemografo è uno strumento che registra la direzione del vento e il suo spazio percorso, in funzione del tempo.

Si compone di una banderuola che determina sia la direzione del vento, sia la sua pressione. Il percorso del vento viene misurato dalla stella di pentole che si trova al di sopra della paletta centrale.

La stella di pentole e la paletta sono girevoli.

Sotto l'influenza del vento, la stella ruota con un numero di giri che dipende dalla pressione, da cui si determina anche la velocità.

Nel 1938 Lo Surdo commissiona ben 100 anemografi alla Società Italiana Apparecchi di Precisione di Bologna.

Gli anemografi vengono prodotti, imballati e pronti all'uso, ma a causa della guerra, tutto si ferma per 7 anni.

Nel 1945 Lo Surdo riprende il progetto, dichiarando che un'analisi sistematica del vento è necessaria non solo per il suo sfruttamento quale fonte energetica, ma anche per lo studio della climatologia e delle rotte aeree.

Il vento ha caratteristiche diverse da una località all'altra, la natura accidentata del suolo influisce molto sul regime dei venti, perciò prima di fissare il luogo ideale per una centrale eolica, bisogna cercarne le condizioni più favorevoli. Con questi argomenti tenta di convincere Guido Castelnuovo, commissario straordinario del CNR, a concedere fondi per il progetto. Castelnuovo sembra interessato, ma prende tempo perché non ci sono soldi.

Si arriva così al 1948.

20 dei 100 anemografi di Lo Surdo vengono collocati in Sicilia, a Messina, ma nemmeno stavolta il progetto va in porto perché ben presto in Italia si preferisce investire in un'altra fonte d'energia: gli idrocarburi che hanno applicazioni più vaste in ambito industriale.

Ma te non mangi? Sto a dieta, non posso mangiare idrocarburi!



Figure 57 e 58. A. Fabrizi, V. Gassman e G. Ralli in “*C'eravamo tanto amati*” di E. Scola.

Com'è nella tradizione italiana, solo a distanza di tempo si possono riconoscere le reali e potenti intuizioni dell'uomo, come quelle di Antonino Lo Surdo nei riguardi dell'energia eolica, la più promettente tra le fonti rinnovabili.

Musica di un boogie-woogie.

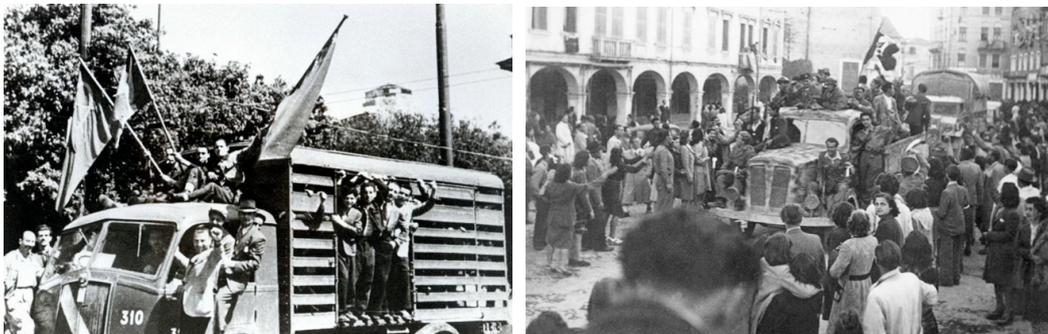


Figure 59 e 60. La liberazione in Italia del 25 aprile 1945.

È il 25 aprile 1945.

I partigiani liberano Milano e Torino: è la resa della Repubblica Sociale Italiana e la fine della guerra.

Un nuovo inizio per il paese dunque, ma anche una nuova battaglia per Lo Surdo: il processo al Fascismo coinvolge pure lui. È prevista l'epurazione, cioè l'allontanamento dagli uffici statali di coloro che hanno aderito al regime e ricevuto nomine.



Figure 61 e 62. Le sanzioni e il processo al fascismo.

La colpa di Lo Surdo sembrerebbe quella di aver applicato la legge razziale che prevedeva il divieto d'ingresso nelle università agli studenti ebrei.

