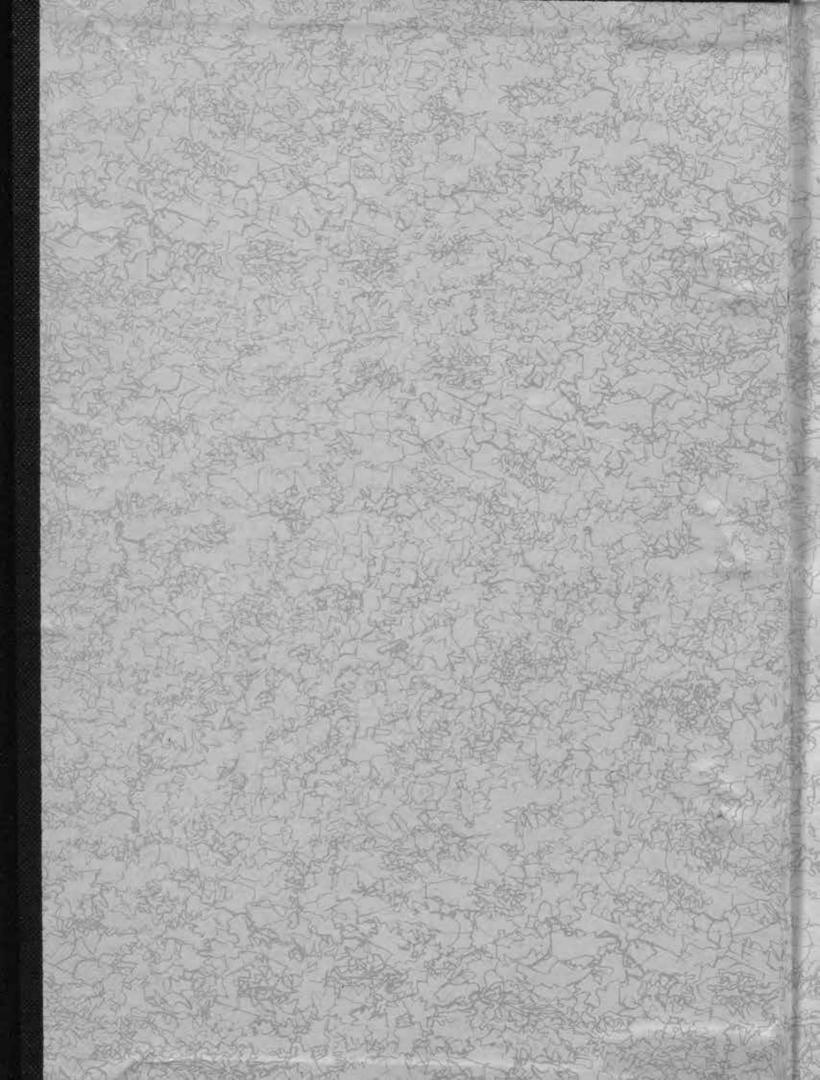
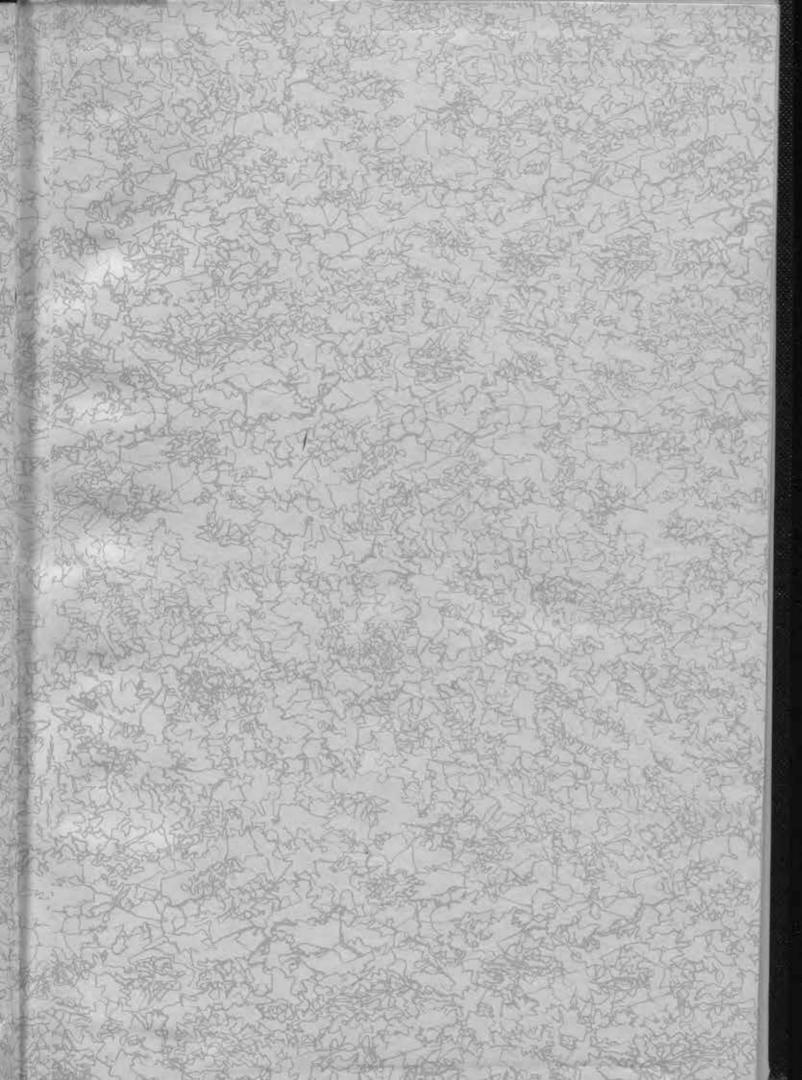
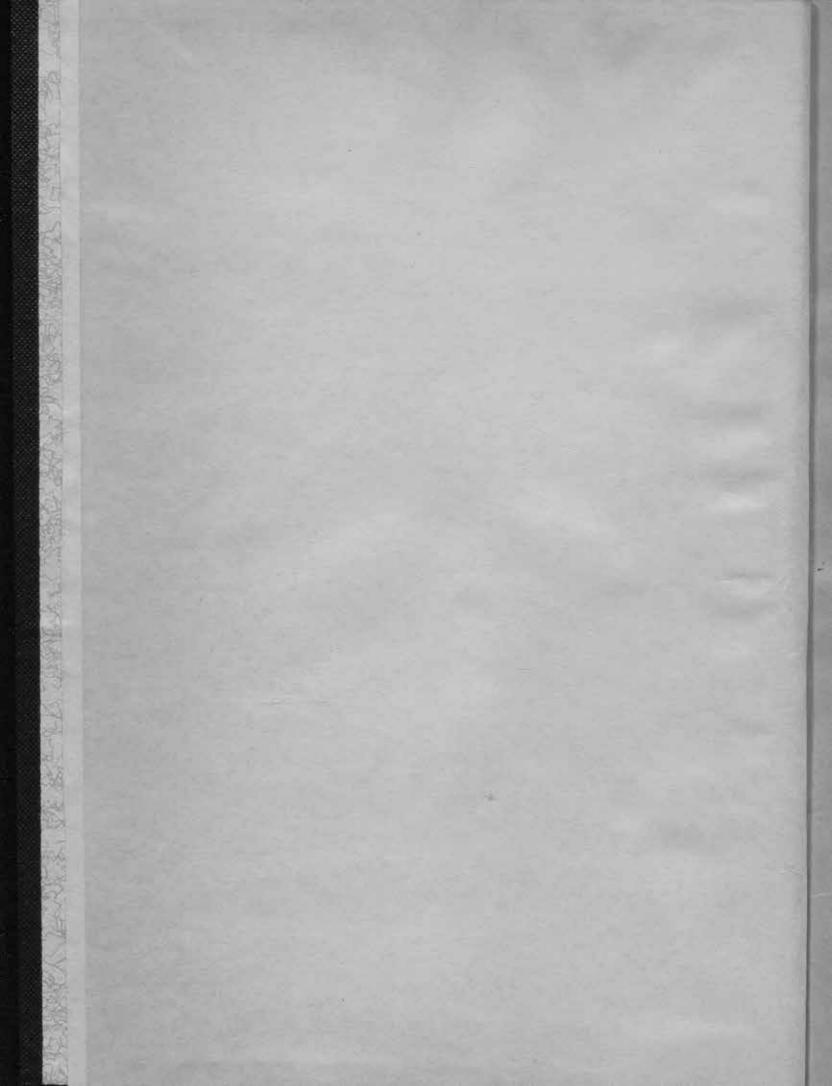
COLUMN TO THE TENE INSTITUTO GEOGRAFICO. ¥ ATASTRAL DESCRIPTION OF THE PARTY OF THE MEMORIA 528 IG BIBLIOTECA IGN







