

Il programma scientifico della spedizione

Leonardo Gariboldi
Università degli studi di Milano

1 La spedizione scientifica

La spedizione polare del 1928 a bordo del dirigibile *Italia* si caratterizzò per avere allo stesso tempo obiettivi di ordine scientifico (descritti in Nobile 1929a, tradotto ed esteso in Nobile 1938) e politico. Guidata da un militare italiano, Umberto Nobile, la spedizione doveva mostrare al mondo il posto dell'Italia nella tecnologia del volo e il suo pieno inserimento tra le potenze attive in esplorazioni geografiche (Surdich 2013). Dal punto di vista scientifico, la novità della spedizione consisteva nell'essere la prima spedizione artica con scopi di ricerca in diversi campi e non semplicemente esplorativi. La spedizione del 1928 era la seconda guidata da Nobile dopo quella a bordo del *Norge* nel 1926 (Juvik, Westbrandt, Piipola 2003). Tutte le spedizioni italiane avevano posto il campo-base alla Baia del Re nelle norvegesi isole Svalbard per l'esplorazione dell'Artide europeo.

Tre membri della spedizione - František Běhounek (Jech 1999) dell'Istituto radiologico di Praga, Finn Malmgren (Franzén 1982-84; Malmgren 2016) dell'Istituto Idrografico di Petersson a Bornö e Aldo Pontremoli (Colombi et al. 2021; Gariboldi 2015; 2018; 2022; Giordana 1933; Pugno Vanoni 1930) della Regia Università di Milano - si occuparono degli aspetti scientifici [figg. 4, 6]. Běhounek e Malmgren avevano già preso parte alla spedizione del 1926 a bordo del *Norge* rispettivamente per le misure di conducibilità elettrica dell'atmosfera e come meteorologo. A questi si affiancò, nella sola fase di organizzazione della spedizione,

Luigi Palazzo (Argentieri 2014) dell'Ufficio centrale di Meteorologia e Geofisica di Roma. Dei tre membri attivi in Artide, Pontremoli scomparve con l'*Italia* dopo l'urto con la banchisa, Malmgren morì il 15 o il 16 giugno nel tentativo di raggiungere la terra ferma, e solo Běhounek fu recuperato dalle operazioni di salvataggio dei superstiti (Běhounek 1929b).

Nella fase di progettazione della spedizione, coordinata nel suo complesso da Nobile (1929b), Běhounek (1929a) organizzò le campagne di misura dell'elettricità atmosferica dovuta al campo elettrico terrestre e agli effetti di ionizzazione dell'aria dovute alla radioattività dei materiali presenti nella superficie terrestre (roccia, ghiaccio o acqua) e alla radiazione penetrante. Malmgren fu incaricato di misurare le grandezze fisiche dell'atmosfera per scopi meteorologici durante la spedizione (1929). Palazzo progettò le misure del campo magnetico terrestre (1929). Pontremoli progettò, costruì e testò la strumentazione da usare al campo-base, sulla banchisa e in volo, per misure del campo magnetico terrestre, del campo gravitazionale terrestre e della trasmissione di onde radio ad alta latitudine (De Mottoni, Pugno Vanoni 1929).

Un punto particolarmente critico fu la progettazione di nuova strumentazione che doveva soddisfare diversi criteri. La trasportabilità e l'utilizzo a bordo del dirigibile impose i limiti estremamente stringenti sulle dimensioni, il peso e la robustezza. In teoria erano disponibili fino a 1.000 kg per la strumentazione da usare a bordo, ma vari fattori ridussero questo valore a 300 kg. L'utilizzo a bordo o sulla banchisa impose invece di controllare il funzionamento di tutti gli strumenti

in camere frigorifere che riproducevano le condizioni climatiche attese, e di essere in grado di ottenere risultati utili nelle poche ore in cui gli scienziati sarebbero stati sulla banchisa.