Inoltre, come membro dell'Accademia dei Lincei, fusa con l'Accademia d'Italia voluta da Mussolini, il suo nome è fra quelli degli accademici punibili di radiazione.

Lo Surdo si difende strenuamente: non ha mai militato nel partito, per lui è sempre esistita solo la ricerca scientifica. Si è limitato come tanti ad applicare la legge ... una legge infame certo, dettata da una politica mostruosa e indegna, se ne rende conto, ma non agì mai per antisemitismo, solo per osservanza delle norme.

Il banco degli imputati è una dura prova, Lo Surdo rischia di perdere tutto.

I corsi e i ricorsi storici dimostrano come, spesso e volentieri, il compromesso politico sia alla base di un nuovo governo. Ed ecco che nel 1946 si delibera in nome della pacificazione nazionale.

Con l'amnistia voluta dal Ministro della Giustizia Togliatti, si dà un colpo di spugna ai reati commessi dai fascisti¹⁹.

Lo Surdo è salvo. Recupera i suoi incarichi e i suoi titoli.

È la scienza la sua unica dottrina, la ricerca finalizzata al bene comune.

Riconfermato direttore, dà avvio quindi alla riorganizzazione dell'ING, puntando al compimento del suo grande progetto: una rete sismica nazionale.

Nelle stazioni sismologiche però i danni sono ingenti e i soldi pochi ... c'è da rimboccarsi di nuovo le maniche! Dopo più di un anno di lavoro, anticamere e relazioni tecniche, Antonino ottiene i finanziamenti necessari e nel 1947 la ricostruzione è in atto.

Un lieve suono di pianoforte in sottofondo.

¹⁹ Foresta Martin, F. e Calcara, G., (2010). *Per una storia della geofisica italiana: la nascita dell'Istituto Nazionale di geofisica (1936) e la figura di Antonino Lo Surdo*. Springer, Milano, pag. 191.

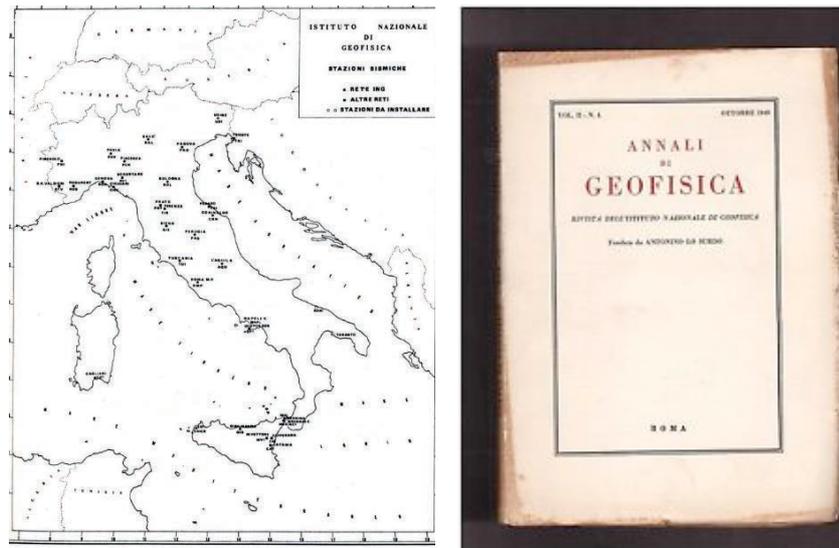


Figure 63 e 64. La rete sismica dell'ING e la rivista "Annali di Geofisica".

Le stazioni sismiche vengono riavviate e Lo Surdo vede concretizzarsi quel grande sogno a cui ha dedicato il suo lavoro. Fonda inoltre "Annali di geofisica", un'importante rivista scientifica che ancora oggi è annoverata fra le pubblicazioni di spicco sulle scienze della terra.



Figura 65. Lo stretto di Messina.

Davanti al mare della sua Sicilia, può darsi che ora Antonino sia pago dei risultati raggiunti. Rivolge il suo pensiero ai propri cari, perduti troppo presto.

L'impegno per il lavoro svolto è forse una consapevolezza che sa rassicurarlo e renderlo fiero.