# MEMORIAS

DEL

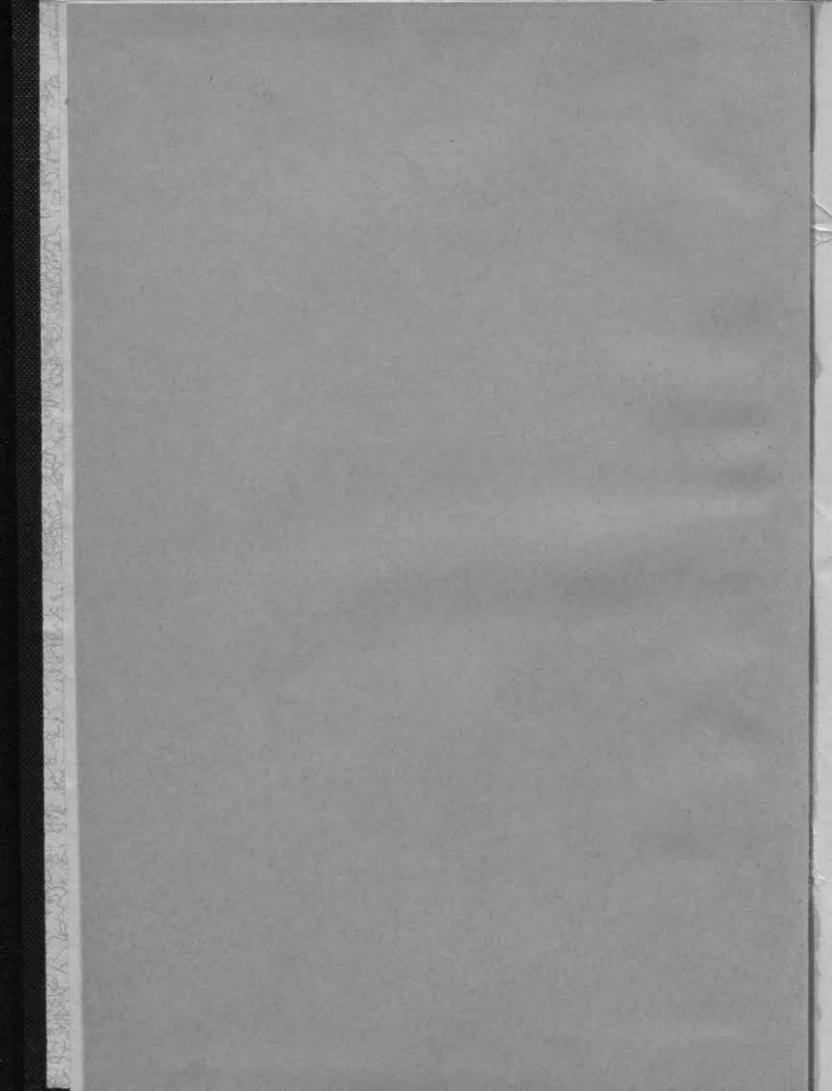
INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