A parte le misure meteorologiche, effettuate da Malmgren fin dalla partenza dalla base aerea di Milano-Baggio, le misure e le raccolte di dati furono effettuate durante il volo da Stolp (una città tedesca sulle coste del Mar Baltico, oggi appartenente alla Polonia) alle Svalbard, al campo-base della Baia del Re e durante i tre voli in Artide sul totale di cinque voli progettati. Tra il 3 e il 6 maggio, durante il volo da Stolp alla Baia del Re, Pontremoli misurò il campo magnetico terrestre evidenziando alcune anomalie locali. Giunti alla Baia del Re, Běhounek e Pontremoli ripararono lo strumento per la misura del gradiente del campo elettrico terrestre e misurarono la radioattività atmosferica e la radiazione penetrante. L'11 maggio, durante il primo volo che sorvolò per alcune ore le isole Svalbard, Běhounek e Pontremoli misurarono la radiazione penetrante, il gradiente del campo elettrico terrestre, il campo magnetico terrestre, e prepararono quattro lamine per misurare la radioattività atmosferica, mentre Malmgren misurò la conducibilità elettrica dell'atmosfera. Tra il 15 e il 18 maggio, durante il secondo volo che sorvolò le isole della Terra di Francesco Giuseppe, Běhounek e Pontremoli misurarono la radiazione penetrante, la radioattività atmosferica, il gradiente del campo elettrico terrestre, il campo magnetico terrestre, mentre Malmgren effettuò altre misure di conducibilità elettrica dell'atmosfera; non ottennero invece risultati dalle misure di intensità delle onde radio [fig. 7].

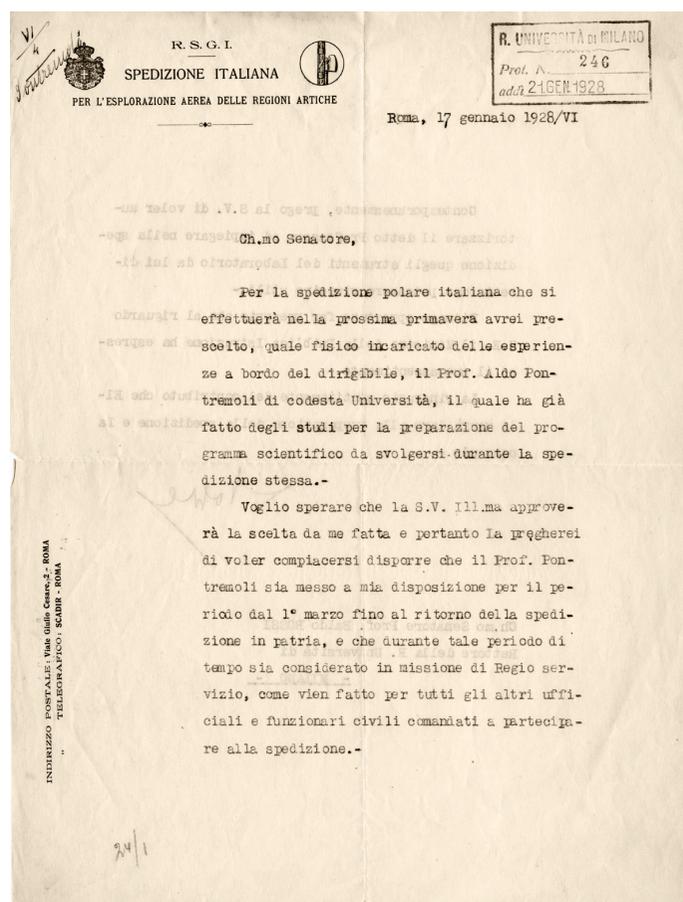
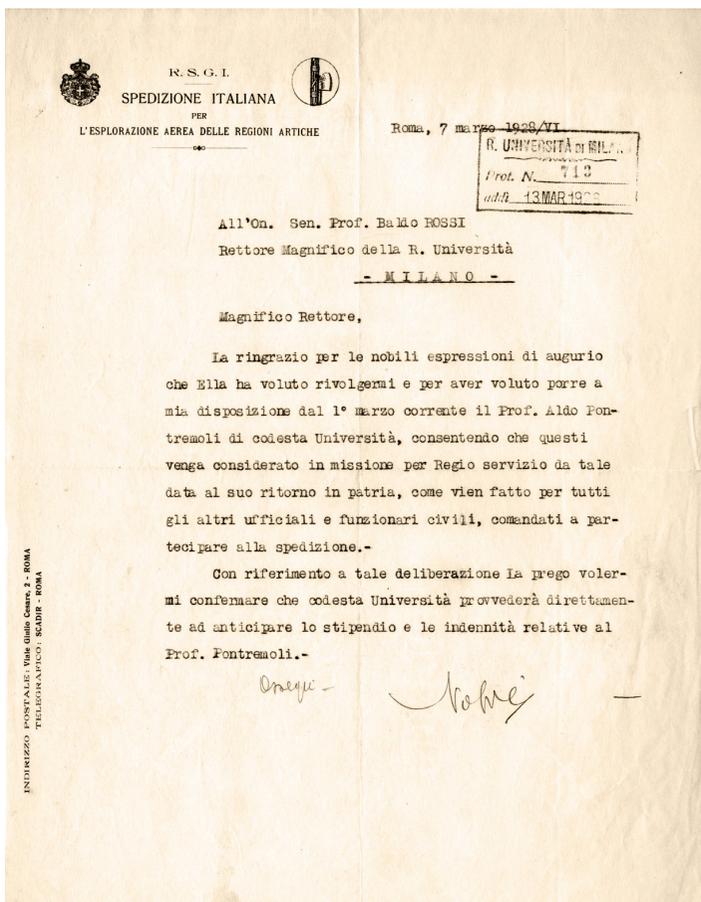