Appena rientrato da Messina, Lo Surdo muore a Roma, in seguito ad un ictus cerebrale all'età di 69 anni.

È il 7 giugno 1949.

Dopo la sua morte, Enrico Medi gli succede nella direzione dell'ING e in occasione di una sua commemorazione pronuncia queste parole: "Antonino Lo Surdo è stato pioniere della Geofisica Italiana, ad ogni campo esaminato ha dato tono, timbro e luce alla strada da seguire. Desiderava che la sua opera fosse

consacrata in un Istituto, quale centro e fondamento di queste ricerche”²⁰.



Figure 66 e 67. La sala sismica e la rete geofisica dell'INGV.

Oggi sono oltre 400 le stazioni sismiche installate dall'INGV su tutto il territorio nazionale.

Un monitoraggio costante e un'informazione rapida sono indispensabili, per garantire l'efficienza degli interventi d'emergenza.

La storia di Lo Surdo c'insegna quanto importanti siano la ricerca scientifica e *chi fa* la ricerca scientifica; ci dimostra che da una grande tragedia, può nascere un grande progresso, perché se da quelle macerie, si trae la forza di studiare e capire le cause che le hanno generate, allora si può davvero cambiare il mondo.

Sul maxischermo compare la frase iniziale:

Transire suum pectus mundoque potiri

Fine musica, resta solo il rumore del mare.

²⁰ Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa, pagg. 63-74.

BIBLIOGRAFIA

- Lo Surdo, A., (1910). *Sulle osservazioni sismiche. La determinazione dell'intensità di un terremoto in misura assoluta*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie V, vol. XIX, V, Roma.
- Foresta Martin, F. e Calcara, G., (2010). *Per una storia della geofisica italiana: la nascita dell'Istituto Nazionale di geofisica (1936) e la figura di Antonino Lo Surdo*. Springer, Milano.
- Coriglione, P., (1993). *Antonino Lo Surdo: Geofisico*. Flaccavento, Siracusa.
- Friedman, N., (2014). *Fighting the Great War at Sea: Strategy, Tactic and Technology*. Seaforth Publishing, Barnsley.
- Calcara, G., (2004). *Quaderni di Geofisica*, n. 36, INGV, Roma.
- Lo Surdo, A., (1904). *Sulle pretese variazioni di peso di alcune reazioni chimiche*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. VIII, Roma.
- Lo Surdo, A., (1906). *Sulle pretese variazioni di peso di alcune reazioni chimiche*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. III, Roma.
- Hayes, H. C., (1920). *Detection of submarines: Proceedings of the American Philosophical Society*. Vol. 59, N. 1, Philadelphia, pagg. 1-47.
- Treccani, (2016). *Enciclopedia italiana online*. Treccani, Roma.