W BIBLIO

Tomo XXVIII

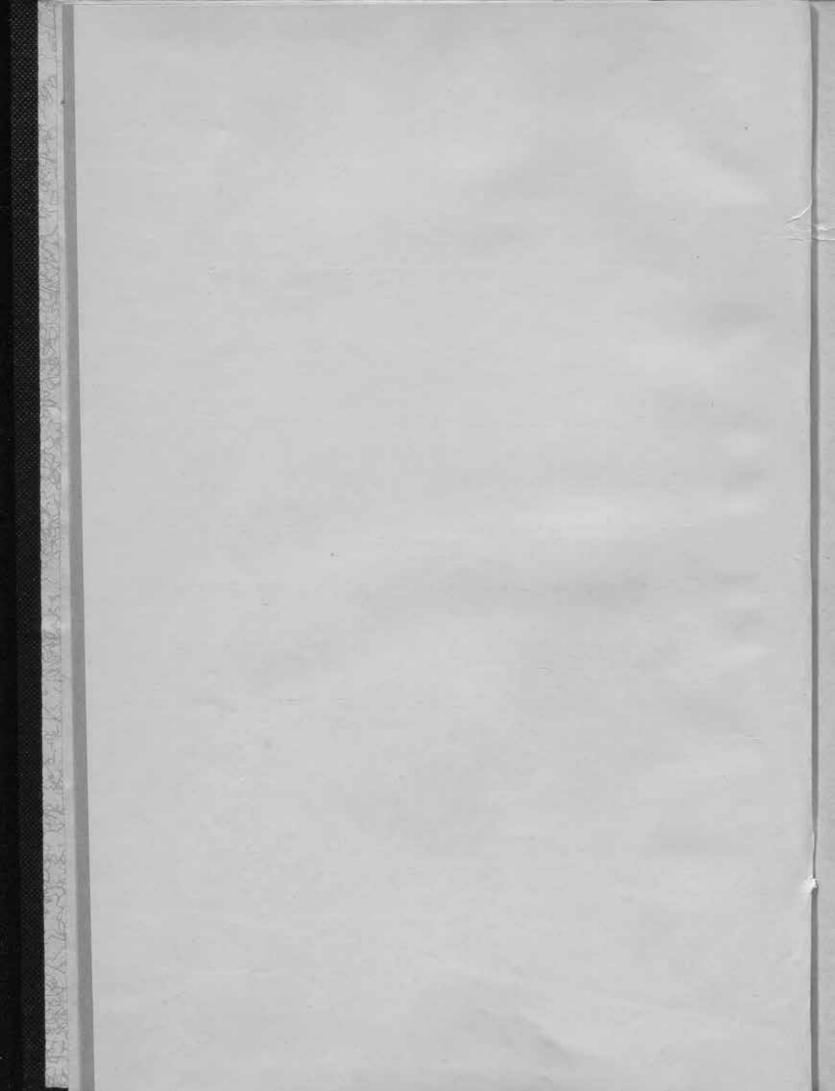
MADRID 1 9 5 9





# TRABAJOS QUE COMPRENDE ESTE VOLUMEN

- Estudio magnético de los territorios hispano-portugueses del golfo de Guinea, por el Servicio de Geomagnetismo y Aeronomía.
- Tormentas de corrientes telúricas y su relación con las tormentas magnéticas, por Luis de Miguel González-Miranda.
- III. Boletin Sismico. Primer semestre del año 1956.
- IV. Aportaciones al problema gráfico de la determinación del hipocentro en los sismos próximos, por Julio Morencos Tévar.
  - V. Bobina de inducción para el estudio de las variaciones rápidas del Campo Magnético Terrestre, por Luis de Miguel.
- VI. Determinación de características de sismógrafos electromagnéticos, por Luis de Miguel.
  - VII. Boletín Sísmico. Segundo semestre del año 1956.