Figura 2 Centro APICE, Archivio storico, serie 7, tit. 8, b. 170, 1924-38. Lettera di Umberto Nobile al rettore della Regia Università di Milano. 7 marzo 1928

Figura 3 Centro APICE, Archivio storico, cartella personale Aldo Pontremoli 2497. Lettera di Umberto Nobile al rettore della Regia Università di Milano. 17 gennaio 1928

2 Rilevamento geografico

Per gli aspetti puramente esplorativi e di tracciatura di carte geografiche delle zone artiche esplorate erano necessari strumenti di posizione e rilevamento geodetico. Le misure di posizione del dirigibile erano effettuate con diversi strumenti. L'*Italia* disponeva di un telemetro ottico del tipo in dotazione all'artiglieria, poco preciso e di difficile utilizzo durante il volo; uno scandaglio di Behm, uno strumento acustico progettato dopo l'affondamento del *Titanic*; sei sestanti di tipi diversi; una bussola solare e quattro bussole magnetiche. Per misurare l'altezza del dirigibile, usarono cronometri di bordo Ditisheim e Longines per misurare il tempo di caduta di sfere in vetro o legno con nastri colorati a bassa quota e con esplosivi a quote sopra i 300 m. Per le misure di latitudine e longitudine usarono sestanti a bolla d'aria e a pendolo, di difficile utilizzo durante il volo. La velocità del dirigibile rispetto al suolo era ricavata tramite un apparecchio a cannocchiale Goertz, che non dava risultati attendibili in caso

di forte vento. Il radiogoniometro sarebbe stato lo strumento ideale, ma per imperizia dei radiotelegrafisti e per problemi tecnici, la posizione alla fine veniva determinata dalla Baia del Re e trasmessa all'*Italia* in volo. Per i rilievi fotografici a bordo installarono macchine fotografiche e cinematografiche, tra cui una cinepresa Zeiss-Ikon con obiettivo 1:4,5, f-21 cm. Durante il secondo volo vennero esplorati 10.000 km² tra le isole Svalbard e la Terra di Francesco Giuseppe e 20.000 km² nella regione della Terra di Nicola II (oggi Severnaja Zemlja) [fig. 8]. Durante il terzo volo vennero esplorati 40.000 km² nella regione tra il Capo Bridgmann e il Polo nord e ulteriori 10.000 km² tra gli 83° e gli 85° N. I superstiti del terzo volo effettuarono misure della posizione della tenda rossa tra il 26 maggio e il 12 luglio mediante l'osservazione dell'altezza del Sole. Come risultato ottennero che la direzione e la velocità di deriva della banchisa era in accordo con la direzione e la velocità del vento.

3 Elettricità atmosferica

Gli strumenti per la misura dell'elettricità atmosferica comprendevano un elettrometro per la misura della conducibilità elettrica, un elettrometro di Wulf-Kohlhörster per la misura della radiazione penetrante della Günther & Tegetmeyer caricato con una pila di Zamboni, e un aspiratore di Gerdien con elettrometro di Wiechert con un collettore in polonio per la misura del gradiente del campo elettrico terrestre. Gli strumenti a bordo erano poco ingombranti e con un peso totale inferiore a 30 kg. Vennero montati nella cabina del comandante, meno soggetta alle vibrazioni e con aria aspirata pura essendo i tubi di scarico orientati nella direzione opposta.