APPENDICE

BIBLIOGRAFIA DEL LAVORO DI ANTONINO LO SURDO

- Lo Surdo, A., (1904). *Sulle pretese variazioni di peso di alcune reazioni chimiche*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. VIII, Roma.
- Lo Surdo, A., (1906). *Sulle pretese variazioni di peso di alcune reazioni chimiche*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. III, Roma.
- Lo Surdo, A., (1906). *Un nuovo volumenometro*. <s.n.>, Pisa.
- Lo Surdo, A., (1907). *Un metodo per la misura continua della velocità di rotazione di un asse*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. XIV, Roma.
- Lo Surdo, A., (1907). *Intorno all'influenza del vento sulla quantità di pioggia raccolta dai pluviometri*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. XIII, Roma.
- Lo Surdo, A., (1907). *Il nuovo metodo di Knut Angstrom per lo studio della radiazione solare: largo sunto della memoria pubblicata da K. Angstrom*. Stab. Gala, Catania. Estr. da: Memorie Soc. Spettroscopisti ital., vol. 36.
- Lo Surdo, A., (1908). *Sulla radiazione solare*. In: Rivista Scientifica Industriale, XL.
- Lo Surdo, A., (1908). *Sulla radiazione notturna*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. XV, Roma.
- Lo Surdo, A., (1908). *La condensazione del vapor d'acqua nelle emanazioni della Solfatara di Pozzuoli*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. XVI, Roma.
- Lo Surdo, A., (1909). *Il funzionamento dei sismografi*. In: Nuovo Cimento, serie V, vol. XVIII, Roma.
- Lo Surdo, A., (1909). *Sulle osservazioni sismiche. Il comportamento di una colonna liquida usata come massa sismometrica*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie V, vol. XVIII, Roma.
- Lo Surdo, A., (1909). *Sulle osservazioni sismiche. Condizioni alle quali debbono soddisfare i sismografi per registrare l'accelerazione sismica*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie V, vol. XVIII, Roma.
- Lo Surdo, A., (1910). *Sulle osservazioni sismiche. La determinazione dell'intensità di un terremoto in misura assoluta*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie V, vol. XIX, V, Roma.
- Lo Surdo, A., (1913). *Sul Fenomeno analogo a quello di Zeeman nel campo elettrico*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie V, vol. XXII, Roma.
- Lo Surdo, A., (1913). *Sulla temperatura virtuale del cielo*. Stab. Tipogr. Toscano, Pisa. Estr. da: Nuovo Cimento, serie VI, vol. 5, 1913.
- Lo Surdo, A., (1914). *Accelerometri per la determinazione dell'intensità di un terremoto secondo una scala assoluta*. In: Annuario del R. Osservatorio del Museo in Firenze 1911, Ricci, Firenze.

- Lo Surdo, A., (1914). *L'analogo elettrico del fenomeno di Zeeman e la costituzione dell'atomo*. (S.l. : s.n.), pag. 12.
- Lo Surdo, A., (1914). *Il campo elettrico nello spazio di Hittorf Crookes e la scomposizione elettrica delle righe spettrali*. Tip. R. Accademia Dei Lincei, Roma.
- Lo Surdo, A., (1914). *Annuario del r. Osservatorio del Museo in Firenze, 1911*. Tip. M. Ricci, Firenze.
- Lo Surdo, A., (1914). *La scomposizione catodica della quarta riga della serie di Balmer e probabili regolarità*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie V, vol. XXIII, Roma.
- Lo Surdo, A., (1914). *Osservazione diretta della scomposizione delle righe spettrali davanti al catodo in un tubo molto sottile*. Tip. R. Accademia Dei Lincei, Roma.
- Lo Surdo, A., (1914). *Tabelle per la determinazione della velocità del Vento alle diverse altezze, mediante I palloni piloti*. Tip. C. Ferrari, Venezia.
- Lo Surdo, A., (1914). *Sulla formazione della rugiada e della brina*. Tip. R. Accademia Dei Lincei, Roma.
- Lo Surdo, A., (1914). *Su l'angolo elettrico del fenomeno di Zeeman : effetto longitudinale : nota di Antonino Lo Surdo*. Estr. da: Rend. R. Accad. Lincei, serie V, vol. 23, Roma.
- Lo Surdo, A., (1914). *Su l'angolo elettrico del fenomeno di Zeeman : le varie righe della serie di Balmer presentano diverse forme di scomposizione : nota di Antonio Lo Surdo*. Estr. da: R. Accad. Lincei, serie V, vol. 23, fasc. 3, pagg. 143-144, Roma.
- Lo Surdo, A., (1921). *Elio e neon sintetici*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie V, vol. XXX, Roma.
- Lo Surdo, A., (1921). *L'audizione biauricolare dei suoni puri*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie V, vol. XXX, I, Roma.
- Lo Surdo, A., (1921). *Spettroscopio a gradinata catottrica*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie V, vol. XXX, Roma.
- Lo Surdo, A., (1927). *La corrente di saturazione delle valvole termoioniche*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie VI, vol. V, Roma.
- Lo Surdo, A., (1927). *Sulla corrente elettrica filtrata attraverso ad una valvola termoionica saturata*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie VI, vol. V, Roma.
- Lo Surdo, A., (1927). *Il passaggio dell'elettricità attraverso i gas ionizzati*. Fascicolo speciale de Energia Elettrica nel I centenario della morte di Alessandro Volta.
- Lo Surdo, A., (1928). *Sulle caratteristiche dei triodi a tensione di griglia saturanti*. In: Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, serie VI, vol. VII, Roma.