526

# MEMORIAS DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

# Tomo XXVIII

MINISTERIO DAS COMUNICAOS

SERVIÇO METEOROLOGICO NACIONAL SECCION DO MAGNETISMO

PORTUGAL

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL
SERVICIO DE GEOMAGNETISMO
Y AERONOMIA

ESPAÑA

# ESTUDIO MAGNETICO

DE LOS

# TERRITORIOS HISPANO-PORTUGUESES DEL GOLFO DE GUINEA

EFECTUADOS DESDE FEBRERO DE 1952 A SEPTIEMBRE DE 1955



TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

MADRID

1 9 5 9

MEMORIAS DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

MVXXX OFFICT

COMPUTER OF STREET

ASSERTING SECREPANCE & CONSTRUCTION OF PROMOTER AND PROMO

AHATET

POLICIER COMMISSION

THE WALL OF THE COLOR OF THE COLOR

INDUTATION.

# CONTRACT CHARTEE

E04 36

TERRITORIOS-MISPANO-PORTUGEISES DEL GOLFO DE GUNEA

TELETICALOS TRISIA VIENERO DE 1113 A SEPTERÍME DE 163



ARTESTATA A COMMENCE OF PROSOR THE STREET

ST. LADIEL & D.

A la memoria de su anterior Jefe, Fernando Presas de Bordóns, entusiasta expedicionario, alma del Observatorio provisional de Evinayong, excetente Superior y mejor compañero, dedica este trabajo el Servicio de Geomagnetismo y Aeronomia Español. A le matter de compara de la c

#### PONENCIA

sobre la Memoria ESTUDIO MAGNETICO DE LOS TERRITORIOS HISPANO-PORTUGUE-SES DEL GOLFO DE GUINEA.—1952.

Redactada por el SERVICIO DE MAGNETISMO Y ELECTRICIDAD TERRESTRES de este Instituto como resumen de sus trabajos y los del INSTITUTO METEOROLOGICO NA-CIONAL DE PORTUGAL.

### AL CONSEJO:

Para cumplimentar la ponencia que le ha sido confiada, el Consejero que suscribe tiene el honor de informar:

El 25 de febrero de 1952 debia tener lugar un eclipse total de Sol, cuya zona de totalidad empezaría en Asia Central al S. de Siberia, atravesaría el W. de Asia y el Africa desde Sudán hasta los Territorios Españoles del Golfo de Guinea y terminaría en el Atlántico hacia los 21° W. sobre el Ecuador.

Fenómeno de tanto interés científico mereció la decidida atención de múltiples países, que organizaron con la suficiente anticipación expediciones científicas para su estudio, y entre ellos figuró España, que estaba obligada a hacerlo por afectar el eclipse a sus Territorios Africanos.

La Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica formó una Comisión del Eclipse, de la que formaban parte miembros pertenecientes a los Ministerios de Marina y Aire, Universidad de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto Geográfico y Catastral.

Los estudios astronómicos y heliofísicos se harian por personal de los Observatorios del Ebro, San Fernando y Madrid, y en los magnéticos intervendrían el mismo Observatorio del Ebro y la Sección de Magnetismo y Electricidad Terrestres del Instituto Geográfico y Catastral. Se hicieron los programas, se pidieron los créditos y se encontraron grandes dificultades para la aprobación de éstos, a pesar de lo cual, en Guinea estuvieron representados los tres Observatorios Astronómicos y los Servicios Magnéticos de el del Ebro y del Instituto Geográfico. A este último hemos de referirnos en este informe, aunque queremos hacer constar con verdadera satisfacción dos circunstancias de mucho interés.

Es la primera, que como siempre que España acude a nuestra hermana, Portugal, obtuvimos su estrecha y leal colaboración, pues desde el primer momento se comprometió a que hiciéramos las observaciones de común acuerdo, enviando para ello a las islas de Santo Tomé y Príncipe al Geofísico Excmo. Sr. Victorino de Seiça e Santos, que estuvo en relación constante, sumamente cariñosa y eficaz con los Ingenieros españoles.

La otra circunstancia favorable fué que también los Padres Romañá y Cardús, S. J., hicieron trabajos de Magnetismo, instalando un observatorio provisional en Kogo durante el eclipse y haciendo observaciones, después, de variación diurna de la componente horizontal de la intensidad magnética.

Como expresa la MEMORIA, para desarrollar el programa de nuestro Servicio se pensó en instalar un Observatorio provisional, que había de funcionar, como mínimo, desde 1.º de octubre de 1951 a fines de marzo de 1952, para comprender la fecha del eclipse y servir de base al le-

vantamiento magnético de los terrenos insulares y continental del territorio, hechos cada uno en la época climatológica favorable. Este fué el programa. La realidad fué que el Observatorio sólo funcionó en total treinta días, que se empezó a instalar diez días antes del eclipse y que hubo que trabajar simultáneamente en el Continente y en Fernando Póo teniendo que superar las dificultades climatológicas y de todo orden con buena voluntad y espíritu de sacrificio. Los créditos concedidos no daban para más.

Es preciso dar todos estos antecedentes para comprender que con los pobres medios concedidos no pudo obtenerse un levantamiento regular y que ha habido que contentarse con un anteproyecto de ese verdadero levantamiento que sirve para enjuiciar las muchas dificultades que en él se han de presentar.

Teniendo en cuenta la importancia de la Geología en todas las cuestiones geofisicas, empieza la MEMORIA por exponer las características geológicas de la región considerada, haciendo su estudio petrográfico, tectónico y vulcanológico, y, a continuación, por medio de una colección de cuadros y láminas, expone los resultados obtenidos en la campaña hecha con motivo del II Año Polar 1932-33 y en la campaña del año 1952, tanto en el Observatorio provisional de Evinayong como en las estaciones magnéticas observadas en el Continente, en Fernando Póo y en la isla portuguesa de Santo Tomé; siendo verdaderamente sensible que por no haber tenido los medios de comunicación solicitados, no se hubieran podido obtener los datos de la isla de Annobón, cuya situación entre los ecuadores geográfico y magnético le da una importancia destacada en el estudio del geomagnetismo de esta región. Tampoco se hicieron observaciones en la isla portuguesa de Principe.

Con los resultados de las observaciones de campo españolas y portuguesas, convenientemente compensados, gracias al Observatorio de Evinayong, se han trazado, no los mapas, sino los croquis magnéticos de las islas de Fernando Póo y de Santo Tomé, de la Guinea Continental Española y, por último, de toda la región del Golfo de Guinea, croquis que serán de grandisimo valor cuando pueda hacerse el verdadero estudio magnético que tanto interés tiene, pues las isolíneas trazadas, tanto isógonas como isodinámicas horizontales y verticales, así como el estudio de las anomalías que ellas hacen ostensibles, demuestran lo perturbado que es el campo magnético en el Golfo de Guinea, como bien saben marinos y aviadores que transitan por él.

En resumen, con los escasos medios económicos de que se dispuso, suplidos con una buena voluntad digna de todo encomio, se obtuvieron unos datos, y con ellos se ha conseguido cumplimentar, en lo posible, los cuatro objetivos de la expedición, que eran:

- 1.º El estudio de la variación diurna de la componente horizontal del vector magnético en aquella región.
  - 2.º El estudio de la influencia del eclipse en el campo geomagnético.
  - 3.º Levantar un croquis magnético de aquellos lugares, y
  - 4.º Estudiar la posible situación de un Observatorio definitivo.

Seria injusto el no destacar como merecen los nombres que esta MEMORIA mantiene en el anónimo, de los Ingenieros Geógrafos D. Pedro Vrizar Barnoya, D. Vicente Peña Geromini y D. José María Munuera Quiñonero, que con alto espíritu de sacrificio, como ya se ha dicho, hicieron las observaciones de campo en las estaciones seculares y normales, y sobre todo es digno de una especial mención el Ingeniero D. Fernando Presas de Bordóns, que hizo posible con su entusiasmo y pericia el casi insoluble problema del Observatorio de Evinayong, exponiendo su salud hasta llegar a la insolación, a partir de la cual y vuelto a España continuó enfermo hasta su prematura muerte (q. e. p. d.).

Como resumen de todo lo expuesto, el que suscribe tiene el honor de proponer al Consejo, para que, previa su aprobación, si ha lugar, lo eleve a la Superioridad:

- 1.º Que se haga presente a los Ingenieros Sres. Yrizar, Peña Geromini y Munuera la satisfacción con que se han visto sus trabajos de campo en Guinea hechos en tan desfavorables condiciones, tomando nota de ello en sus expedientes personales.
- 2.9 Que se oficie a la Ilma. Sra. viuda de D. Fernando Presas de Bordóns el recuerdo del Instituto por la obra meritisima que en estos trabajos desarrolló tan ilustre Ingeniero, su difunto esposo.

- 3.º Que se felicite al Ingeniero Jefe del Servicio de Magnetismo y Electricidad Terrestres y al Ingeniero Sr. D. José Ruiz López por la redacción de esta MEMORIA, y
- 4.º Que se haga la publicación de la misma para su inclusión en las Memorias del Instituto, con una separata de 300 ejemplares para intercambio.

Madrid, 7 de diciembre de 1956

El Consejero,

JOSE RODRIGUEZ-NAVARRO DE FUENTES

Aprobada por el Consejo del Servicio Geográfico en su Sesión núm. 63, celebrada el dia 11 de diciembre de 1956.

and the second second second in the second s

등 본 그는 사용하다. 사람들은 그리고 그 작가 되는 사람들은 그 그리지 않는 사람들은 그리지 않는 유민이들을 보고 있다.

El Presidente,
ANTONIO REVENGA

Se realizó este estudio siendo:

el Ilmo. Sr. D. Félix Campos Guereta (†), Director General del Instituto Geográfico y Catastral Español;

- Selection and their extraords after a later of the

- el Excmo. Sr. D. H. Amorim Ferreira, Director General del Serviço Meteorològico Nacional Portugués;
- el Ilmo. Sr. D. Vicente Puyal, Director General del Instituto Geográfico y Catastral Español, durante los trabajos de gabinete;
- los Ilmos. Sres. D. José Rodríguez Navarro y D. Wenceslao Castillo y Gómez, Inspector y Jefe de la Sección de Geofísica.
- el Ilmo. Sr. D. Alfonso Rey Pastor (†), Jefe del Servicio de Geomagnetismo y Aeronomia Terrestres, durante los trabajos de campo.

Participando en la expedición los Sres. Ingenieros:

- D. Fernando Presas de Bordóns (†).
- D. Victorino Seiças Santos.
- D. Pedro de Yrizar Barnoya.
- D. Vicente Peña Geromini, y
- D. José Maria Munuera Quiñonero.

Los trabajos de gabinete se hicieron bajo la dirección inmediata del Jefe del Servicio de Magnetismo:

Ilmo. Sr. D. Antonio Ramos Dominguez.

por el personal destinado en el Servicio durante el año 1955.

### SINOPSIS

Se exponen en la introdución los cuatro objetos de la expedición, un plan ajustado a estos objetivos que se encuentra reducido en los trabajos realizados a 65 observaciones simples, seis seculares y otras tantas de variación de H, con un corto período de funcionamiento de un observatorio en Evinayong.

Se recuerdan las dificultades de la naturaleza en Guinea. Se hace un resumen de los pocos conocimientos geofísicos actuales de la región, señalando la existencia de tres zonas bien diferenciadas geológicamente en el Continente y la naturaleza volcánica de las islas. En esta misma sintesis geofísica se recogen los trabajos magnéticos realizados en 1932-33, más tarde utilizados para situar el período febrero-marzo observado en 1952, en la evolución magnética anual.

Se estudia la variación diurna de H, primer objetivo de la expedición, a base de los magnetogramas obtenidos en el Observatorio provisional, complementados con las observaciones aisladas de campaña y datos tomados en 1932. A no ser por una doble casual observación en Santo Tomé se hubiera asegurado la normalidad de aquella variación en toda esta región ecuatorial.

De algunas ligeras perturbaciones registradas en los Observatorios inmediatos, coincidentes con el momento del eclipse solar y de la contrastación de los magnetogramas por el procedimiento Rytz de ajuste mecánico, se obtiene la confirmación de la teoria de Chapman sobre la influencia magnética del eclipse, segundo objetivo de la expedición.

Las anomalias regionales observadas en los croquis magnéticos se atribuyen a la laterita en el Continente y a la naturaleza volcánica de las islas. Se observa relativa conformidad entre el croquis geológico de aquél y el de sus ejes y focos de perturbación magnética deducidos por el proceso de perfiles, formalizados por Cubillo. La multitud de trastornos magnéticos locales combinados con los regionales, y la necesidad de apoyar el conjunto sobre los territorios colindantes, obligan a reducir la pretensión de conseguir el Mapa Magnético de Guinea, tercer objetivo de la expedición, a los croquis que se adjuntan. Se espera que posteriormente se podrán completar estas observaciones de ahora y llevarlas sobre una cartografía más precisa en lo que afecta a la zona española.

Como lugar preferible para la instalación de un Observatorio permanente, desde el punto de vista magnético, se indica la región de Moca, que, junto a condiciones magnéticas aceptables, presenta las óptimas sanitarias. Este era el último objeto de la expedición.

the state of the s The state of the s water and the opposite the season from the season of the s

# INTRODUCCION

#### ORIGEN DE LA EXPEDICION

La Comisión Nacional Española de Geodesia y Geofísica, como consecuencia de instrucciones recibidas de la Internacional creada en la Asamblea de Oslo, decidió instalar un Observatorio Magnético provisional en los Territorios Españoles del Golfo de Guinea, para atender fundamentalmente los siguientes cometidos:

- —Completar el encargo dado a España por la expresada Comisión Internacional para el estudio de las anomalías de la intensidad magnética horizontal en las inmediaciones de los ecuadores geográfico y magnético.
- -Levantar el Mapa Magnético de aquellos territorios.
- —Estudiar la influencia del eclipse de Sol de febrero de 1952, total para parte de Guinea Continental, sobre el Magnetismo Terrestre.
- -Adquirir experiencia para la instalación definitiva de un Observatorio en estos territorios.

Para obtener el mayor rendimiento del Observatorio provisional, y con una visión acertada del conjunto o unidad geológica regional, se trató de dar suficiente amplitud al Mapa Magnético participando nuestros proyectos a los Servicios análogos de Portugal y Francia, obteniêndose una cordial acogida de aquel país, y no pudiendo llevarse a cabo, por otra parte, por Francia debido a circunstancias especiales. El Servicio Meteorológico Nacional de Portugal ofreció la realización de observaciones simultáneas en sus islas de Santo Tomé y Principe, con la misma base del Observatorio provisional común que había de instalarse por España en Guinea.

# PLAN DE TRABAJOS

Tras detenido examen de las condiciones geofisicas generales de la zona y de las circunstancias especiales producidas por los cuatro objetivos principales de la expedición, la Jefatura del Servicio de Magnetismo, en 2 de enero de 1951, elevó a la Superioridad un plan de trabajos, cuyo resumen es el siguiente:

- —Instalación de un Observatorio provisional en la Guinea Continental Española, sobre la línea Cogo-Evinayong próxima a la media central de la zona de eclipse total de Sol y centrada respecto a la que había de levantarse magnéticamente.
- —Su funcionamiento mínimo se establecía desde 1.º de octubre de 1951 a fines de marzo de 1952, con lo que se incluían los meses de máxima variación de la intensidad magnética horizontal, la fecha del eclipse —25 de febrero— y los períodos «secos» de Guinea Continental e Insular.
- -Las estaciones proyectadas con destino al Mapa Magnético fueron:

Seculares: 7; 3 en el Continente y 1 en cada una de las islas de Fernando Póo, Príncipe, Santo Tomé y Annobón.

Normales: 49; 35 en Guinea Continental, 10 en Fernando Póo, 1 en Principe y 3 en Santo Tomé (Lám. I).

- —Un Ingeniero del Servicio debía encontrarse en Guinea a fines de febrero con el fin primordial de determinar el emplazamiento del Observatorio.
- —En la primera decena de octubre deberian llegar otros dos Ingenieros con el material del Observatorio y equipos de campo, que serían relevados a principios de enero.

La excursión a Annobón se planeaba para 1952.

Este plan inicia el reconocimiento geofísico, con amplitud, de Guinea, en donde hasta hoy se habían hecho anteriormente limitadas observaciones magnéticas. La primera de ellas en 1932-33 por este Instituto Geográfico, en que, con motivo del año Polar se montó un Observatorio provisional en Moca, y se efectuaron varias observaciones de los elementos magnéticos en Fernando Póo y Annobón. Después, en 1950, por encargo del Observatorio del Ebro se hicieron observaciones en Bata y Santa Isabel.

En el proyecto establecido se contaba con una densidad de estaciones (1/500 km²) suficiente para servir de base a un levantamiento magnético normal completo, superior a ningún otro de los próximos al ecuador realizados hasta la fecha.

Sobre el propósito nacional de conocer geofísicamente este país, se añadió hasta sobrepasarlo en ciertos aspectos, el general de desentrañar el campo magnético de la región que, a caballo del ecuador geomagnético y geográfico, es objeto de interés mundial.

# LOS TRABAJOS REALIZADOS

Circunstancias de diversos órdenes modificaron el plan proyectado, reduciendo el periodo de actividad, y los medios empleados durante él, al mínimo indispensable para no trastornar la esencia de sus propósitos y, aún fué más allá esta reducción, comprometiendo seriamente los resultados obtenidos.

Del 12 al 13 de febrero llegaba a Guinea una expedición, formada por cuatro Ingenieros Geógrafos, provistos de variómetros registradores y otros aparatos auxiliares, para instalar un Observatorio provisional, y de tres equipos de campaña, integrados por conjuntos Sartorius, completados con magnetómetros La Cour (QHM) y balanzas BMZ. Se disponía, solamente, de doce días para poner a punto el Observatorio.

Se consiguió obtener las primeras bandas de registros para el día 21 de febrero, y se mantuvo el funcionamiento del Observatorio hasta el 20 de marzo. Entre tanto, los tres equipos españoles de campo, realizaban 49 estaciones, 14 en Fernando Póo y 35 en la Guinea Continental; de ellas, seis con carácter de seculares, además de cuatro perfiles de exploración y seis de variación de intensidad horizontal. En este trabajo se recorrieron unos 5.000 kilómetros de pista, muchos de ellos en pésimo estado, y se anduvieron, por selva y bosque, unos 50 kilómetros.

Un equipo portugués realizaba, casi simultáneamente, sus observaciones en Santo Tomé y Principe, después de contrastar sus aparatos con la base de Evinayong y los españoles de relativas.

El día 25 de marzo, se permitia este personal de la expedición su primer descanso sobre el transporte «Tradier», rumbo a Cádiz, después de treinta y cinco días de agotador esfuerzo bajo un clima deprimente.

La isla de Annobón quedaba sin reconocer; esta vez, debido a dificultades de transporte, pero en todo lo demás se podía considerar que la misión encomendada había sido cumplida satisfactoriamente, compensando las deficiencias, en medios de trabajo, con el extraordinario espíritu de que nuestra raza hace gala en estas ocasiones de actuación internacional.

# SINTESIS GEOFISICA DE LA REGION

## EL AMBIENTE DEL TRABAJO

La región objeto de este estudio se halla situada entre los paralelos 3° 48′ 5 N. y 1° 24′ 65 S., y los meridianos 5° 38′ 7 y 11° 20′ 2 E. de Greenwich. El ecuador geográfico cruza la región por el extremo meridional de la isla de Santo Tomé, unos 110 kilómetros al sur de la Guinea Continental.

El terreno del Continente en su conjunto resulta francamente accidentado al W., suavizándose en el E. Desde el mar se eleva hacia el E. en dos separados escalones de unos 400 y 600 metros, formando dos mesetas accidentadas, a diferentes alturas. En la síntesis geológica se reconoce su situación.

Su exuberante vegetación ecuatorial y sus numerosos ríos, arroyos y pantanos impiden salirse de los 450 kilómetros y 150 kilómetros de carreteras de que se dispone en el Continente y Fernando Póo, respectivamente, más algunos kilómetros de pistas solamente utilizables en las estaciones secas. Quedan poco menos que vedados a la observación más de 25.000 kilómetros cuadrados de terrenos sobre los 30.000 que constituyen la Guinea Española. En la portuguesa, las islas de Santo Tomé y Principe, con similares características que aquélla, se encuentra una red de comunicaciones más completa (\*).

La cadena de islas, que arrancan idealmente del Monte Camerones en el Continente con Fernando Póo y siguen con las de Santo Tomé, Principe y Annobón, para terminar en Santa Elena, señalan un tremendo desnivel contrastando sus alturas sobre el mar con las profundidades a su oeste (2.850 metros en Santa Isabel, con profundidades de 1.000 metros a unos 18 kilómetros; de 2.000 metros en Santo Tomé, con 3.000 metros a 12 kilómetros, y de 800 metros en Annobón, con más de 4.000 metros a menos de 10 kilómetros; todos al W.