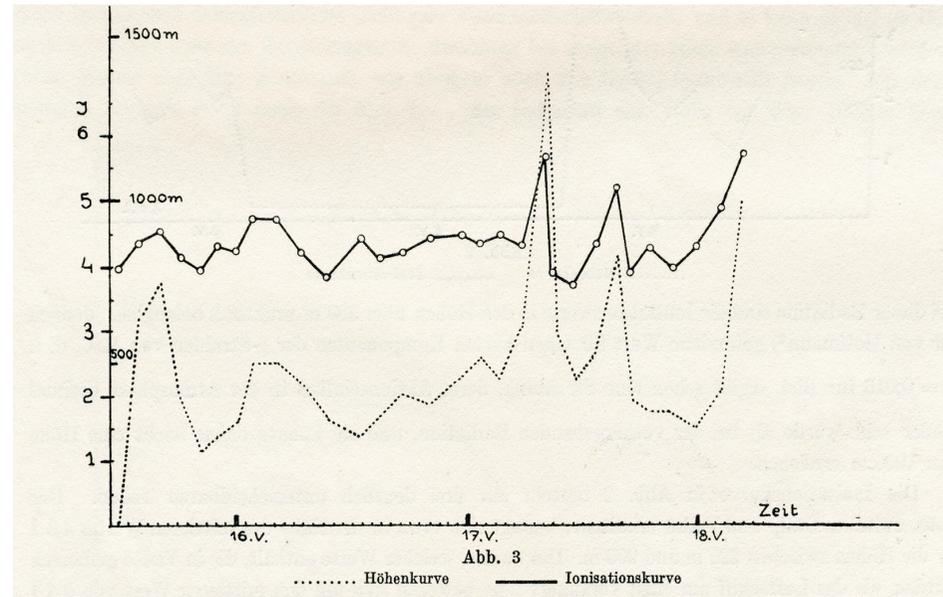
Le ricerche progettate comprendevano misure della radiazione penetrante, della conducibilità elettrica e

del numero di ioni positivi e negativi in aria, e della caduta del potenziale elettrico dell'atmosfera. La radiazione penetrante, determinata da misure di ionizzazione in una camera chiusa, furono effettuate a Milano-Baggio, Stolp, Vadsø, Baia del Re, sulla banchisa e nel mare. Si osservò una diminuzione dell'intensità da Milano alla Baia del Re, con i valori minimi in prossimità del mare e sotto neve. Le misure effettuate in volo mostrarono una dipendenza dell'intensità della radiazione penetrante con la quota a partire dai 300 m, evidenziando così il contributo della radioattività di superficie a bassa quota e confermava l'esistenza di una radiazione penetrante, più dura della radiazione gamma e proveniente dallo spazio, con un assorbimento da parte dell'atmosfera



Figura 4 Alcuni partecipanti alla spedizione polare alla Baia del Re. In Giordana 1933

Figura 5
Ionizzazione
dell'atmosfera misurata
durante il volo
alla Terra di Nicola II.
In Běhounek 1929a, 56



decescente con la quota. L'intensità della radiazione penetrante ad alta quota era compatibile con quella misurata ad altre latitudini.

L'aspiratore di Gerdien, per la misura degli ioni e della conducibilità elettrica, funzionò bene solo durante il terzo volo. Le misure mostrarono che la ionizzazione dell'atmosfera era causata dalla radiazione penetrante, evidenziano un contenuto ionico in media doppio rispetto a quello a latitudini più basse e una conducibilità di poco maggiore e compatibile con i valori misurati da Malmgren a bordo del *Norge*.

Il gradiente di potenziale dell'atmosfera fu misurato durante il viaggio da Milano a Stolp e durante il primo volo sopra le isole Svalbard. I risultati furono di difficile interpretazione poiché l'*Italia* veniva a essere elettricamente carico in funzione del numero di giri del motore e dell'intensità della ventilazione alla superficie del dirigibile. La caduta di potenziale misurata in Artide risultò essere confrontabile con quella misurata sopra l'Europa centrale, con valori in diminuzione con l'altezza raggiunta.

Valori completamente fuori scala furono misurati durante il volo verso Stolp prima che scoppiasse un temporale.