- Lo Surdo, A., Medi, E., Zanotelli, G., (1938). *Radiointerferometria con microonde. Esperienze sul lago di Albano*. PING n.1, 1938, estratto da La Ricerca Scientifica, serie IX, vol. 1, n. 9-10.
- Lo Surdo, A., Zanotelli, G., (1938). *Velocità di propagazione di microonde in prossimità della superficie terrestre*. PING n. 5, 1938.
- Lo Surdo, A., Zanotelli, G., (1939). *Analisi spettroscopica delle microonde mediante il reticolo concavo*. PING n.22, 1939, estratto da Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali della reale Accademia d'Italia, serie VI, vol. XI.
- Lo Surdo, A., (1940). *La registrazione e lo studio dei fenomeni sismici nell'Istituto Nazionale di Geofisica del C.N.R.* PING n.51, estratto da La Ricerca Scientifica, vol. XI, n. 10.
- Lo Surdo, A., Medi, E., (1945). *Il rilevamento dell'energia del vento ai fini della sua utilizzazione industriale*. PING n. 109, estratto da Ricerca Scientifica e Ricostruzione, vol. XV, n. 2.
- Lo Surdo, A., Medi, E., (1946). *Ricerche sull'elettricità atmosferica*. PING n. 115; 1946, estratto da Ricerca Scientifica e Ricostruzione, vol. XVI, n. 1-2.
- Lo Surdo, A., (1947). *Appunti di fisica terrestre raccolti dalle Lezioni di a. L. S. (Università di Roma. Facoltà di scienze matematiche, fisiche e naturali)*. R. Pioda, Roma.
- Caloi, P., Lo Surdo, A., Ponte, G., (1948). *Agitazioni microsismiche originate da attività vulcanica*. PING n. 128; 1948 e Annali di Geofisica, vol. I, n. 1 (1948).
- Cialdea R., Lo Surdo A., Zanotelli G., (1948). *Influenza della carica spaziale sul funzionamento delle sonde radioattive*. PING n. 130; 1948 e Annali di Geofisica, vol. I, n. 2 (1948).
- Cialdea R., Lo Surdo A., (1948). *Sonde radioattive a percorso ridotto*. PING n. 132.
- Caloi P., Lo Surdo A., (1948). *Nuovo smorzatore per i sismografi tipo Wiechert*. PING n. 138.
- Caloi P., Lo Surdo A., Peronaci F., (1948). *La determinazione dell'accelerazione massima nei fenomeni macrosismici*. PING n. 147; 1948 e Annali di Geofisica, vol. I, n. 3 (1948).
- Cialdea R., Lo Surdo A., Zanotelli G., (1948). *Influenza del vento sul funzionamento delle sonde radioattive*. PING n. 159; 1948 e Annali di Geofisica, vol. I, n. 4 (1948).
- Cialdea R., Lo Surdo A., Zanotelli G., (1949). *Il regime transitorio delle sonde radioattive*. PING n. 168 e Annali di Geofisica, vol. II, n. 1 (1949).
- Cialdea R., Lo Surdo A., Zanotelli G., (1949). *La carica delle sonde radioattive in presenza di vento*. PING n. 183; 1949 e Annali di Geofisica, vol. II, n. 3 (1949).

Quaderni di Geofisica

ISSN 1590-2595

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

I Quaderni di Geofisica coprono tutti i campi disciplinari sviluppati all'interno dell'INGV, dando particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari, che per tipologia e dettaglio necessitano di una rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. La pubblicazione on-line fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Rapporti tecnici INGV

ISSN 2039-7941

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

I Rapporti Tecnici INGV pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico e di rilevante interesse tecnico-scientifico per gli ambiti disciplinari propri dell'INGV. La collana Rapporti Tecnici INGV pubblica esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Miscellanea INGV

ISSN 2039-6651

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

La collana Miscellanea INGV nasce con l'intento di favorire la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV (sismologia, vulcanologia, geologia, geomagnetismo, geochimica, aeronomia e innovazione tecnologica). In particolare, la collana Miscellanea INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli ecc.

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2018 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia