

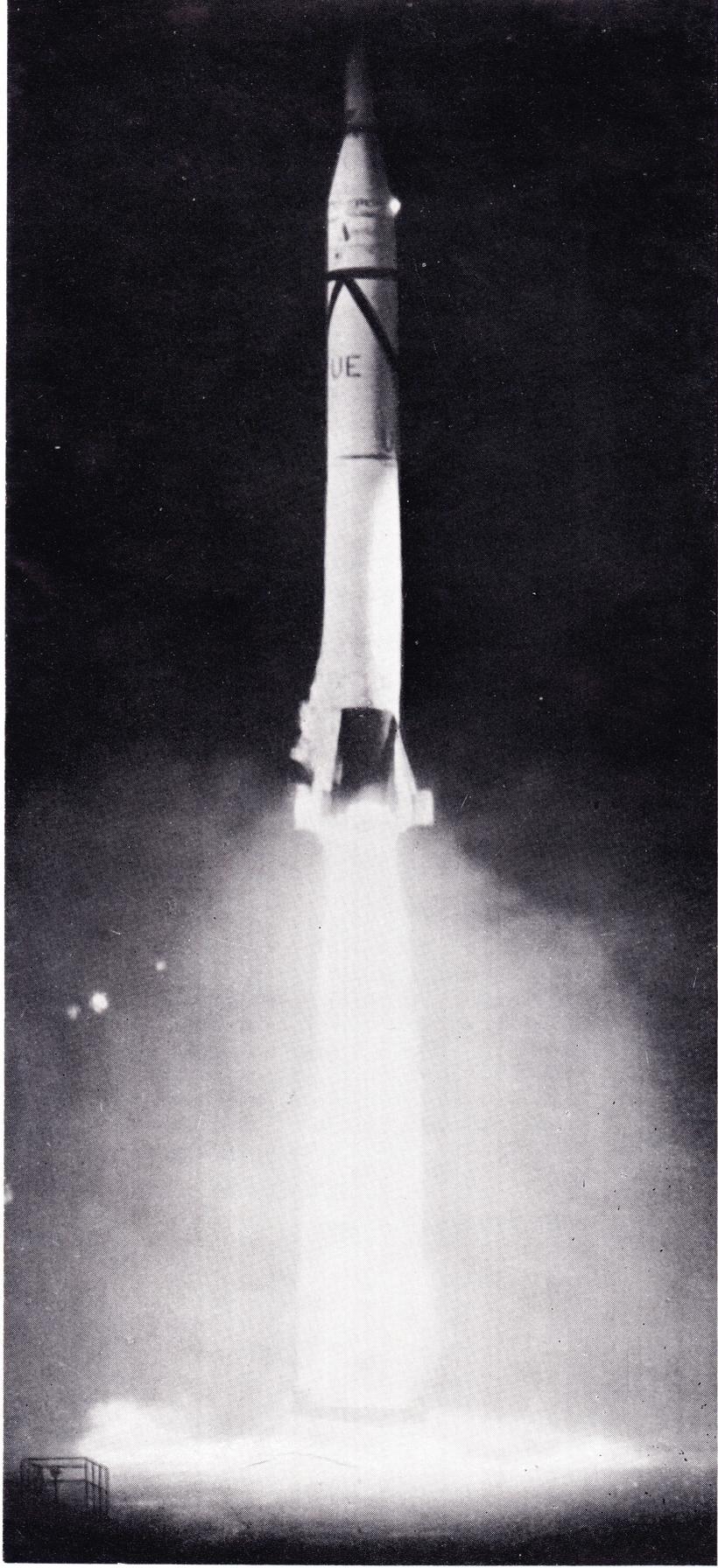
Primo

**Abbiamo chiesto a un astro-
nomo, il professor Francesco
Zagar, direttore del milane-
se Osservatorio di Brera, di
documentare i nostri lettori
sui primi e più appariscenti
risultati dell'Anno Geofisico.**

Scientiati e tecnici di sessan-
tasei nazioni si sono uniti
in una collaborazione orga-
nizzata per un'impresa senza
precedenti nella storia per l'im-
piego di uomini e mezzi, per i
programmi di lavoro e per le
mete prefisse, con lo scopo preci-
puo di studiare tutti i fenomeni
fisici sul globo terrestre, le loro
reciproche relazioni e le loro ri-
percussioni sulle manifestazioni
civili e sociali. L'impresa fa se-
guito a due altre analoghe ma
in scala molto minore, la prima
dell'anno 1882, la seconda del
1932 a cinquant'anni di distan-
za, conosciute sotto il nome di
"Anno polare internazionale",
nelle quali alcune nazioni si era-
no accordate per un'esplorazione
intensa delle regioni polari arti-
che durante un intero anno, or-
ganizzando a tale scopo spedi-
zioni scientifiche e installando
nelle regioni stesse appositi po-
sti fissi per l'osservazione dei fe-
nomeni più importanti.

Le esperienze e i risultati rac-

**Il lancio dello "Jupiter C", il mis-
sile che ha portato in orbita il ter-
zo satellite artificiale statunitense.
Il satellite è attrezzato per speciali
registrazioni di fenomeni spaziali.**



bilancio dell'Anno Geofisico

colti nei due distinti "Anni polari" e lo sviluppo notevole delle discipline geografiche, fecero sentire presto la necessità di un terzo "Anno polare". L'importanza e lo sviluppo enorme delle radiocomunicazioni, le cognizioni nuove nel campo dei raggi cosmici e delle radiazioni nucleari, soprattutto l'accresciuto interesse per i fenomeni solari e la loro influenza diretta e indiretta sulla Terra, invogliarono a una sollecita ripresa delle osservazioni e degli studi intensificati di tutte le branche della geofisica. L'occasione di un massimo dell'attività solare, atteso per la fine del 1957, portò alla ripetizione dell'"Anno polare" dopo appena un quarto di secolo dal precedente. Oltre che alle discipline della geofisica, che nelle precedenti operazioni non erano state considerate e a quelle dell'eliofisica, furono comprese tutte le regioni del globo terrestre, giustificando così, inoltre, l'inclusione di programmi di astronomia geodetica. La durata delle operazioni poi fu portata a diciotto mesi, dal primo luglio 1957 al 31 dicembre del '58. Ai preparativi, iniziati già nel '51, parteciparono una cinquantina di nazioni, salite in seguito, nella fase operativa, al cospicuo numero di 66, con un totale di circa duemila tra stazioni fisse e stazioni occasionali di osservazione, sparse su tutta la superficie terrestre e 30 mila circa tra scienziati, tecnici, operatori, calcolatori e ausiliari. L'estensione a tutta la Terra e la partecipazione organizzata di uomini di tutte le parti del mondo, giustificò il cambiamento della denominazione in "Anno Geofisico internazionale" (A.G.I.).

★

Il programma definitivo prevedeva quindici gruppi di lavoro, uno per ogni particolare disciplina della geofisica o per un particolare ufficio connesso all'impresa generale. Due di questi si occupano di questioni organizzative, un terzo dei razzi e dei satelliti artificiali di cui l'A.G.I. si serve per la raccolta dei dati di osservazione a grandi altezze. Degli altri esporremo succintamente e carattere e scopi.

Cominciamo dalla meteorologia. Si può dire che questa disciplina ha influenze in ogni campo dell'attività umana. Così, lo studio di tutto quanto ha attinenza con essa, specie ciò che si attiene alle previsioni a breve e a lunga scadenza, e alla possibilità di utilizzare nuove conoscenze a vantaggio di tante attività dell'uomo, è di somma importanza per la nostra vita quotidiana. I dati di osservazione occorrenti sono molti: dalla misura della temperatura e della pressione barometrica al suolo e a diverse altezze, fino alle massime raggiungibili, alle misure dell'umidità e delle precipitazioni, a quelle del vento, delle correnti e delle turbolenze atmosferiche, a quelle della trasparenza e del contenuto di ozono; infine alle misure delle radiazioni solari, specie quella, importantissima, ultravioletta.

Le osservazioni sono fatte dalle stazioni fisse a terra e attraverso palloni sonda. Questi portano a varie altezze una navicella piena di strumenti che registrano gli elementi meteorologici che abbiamo elencati, e altri che trasmettono via radio i dati rilevati immediatamente e in continuità a terra, così da poter essere subito utilizzati per la formazione delle carte sinottiche della situazione meteorologica di intere regioni. Oltre a questi mezzi, che arrivano al massimo a 40 km di altezza, servono più efficacemente allo scopo razzi e satelliti artificiali non troppo alti, in quanto portano gli strumenti ad altezze assai maggiori. Possono facilmente raggiungere i limiti dell'atmosfera a circa 1000 km di altezza così come uscire del tutto dall'atmosfera. Un immenso materiale di osservazione si accumula in tal modo, giorno per giorno, nei posti fissi e mobili sugli Oceani, nei laboratori specializzati e negli uffici centrali di raccolta; l'elaborazione attualmente viene fatta solo in via provvisoria, per scopi immediati, in seguito però servirà per studi statistici e generali su scala mondiale: si potrà attuare in forma definitiva a impresa ultimata, e durerà lunghi anni.

Le radiosonde vengono lanciate in giorni normali una o due volte al giorno, nei giorni mondiali quattro volte e più. I razzi sono assai più



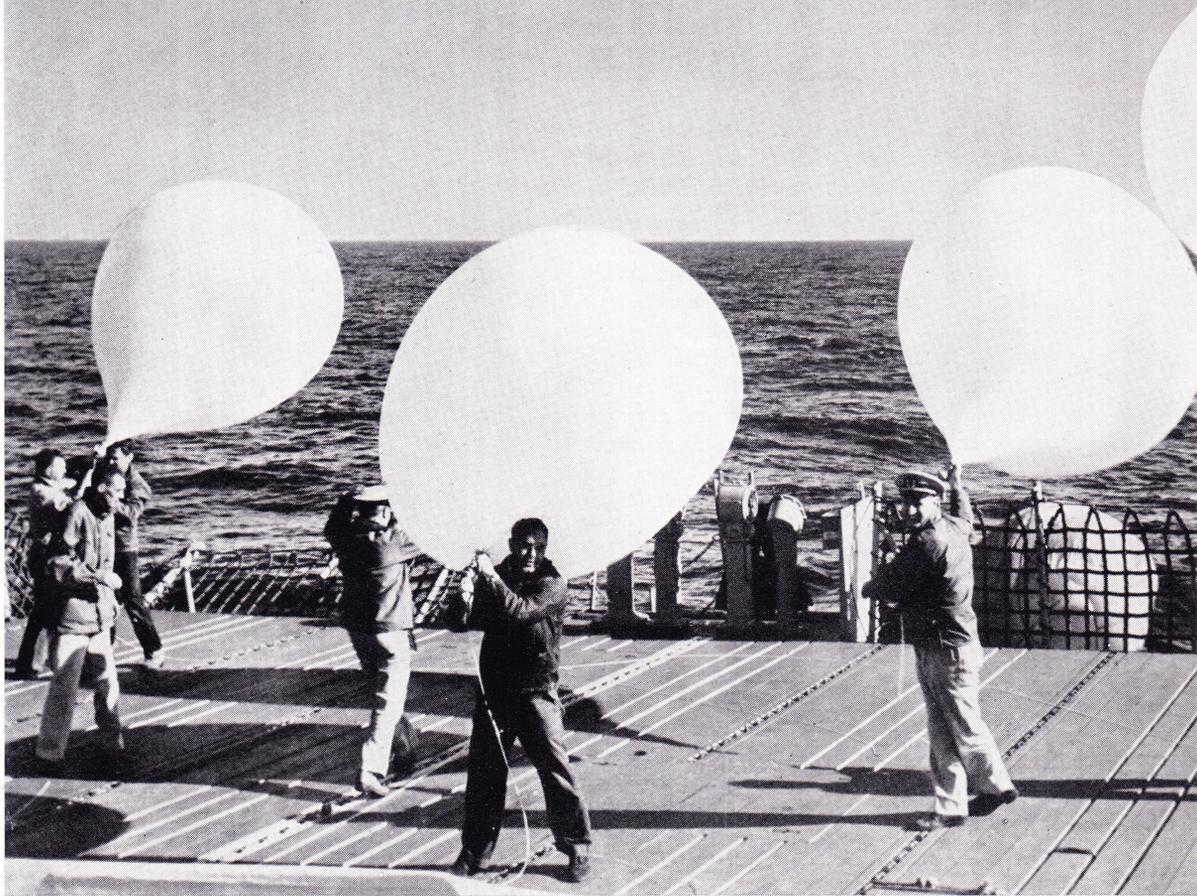
Uno dei centri di osservazione e di rilevamento impiantati dalla spedizione americana nell'Antartico.

rari; il costo loro è per la maggior parte dei partecipanti proibitivo, non solo, si tratta di strumenti non di dominio pubblico, essendo quasi ovunque in mano dei militari. Sta il fatto però che la quantità di dati registrati e inviati a terra da un satellite artificiale è immensamente maggiore e più importante; mentre la radiosonda (e anche il razzo semplice) esplora soltanto una zona molto ristretta dell'atmosfera e ha inoltre una vita assai breve, il satellite può spaziare praticamente su tutta la Terra, non solo, ma gode di una vita lunga, che può essere di settimane o mesi se essa si muove negli strati medi dell'atmosfera, di mesi o di anni quando agisca negli strati più alti, ed è praticamente illimitata se il satellite si tiene fuori dell'atmosfera.

Più di 500 stazioni prendono parte a questa campagna per la meteorologia; una cinquantina sono italiane. L'Italia ha, in questo campo, una importanza particolare, dovuta alla sua posizio-

ne nel Mediterraneo, e non ha tralasciato alcuno sforzo possibile perchè la partecipazione sia totale ed efficace. Sappiamo che sono state effettuate osservazioni aerologiche con palloni sonda (in 6 stazioni), osservazioni sinottiche (16 stazioni a terra e 45 navi), osservazioni della radiazione solare (in tutte le stazioni), misure dell'ozono (4), del vapore acqueo (3), dell'elettricità atmosferica (7), della chimica dell'atmosfera (11) e delle precipitazioni (5), infine misure dei nuclei di condensazione (10).

Tra i risultati finora messi in luce, i più interessanti sono quelli sulla temperatura della regione antartica, che ha senza dubbio una notevole influenza su tutto l'andamento meteorologico del globo. Si è osservato che la oscillazione annua della temperatura è di 50°-60° C nella stratosfera, di 20°-40° C alla superficie e di soli 10° C nella troposfera (la fascia aerea più prossima alla terra). Durante la notte invernale,



Lancio di palloni sonda per rilevare i dati meteorologici. Gli strumenti sono contenuti in una navicella.

la temperatura della troposfera diminuisce lievemente, quella della stratosfera invece cala di $1/4^\circ$ al giorno: la diversità è dovuta a correnti aeree che possono essere studiate e che condizionano la situazione meteorologica della regione. Alle esplorazioni nelle zone artiche e antartiche, che sono tra le più costose e difficili imprese per l'Anno Geofisico, partecipano al momento dodici nazioni. Le stazioni sono in parte fisse, parte con stazioni installate su navi.

*

Passiamo a parlare dell'attività solare. La maggior parte dei fenomeni geofisici, si sa, dipende dall'attività del Sole: questo è quindi, senza alcun dubbio, uno dei campi più importanti e impegnativi dell'Anno Geofisico. Il Sole, questo gigantesco globo gassoso ad altissima temperatura, emette costantemente nello spazio, e in enorme quantità, radiazioni di tutte le lunghez-

ze. La sua superficie però non è calma come potrebbe sembrare; al contrario essa è continuamente sconvolta da violenti fenomeni che producono quelle che chiamiamo macchie, eruzioni, protuberanze e altre interessanti apparizioni. Le prime sono costituite da enormi vortici dai quali esce, in gran copia, la materia degli strati immediatamente sottostanti la superficie, per propagarsi con grande velocità nello spazio quali flussi corpuscolari carichi elettricamente: essi arrivano sulla Terra dopo circa 27 ore e producono le tempeste magnetiche e le aurore di cui più avanti parleremo. Quanto alle seconde, si tratta di vere esplosioni, che causano emissioni violente di radiazioni, specialmente a onde corte e cortissime, le quali dopo otto minuti investono la Terra recando disturbi alle trasmissioni radio a onde corte. Le protuberanze a loro volta sono costituite da lanci di materia e radiazioni, ben visibili al bordo del

Questo è il radio telescopio del Laboratorio di ricerche navali che gli Stati Uniti hanno costruito a Maryland Point. È tra i più grandi del mondo. Serve per captare i suoni dalle profondità dello spazio.