Figura 6
Finn Malmgren e Aldo Pontremoli.
In Giordania 1933

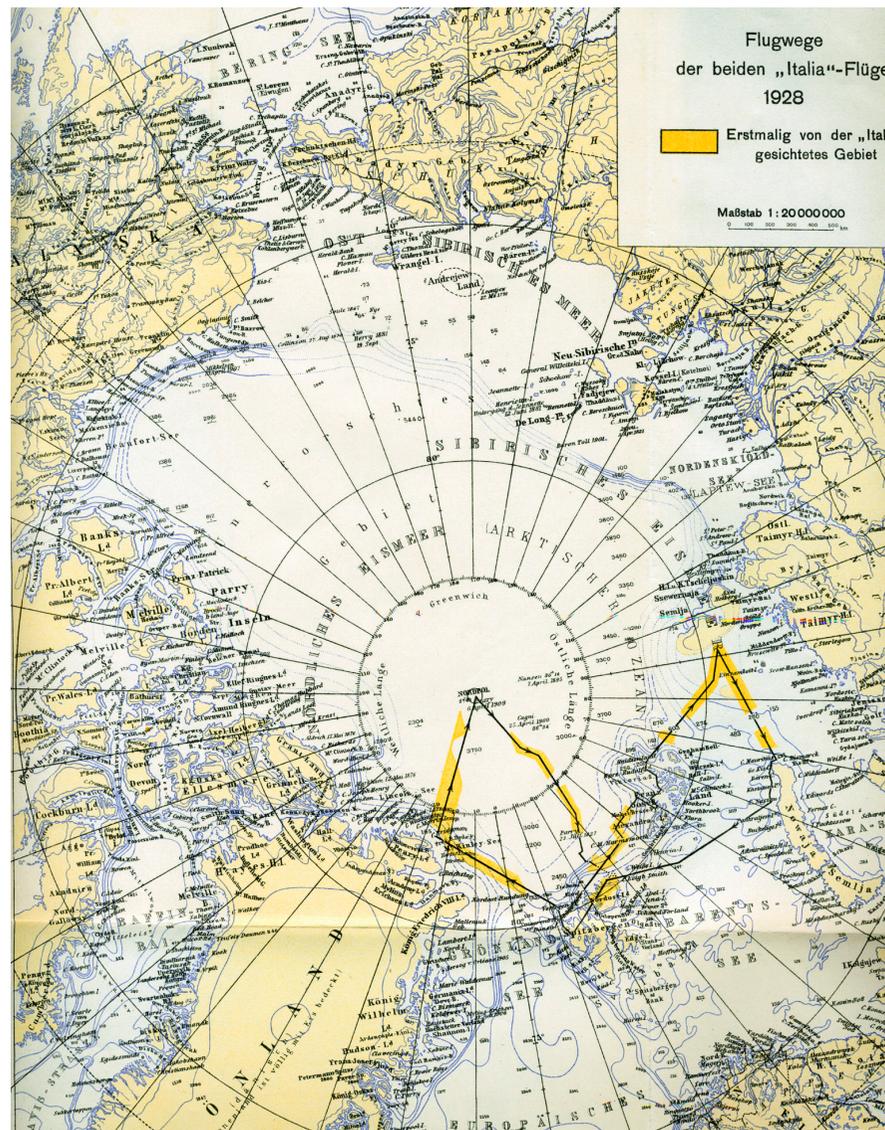


Figura 7
Mappa del secondo
e del terzo volo dell' *Italia*.
In Nobile 1929a

4 Radioattività atmosferica

La radioattività dell'aria veniva ottenuta con la raccolta di atomi radioattivi su lamine di stagno e la successiva misura dell'attività radioattiva al campo-base con il metodo di Rutherford e Geiger. Per ottenere risultati attendibili era necessario ottenere campioni con un'attività di almeno 1.600 particelle alfa al giorno. Le lamine esposte ad altezze sopra i 1.000 m mostravano un'attività molto ridotta a sostegno dell'ipotesi che la radioattività atmosferica fosse originata dalle rocce in superficie.

5 Meteorologia

L'*Italia* era dotato di apparecchi di Goertz per la registrazione automatica della temperatura e dell'umidità atmosferica, tre termometri di precisione di Richter e Wiese, e uno psicrometro di Assmann. Il barometro di Fortin non funzionò a causa delle vibrazioni del dirigibile. Le misure meteorologiche oltre ad essere importanti in sé, permisero di determinare le caratteristiche quantitative della nebbia e delle incrostazioni di ghiaccio sul dirigibile. Malmgren stimò che sul dirigibile immerso nella nebbia a temperature sotto i -5°C si potevano depositare fino a 100 kg di

6 Magnetismo terrestre

Palazzo e Pontremoli progettarono uno strumento a induzione per misurare il campo magnetico terrestre, ma non riuscirono a testarlo per tempo prima della spedizione. Al suo posto fu installata a bordo dell'*Italia* una bussola doppia di Bidlingmaier già utilizzata durante una spedizione antartica. I dati raccolti durante il volo da Milano-Baggio e durante i primi due voli in Artico non furono analizzati a causa delle cattive condizioni di volo e anche per il fatto che non avevano ancora determinato l'influenza

Le lamine esposte in una zona temporalesca tra i 1.500 e i 2.000 m mostrarono un'attività ancora più bassa, dovuta alla possibile mescolanza degli strati d'aria attraversati con strati superiori. Valori bassi furono ottenuti anche dalle lamine esposte sopra il mare, confermando l'origine terrestre degli atomi radioattivi. Per lo stesso motivo si osservarono valori differenti anche tra le lamine esposte sopra terreni coperti o meno da ghiacciai.

ghiaccio in cinque minuti fino a raggiungere 1.000 kg di ghiaccio sulle componenti superficiali in metallo e in legno.

Alla Baia del Re erano disponibili numerosi strumenti (barometri, barografi, termometri, psicrometri, termografi, igrometri, anemoscopi, anemometri, solarimetri, pireliometri) forniti dall'Ufficio centrale di Meteorologia, dall'Ufficio presagi e dallo Stabilimento di Costruzioni Aeronautiche. I dati meteorologici di pressione, temperatura, precipitazione e velocità del vento venivano raccolti tre volte al giorno, alle 9, alle 15 e alle 21.

del magnetismo proprio dell'*Italia* sulla bussola. Le misure migliori furono ottenute durante il volo da Stolp alla Baia del Re.

Per le misure sulla banchisa, da effettuare in meno di quattro ore, Malmgren e Pontremoli portarono a bordo un inclinometro del Department of Terrestrial Magnetism della Carnegie Institution. Dato che durante i tre voli non fu mai possibile scendere sulla banchisa, lo strumento non fu mai utilizzato.

7 Propagazione delle onde radio

L'impianto radiotelegrafico di bordo era composto da una parte trasmittente, un trasmettitore a onde lunghe e uno a onde corte alimentato da un generatore ad alta e bassa tensione con un'antenna di 33 m e una di 100 m, e da una parte ricevente, due ricevitori E266 Telefunken per le onde medie e lunghe e un ricevitore Bunderpt a tre valvole per le onde corte. Il radiogoniometro del tipo Bellini-Tosi si basava sulla ricezione di segnali sulle medie frequenze da una catena di stazioni per determinare la posizione e la direzione di volo. La trasmissione e la ricezione delle onde di 600 m e 900 m funzionò fino alla distanza di 1.600 km dalla Baia del Re, mentre

quella di onde corte di 33 m funzionò perfettamente tanto da poter comunicare direttamente con Roma dalla Terra di Nicola II.

Pontremoli preparò gli strumenti per studiare il comportamento delle onde radio corte in Artide con un metodo visivo, collegando in parallelo alle cuffie all'uscita del ricevitore di bordo un intensimetro con in uscita un amplificatore e un voltmetro indicante la tensione di accensione dei filamenti. Dato che l'impianto radiotelegrafico era costantemente impiegato per la trasmissione di dati meteorologici, vi fu troppo poco tempo a disposizione per le misure sulle onde corte.

8 Gravimetria

Pontremoli progettò e costruì un gravimetro barometrico (Gariboldi 2019) per la misura del campo gravitazionale in volo.

Lo strumento fu portato alla Baia del Re per i test finali che non furono mai completati.

9 Batteriologia

Le misure del contenuto batterico dell'aria vennero effettuate facendo filtrare l'aria polare attraverso lana di amianto, un materiale facilmente sterilizzabile, in provette di vetro chiuse ermeticamente. Le provette venivano lanciate dall'*Italia* causando la rottura di una delle estremità permettendo l'ingresso dell'aria. Le provette recuperate venivano poi inserite in contenitori sterili.

Le provette usate a bordo dell'*Italia* furono raccolte da Pontremoli e Nobile, mentre quelle usate alla Baia del Re furono raccolte dal solo Nobile. Tutte furono inviate in Italia dove furono analizzate da Nobile stesso all'Istituto di Igiene della Regia Università di Padova. In nessuna provetta furono trovati batteri al microscopio. L'aria polare venne considerata sterile oppure con forme di vita invisibili o incoltivabili all'interno delle provette usate.

Tabelle 3: Von Königs-Bucht nach Nordland (Nikolaus-II.-Land)