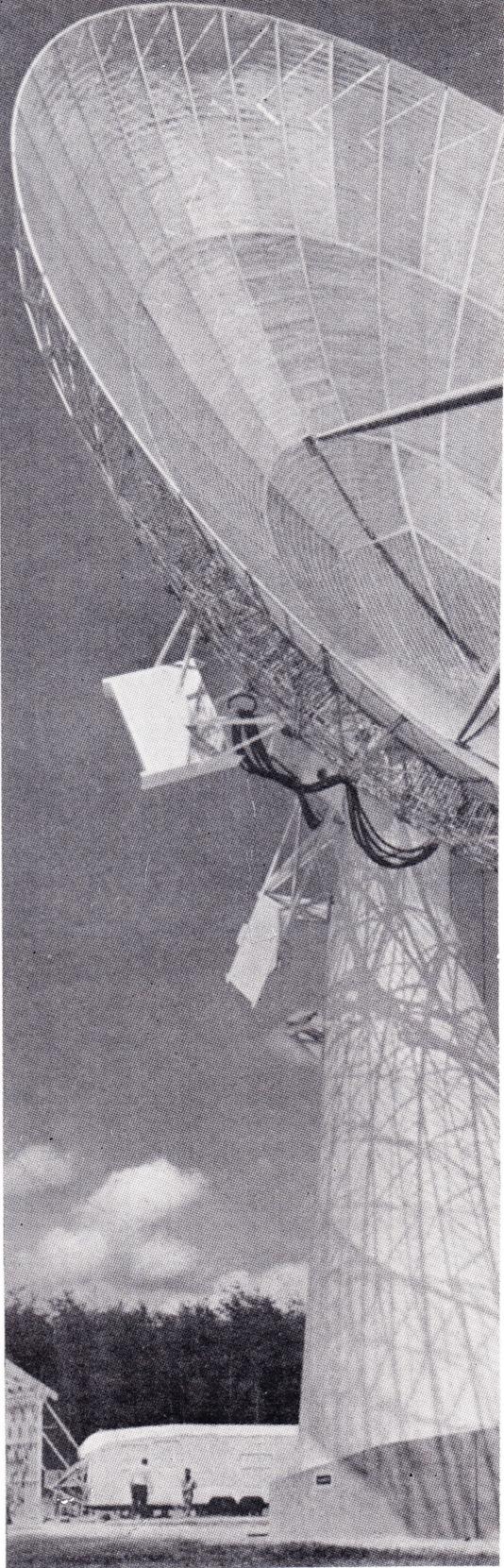
Sole. Questo complesso di fenomeni, formante la parte principale dell'attività solare, ha un andamento periodico undecennale: nel senso, che tutti i fenomeni ora descritti vanno aumentando per un certo tempo fino a un massimo d'intensità e frequenza, per poi diminuire gradatamente fino ad un minimo, e riprendere il ciclo. I massimi del passato più prossimo, sono stati quelli del 1936 e 1947; quello attuale ha raggiunto l'apice pressappoco all'inizio del '58.

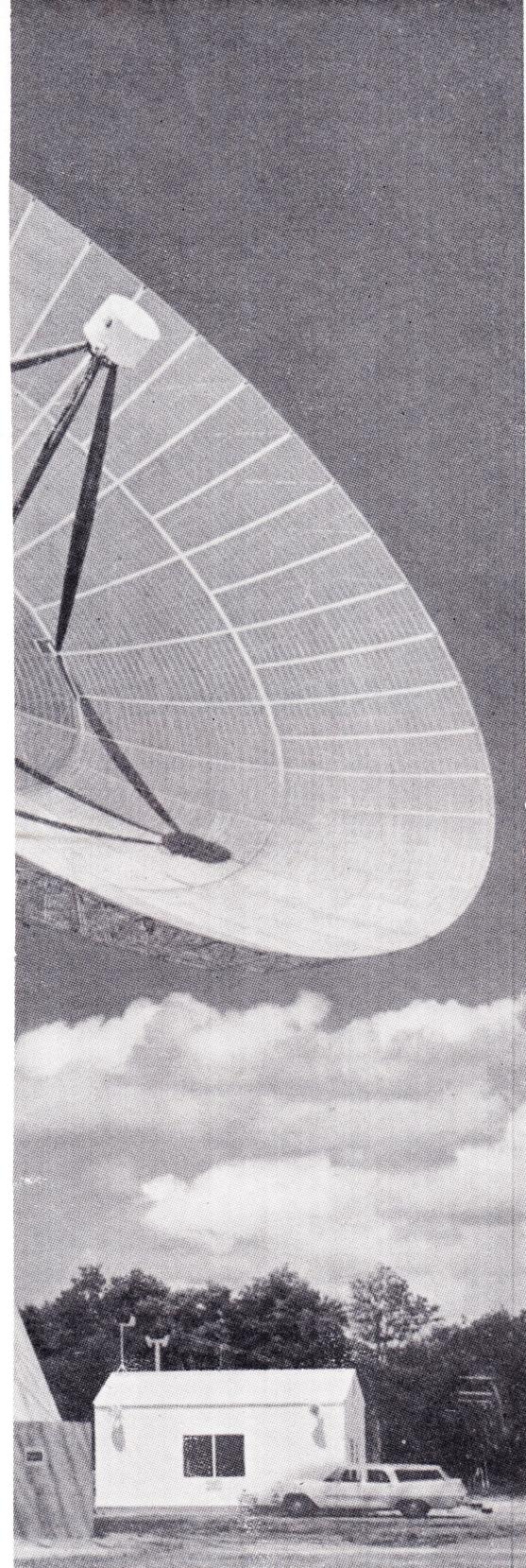
Le osservazioni solari che si fanno per l'Anno Geofisico riguardano anzitutto la superficie più esterna del Sole, la fotosfera cioè, che viene osservata visualmente e fotograficamente pressochè in continuità. Poi le macchie solari, delle quali si determina la posizione (variabile sul disco col tempo), il numero, la forma, il tipo e l'evoluzione. Quindi le protuberanze, che si studiano con lo spettroscopio o con filtri speciali. Lo strato più basso dell'atmosfera solare, o cromosfera, viene studiato con filtri monocromatici. Ancora: i brillamenti, o zone di grande luminosità originate dalle eruzioni, consistenti in emissioni di grandi quantità di luce normale e ultravioletta, di particolare efficacia per i fenomeni solariterrestri, specie per la genesi degli strati di ozono a circa 24 chilometri di altezza e di quelli della ionosfera. L'osservazione diretta della radiazione ultravioletta del Sole non è possibile da terra; con le radiosonde e, meglio ancora, con i razzi o i satelliti, è invece relativamente facile ottenere informazioni precise.

Non meno di una sessantina di Osservatori eliofisici e astronomici, quattro dei quali italiani, sono impegnati in questo gruppo di lavoro: tutti attrezzati per l'osservazione visuale, fotografica, cinematografica e spettroscopica del Sole, una ventina anche per l'ascolto col radiotelescopio.

★

Tra i fenomeni strettamente legati all'attività solare, sono le aurore polari, apparizioni luminose nel cielo notturno, visibili nella loro intera bellezza quasi esclusivamente nelle regioni polari. Le aurore polari dunque vengono registrate pressochè in continuità per mezzo di oltre cento camere fotografiche a grandissimo campo, le quali riprendono l'intera calotta celeste ogni cinque minuti, o addirittura ogni minuto nelle ore notturne, migliaia di Osservatori visuali a terra, sul mare e in aria le seguono attentamente.





Infine sono studiate con apparecchi fotometrici e spettrografici e persino col radar. Si è trovato così che le aurore a volte si trovano assai basse, anche sotto ai 30 chilometri, inoltre si è assodato che le aurore esterne sono accompagnate da ampi "temporali magnetici e ionosferici" con disturbi nelle radiotrasmissioni, e talvolta anche da mutamenti nei flussi di raggi cosmici.

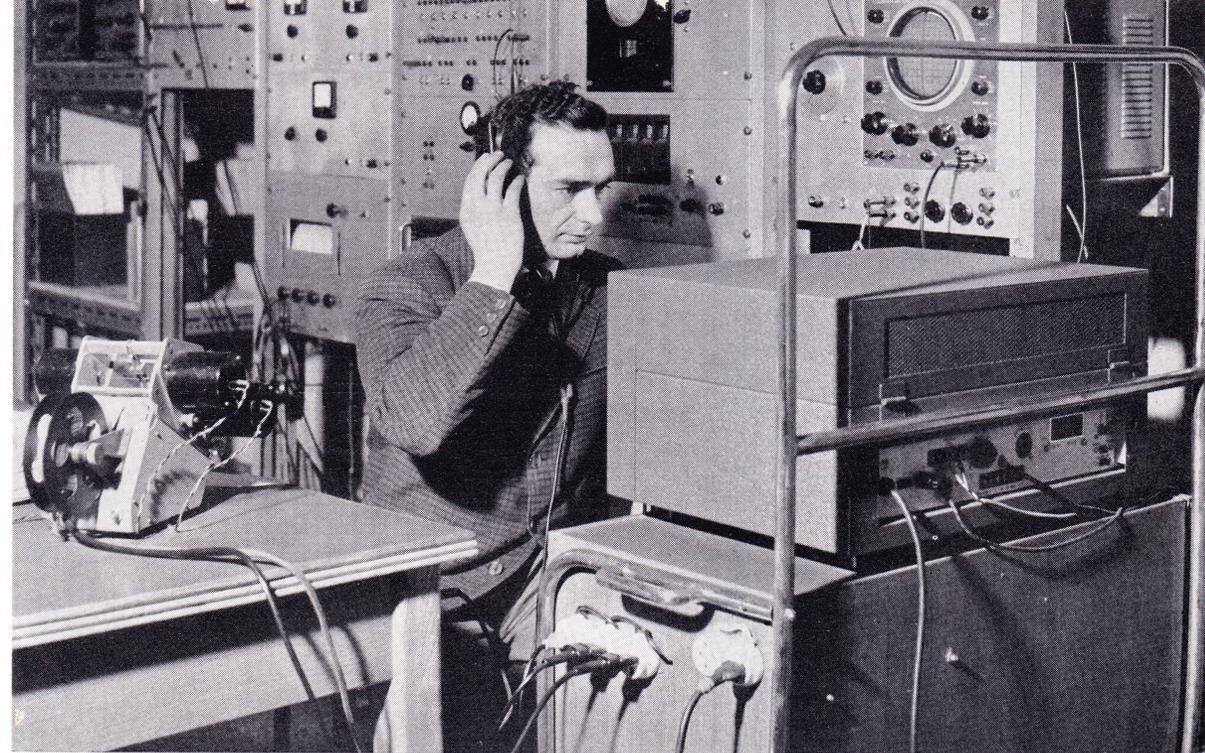
Le osservazioni compiute fin qui per l'Anno Geofisico hanno fruttato una massa considerevole di dati. Soltanto nel settembre del '58 sono state registrate, e osservate in tutti i dettagli, 25 aurore, la più parte da Osservatori australiani. Molte aurore, cinematoграфate nell'inverno passato, saranno di grande ausilio nello studio dei problemi fisici di questi fenomeni.

Strettamente collegati con l'attività solare sono pure i fenomeni ionosferici. La ionosfera si compone di vari strati più o meno separati a grandi altezze (100, 200 e 300 chilometri), ed essendo capace di riflettere le onde radio, ha un'importanza enorme rispetto a tutti i fenomeni elettrici nell'atmosfera, in particolare per le radiocomunicazioni. Lo studio viene fatto principalmente con i sondaggi verticali: col lancio cioè di radiosegnali e con la registrazione del ritorno degli stessi, oltrechè con l'osservazione delle meteore e altri processi. Un centinaio di stazioni, tra cui quattro italiane, partecipano ai due gruppi di lavoro ora menzionati.

★

E veniamo ai raggi cosmici e alle radiazioni nucleari. I raggi cosmici sono di natura assai complessa e sotto tanti riguardi ancora misteriosa. Provengono direttamente dal Sole o dagli astri più lontani o, più in generale, dallo spazio cosmico; penetrano con fortissima velocità ed energia nell'atmosfera e mentre alcuni arrivano al suolo, altri penetrano addirittura nelle acque dei mari e nella crosta terrestre, a varie profondità. Per l'Anno Geofisico interessano in particolare i raggi cosmici provenienti dal Sole, e lo studio relativo viene effettuato con i contatori di Geiger, camere di ionizzazione e telescopi a scintillazione.

Le radiazioni nucleari, derivano in parte da processi naturali, in parte da azioni esterne; si trovano nell'aria e nell'acqua piovana, in misura lieve nel suolo, nelle acque, nelle piante e nelle vivande. Anch'esse sono rivelate dai tubi di Geiger e da registratori sensibilissimi. Mentre i raggi cosmici variano la loro intensità e le loro altre proprietà per l'intervento di fenomeni naturali, in particolare dipendono dall'attività so-



Milano, Osservatorio di Brera: complesso elettronico per il controllo degli orologi a quarzo. L'apparecchio è utilizzato nelle operazioni di longitudini e di latitudini dell'Anno Geofisico internazionale.

lare, la radioattività può essere fortemente influenzata da avvenimenti artificiali di grande potenza, come lo scoppio di bombe atomiche e l'attività delle centrali atomiche. Si tratta in ambedue i casi di fenomeni fisici collegati intimamente non solo ad altri importanti processi micro fisici, ma anche ai processi biologici, e quindi — come s'è detto — di importanza tutta speciale. Le osservazioni per l'Anno Geofisico riguardano principalmente la radioattività dell'aria (o meglio del pulviscolo dell'aria) e della pioggia, e le relazioni tra queste e la meteorologia.

I raggi cosmici sono studiati da circa duecento stazioni (tre italiane), la radioattività da un centinaio e più. Undici di queste sono italiane.