Nr.	Zeit G. m. T.	Seehöhe m	Stellung		I	Radium- Eman. 10^{-19} Curie ecm	Temperatur °C	Feuchtigkeit vH	Bemerkungen
			Breite	Länge					
1.	15. Mai 12,30	—	78° 55'	12° O	3,9	—	+ 0,8	72	Gemessen in der Luftschiff- halle der Königs-Bucht
2.	14,30	640	79° 40'	10° 47'	4,3	16	— 1,7	(60)	Über dem offenen Meer, nahe Spitzbergenküste
3.	16,30	750	80° 16'	17° 33'	4,5	18	— 3,3	77	Über dem offenen Meer, nahe Spitzbergenküste
4.	18,30	500	80° 43'	23° 50'	4,1	4	—	—	Über Packeis, von 17,25 an
5.	20,30	225	81° 03'	30° 26'	3,9	< 1	— 7,1	92	Über Packeis
6.	22,30	275	81° 18'	36° 55'	4,3	< 1	— 10,1	86	„ „
7.	16. Mai 0,30	325	81° 27'	41° 16'	4,2	< 1	— 13,0	90	Über Packeis, nahe Franz- Josefs-Land
8.	2,30	500	80° 56'	47° 32'	4,7	< 1	— 16,3	89	Über Packeis, nahe Franz- Josefs-Land
9.	5,00	500	81° 19'	52° 09'	4,7	< 1	— 14,1	90	Über Packeis, nahe Franz- Josefs-Land
10.	7,30	425	81° 52'	56° 16'	4,2	4	— 13,4	62	Offn. Meer u. Treibeis v. 6.43 bis 10.00 nahe Franz-Jo- sefs-Land
11.	10,00	325	82° 0'	62° 5'	3,8	< 2	— 14,2	36	Über Packeis
12.	13,00	275	81° 28'	70° 0'	4,4	< 1	— 17,9	92	„ „
13.	15,30	325	80° 40'	77° 6'	4,1	< 1	— 17,7	90	„ „
14.	17,30	400	79° 56'	82° 26'	4,2	2	— 16,8	94	„ „
15.	20,30	375	79° 26'	87° 52'	4,4	2	— 15,7	93	„ „
16.	23,30	450	79° 10'	90° 30'	4,5	6	— 12,9	94	Offenes Meer und Treibeis
17.	17. Mai 1,30	525	78° 21'	81° 5'	4,3	2	— 13,9	96	Über Packeis
18.	3,30	450	77° 13'	72° 30'	4,5	2	— 13,7	95	„ „
19.	5,30	600	76° 38'	66° 45'	4,3	12	— 16,9	90	Über Nowaja Semlja
20.	7,30	1400	76° 32'	62° 52'	5,7	8	— 17,0	88	„ „ „
21.	9,30	600	76° 39'	59° 18'	3,9	3	— 16,8	90	Über Packeis v. 8,35
22.	11,30	450	77° 02'	56° 91'	3,7	5	— 11,9	87	Offenes Meer mit Treibeis
23.	13,30	525	77° 25'	53° 0'	4,3	< 1	— 12,1	—	Über den Wolken
24.	15,30	825	77° 48'	49° 50'	5,2	< 1	— 12,8	—	Über Packeis
25.	17,30	375	78° 11'	46° 42'	3,9	< 1	— 11,8	—	„ „
26.	19,30	350	78° 34'	43° 32'	4,3	< 1	— 14,9	96	Hohe Wolken
27.	21,30	350	78° 57'	39° 33'	4,0	< 1	— 13,9	91	Nebel, off. Meer mit Treibeis
28.	24,00	300	79° 26'	35° 11'	4,3	9	— 9,0	97	Hohe Wolken, offenes Meer mit Treibeis
29.	18. Mai 2,30	400	79° 57'	30° 40'	4,9	6	— 6,3	97	Offenes Meer mit Treibeis
30.	4,30	1000	80° 15'	28° 23'	5,7	12	— 9,9	58	Über Land Spitzbergen, von 3,55—5,05

Anm.: Alle in dieser Tabelle enthaltenen Messungen wurden ausgeführt durch A. Pontremoli u. F. Malmgren.

Figura 8
Radioattività dell'atmosfera misurata
durante il volo dalla Baia del Re
alla Terra di Nicola II. In Bèhounek 1929a, 61

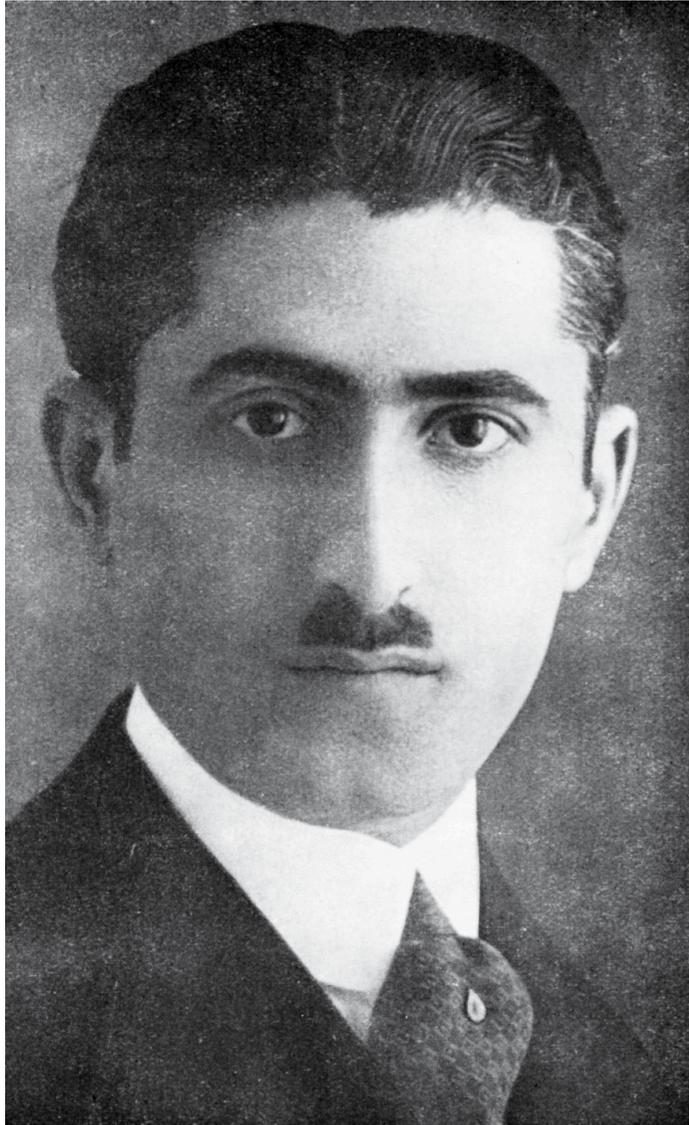


Figura 9
Aldo Pontremoli. In Giordana 1933

10 Oceanografia

Il principale obiettivo oceanografico della spedizione era scandagliare il fondale per trovare eventuali terre sottomarine in prossimità del Polo nord per vedere se i mari profondi al largo dell'Alaska e della Groenlandia fossero collegati ai mari profondi a nord degli arcipelaghi artici europei o separati da questi da una catena sottomarina. Gli scandagli per le misure dovevano essere utilizzati da dirigibile il più possibile fermo. I lanci degli scandagli e le misure di profondità oceanica furono effettuate da Nobile che aveva progettato le misure con Nansen, Defant (direttore dell'Istituto di oceanografia di Berlino) e Wurst. Nobile utilizzò uno scandaglio acustico della Behm Echolot Fabrik e uno scandaglio a filo. Lo scandaglio acustico della Behm Echolot Fabrik misurava il tempo tra l'esplosione innescata pochi metri sotto la superficie marina e il tempo di ricezione dell'onda sonora riflessa dal fondale da parte di un microfono immerso. Lo scandaglio acustico fu testato da Malmgren a bordo di una nave con ottimi risultati.

Lo scandaglio a filo era uno strumento non recuperabile, consistente in un peso di piombo collegato a una fune di acciaio lunga 5.000 m che veniva calato dal dirigibile fermo a una quota di 70 m. A causa delle condizioni atmosferiche e per carenza di superfici marine libere sufficientemente estese furono usati pochi scandagli a filo.

Per prelevare i campioni di acqua marina furono usati sei tubi cilindrici in ebanite e due boccette in elektron della Marx & Berndt di Berlino. Gli strumenti furono testati da Malmgren che preparò al campo-base un laboratorio per analizzare i campioni raccolti per lo studio di varie componenti chimiche neutre e ioniche in soluzione.

Per lo studio del plancton furono portate reti apposite preparate da Issel dell'Istituto di Zoologia della Regia Università di Genova. Ulteriori studi su alghe e diatomee furono riportati solo nella traduzione italiana dei risultati scientifici della spedizione (Nobile 1938).

TELEGRAMMA IN ARRIVO (in chiaro)

SOCIETA' GEOGRAFICA ITALIANA
000060
ARCHIVIO SOCIALE

MINISTERO DELLA MARINA

Protocollo Telegrafico	PROVENIENZA	NUMERO	PAROLE	GIORNO E MESE	ORE
20706	ITALIA	1539	47	Presen. 24.5.28	I.=
				Ricev. ID	3.35

BALBO SIRIANNI R O M A

Alle ore zero venti del 24 maggio siamo giunti al Polo stop Alle una et
venti vi abbiamo lasciato cadere la Bandiera Nazionale alle ore una et
trenta la Croce riprendiamo ora la via del ritorno comunicherò più tardi
la rotta che seguirò . =

N O B I L E

SOCIETA' GEOGRAFICA ITALIANA
Protecolata il 24-5-1928
N. 2699 Carog. VI
Serie C

Comunicato col n°3607 bis Presidenza Consiglio
" " Ministero Esteri
" " S.E.Gen.Cittadini
" " Società Geografica
" " Stab.Costruz.Aeron.
" 3611 " Agenzia Stefani

Telegrafato al Podestà di Milano

Figura 1 ASSGI, Fondo Amministrativo, b. 83A, fasc. 3, cartella 60. Telegramma che comunica l'arrivo del dirigibile *Italia* al Polo nord alle ore zero venti del 24 maggio