I risultati del primo anno, quelli del Giappone in modo particolare, hanno confermato la corrispondenza tra punte massime di attività ed esplosioni nucleari e, inoltre, la tendenza (risultata tanto dalle osservazioni della pioggia quanto da quelle dell'aria) a un aumento della radioattività artificiale media. Altri risultati interessanti riguardano i movimenti e le correnti stratosferiche e troposferiche delle cosiddette nubi radioattive, — correnti con tendenza in generale da occidente a oriente (in qualche caso

però si è notato un cammino tortuoso, come il giro intorno alle isole Filippine o in vicinanza di esse di una nube proveniente dal Pacifico) — cosicchè per un anormale incremento della radioattività, che si verifica in un certo punto della Terra, può essere previsto il cammino delle nubi radioattive. Tanto meglio se si conosce il punto e l'ora dell'esplosione, oppure se si può misurare il decadimento dell'attività. La velocità con cui si spostano queste nubi dipende da vari fattori: in media, e molto grossolanamente, si può dire che si muovono con circa 1000 km al giorno. Infine, le esplorazioni spaziali hanno scoperto intorno alla Terra una vasta regione dotata di una radioattività pericolosa.

*

Oceanografia. La Terra è coperta per il settanta per cento dagli oceani: benchè lungo le coste svariati problemi di oceanografia siano studiati da Laboratori e Osservatori, moltissime zone sono ancora inesplorate, e parecchio rimane da fare. A parte le stazioni costiere e quelle su isole lontane, sono in corso, per l'Anno Geofisico, varie spedizioni con navi apposite. Si effettuano prelievi di acque alle varie profondità per lo studio

Nella pagina accanto riproduciamo uno strumento dei passaggi stellari che si può vedere nell'Osservatorio di Brera, in Milano. Serve esso pure per osservare le operazioni di longitudine e latitudine.

di tutte le proprietà fisiche, compresa la radioattività; si studia la conformazione del fondo per mezzo di sondaggi acustici, la generazione e la propagazione delle onde e delle oscillazioni del mare a lungo periodo, lo scambio di calore tra acqua e aria, infine, tutti i problemi interessanti la biologia. A questo lavoro hanno atteso una cinquantina di stazioni costiere fisse e molte altre mobili, adattate su piroscafi di linea sugli Oceani e piroscafi espressamente adibiti. L'Italia vi ha contribuito in larga misura, impegnando una ventina di stazioni a terra e tre navi della Marina militare per varie crociere nel Tirreno. Le operazioni hanno rivelato tre principali controcorrenti marine: una sotto la corrente del Golfo nell'Atlantico, una seconda sotto quella equatoriale del Pacifico, la terza nel Pacifico a circa 320 chilometri a nord dell'equatore. Inoltre, è stata scoperta una vasta zona ricca di minerali, sul fondo del Pacifico sudorientale, da cui potranno essere estratte notevoli quantità di manganese, ferro, cobalto e rame.

Dall'inizio dell'Anno Geofisico, uffici centrali e nazionali hanno effettuato un intenso lavoro di raccolta e di diffusione di dati fra tutti i partecipanti. Scaduto il primo anno, si è tenuto a Mosca un Convegno Internazionale, nel corso del quale sono stati discussi a fondo tutti i problemi. Dopo una disamina dei risultati raggiunti, il Convegno ha gettato le basi per la continuazione delle operazioni per un altro anno ancora, sotto il nome di "Cooperazione geofisica internazionale". Il nome cela, oltre tutto, la speranza che si arrivi a un servizio permanente: ciò che costituirebbe un inestimabile vantaggio per le scienze geofisiche e per tutte le manifestazioni sulla Terra. Intanto, al proseguimento dei lavori ha aderito anche la Commissione italiana per l'Anno Geofisico. È tempo ora di sottolineare l'imponenza di questa im-

presa mondiale. Se ne potrà avere un'idea considerando che già alla fine del '58 erano stati pubblicati sull'A.I.G. (secondo una bibliografia provvisoria edita dalla Segreteria Generale) oltre duemila articoli, opuscoli e libri: a parte i rapporti e le relazioni a carattere periodico.

Questo rapido inventario fa presagire che i risultati finali saranno senza dubbio grandiosi, degni del nobile sforzo che ha legato, in una fraterna opera di pace, sessantasei nazioni. Ne riceveranno indubbi vantaggi, oltre alla scienza pura, che allargherà notevolmente le proprie conoscenze, anche l'agricoltura, la navigazione marittima e aerea, le telecomunicazioni, le previsioni meteorologiche, la climatologia, tutte le attività che sfruttano le forze naturali della Terra, le fonti di produttività degli Oceani e le energie nuove che si scopriranno. E certo l'Anno Geofisico passerà alla storia, simbolo di una intesa pacifica e feconda fra tutti i popoli della Terra.

FRANCESCO ZAGAR

Foto Farabola.