Del clima conviene recordar la constante gran humedad del ambiente, que hace muy aleatoria la observación solar y estelar para la determinación de la meridiana astronómica, y la elevada temperatura, de 38º a 50º al sol y de 22º a 27º a la sombra. Ambas condiciones, unidas a la multitud de insectos, más o menos peligrosos, siempre muy molestos, junto con la vegetación, completan el cuadro de las dificultades que para el operador aparecen a una simple ojeada geográfica. La situación geomagnética de la región y sus condiciones geológicas apuntadas a continuación vienen a colmar estas dificultades, dando la verdadera medida del esfuerzo realizado por nuestros equipos para, en el corto tiempo disponible, obtener el esquema bastante completo que se presenta en este folleto, sóélida base para trabajos posteriores.

Las distancias desde Annobón a Bata y Santa Isabel son de 550 y 686 kilómetros de Océano, alteradas de tal manera por corrientes ecuatoriales, que para su traslado habían de contar inexcusablemente los expedicionarios con el apoyo del Gobierno del territorio, que en la corta temporada de permanencia no fué posible obtener.

La necesidad de eludir las estaciones lluviosas, defasadas en las islas respecto al Continente, y las limitadas condiciones económicas, redujeron la duración útil de la estancia ciñéndola todo lo posible al eclipse de Sol, que tuvo lugar el 22 de febrero de 1952. Incluso mucho más allá de lo que hubiera sido conveniente.

Estas tierras se encuentran pobladas por 60.000 habitantes en las islas portuguesas y por 18.000 en la Guinea Española. De éstos, poco más de 1/1.000 son blancos y en alguna mayor

<sup>(\*)</sup> En el conjunto de zonas ecuatoriales, se considera un triunfo el obtenido por la Guinea Española Continental al conseguir que el 28 por 100 de su total de pistas sea transitable en todo tiempo.

proporción para aquéllas (2 por 100). Una gran mayoría de los nativos desconocen nuestros idiomas, especialmente en el Continente, donde la densidad de población es de cinco habitantes por kilómetro cuadrado. La máxima, en las islas donde alcanzan hasta 70 (Santo Tomé y Fernando Póo) (112 en Elobey Grande). Poblaciones poco superiores a los 1.000 habitantes hay media docena (Ana de Chozos, Santo Tomé, Annobón, San Antonio de Annobón, San Antonio de Príncipe, Bata, Santa Isabel 6.000), cuatro en las islas y dos en el Continente.

# GUINEA GEOLOGICA

Se consigna en este aspecto geológico un breve resumen de los trabajos publicados en la Real Sociedad Geográfica, consecuentes a reconocimientos practicados por los socios de la misma; señores Novo Chicharro, H. Pacheco (D. Francisco), Lizaur Roldán y Bonelli Rubio, así como los rasgos fundamentales tectónicos del Continente africano expuestos por Suess. Por último, se han tomado unas notas de la Memoria de Alia Medina (Manuel) recientemente publicada por el Conseio Superior de Investigaciones Científicas.

El objeto de esta exposición se limita exclusivamente a resaltar la influencia que ejercen los terrenos hipogénicos y cristalofíticos, así como la situación de accidentes tectónicos, sobre el trazado de las lineas isomagnéticas obtenidas en lo que podemos llamar «Exploración magnética del territorio de la Guinea Española», realizado por el Servicio de Magnetismo de este Instituto. Con ello se subraya una vez más que la Geología, en su concepto más amplio, constituye el fundamento de las Ciencias geofísicas y geográficas.

#### EL CONTINENTE AFRICANO

Comprende en su conjunto tres amplias regiones.

La septentrional, orlada por islas de rocas volcánicas modernas, presenta al N. un borde con afloramiento de rocas antiguas y más al S. los potentes plegamientos alpinos del Atlas, como réplica a los de Europa.

La región central, integráda por la enorme mancha del Sahara, comprende varias zonas de terrenos que, enumeradas de S. a N., son: 1.\*, granito, gneis y pizarras; 2.\*, Devoniano y Carbonifero; 3.\*, Cretáceo, y 4.\*, Numulítico.

La región meridional, constituida por una amplia faja de cristalino que se extiende desde Abisinia a Guinea y Camerones, la cual constituye un fragmento del antiguo continente de Gondwana, en el que dominan los efectos de fractura y hundimiento sobre los de plegamiento.

De la faja principal se desprenden otras dos paralelas de orientación N.-S.; la oriental por Abisinia hasta Natal, comprende una serie notable de centros sísmicos y volcánicos. La occidental va de Camerones a El Cabo y está relacionada con la comarca volcánica de Camerones y el rosario de islas, también volcánicas, que, arrancando de este monte, incluye las de Fernando Póo, Principe, Santo Tomé y Annobón, para terminar en la históricamente famosa de Santa Elena.

#### LA GUINEA CONTINENTAL ESPAÑOLA

No constituye unidad geográfica, ni tampoco geológica, ya que su delimitación es, como sabemos, puramente artificial o convencional:

#### PETROGRAFIA

Los granitos son de grano grueso o medio, de texturas diversas y apariencia porfírica; tienen cuarzo en placas, feldespato ortosa y biolita muy ferruginosa y alterada. Entre las masas graníticas hay intercalados otros elementos secundarios, y gabros en el contacto con el gneis, ricos en magnetita.

En la zona estrato-cristalina o gneisica, sus minerales están sumamente alterados y en los parajes del Norte es muy dificil diferenciarlos del granito.

Los terrenos secundarios que aparecen en la comarca de Cogo y Calatrava, pertenecen a la base del sistema y lo constituyen areniscas y pizarras duras amarillentas. A veces se presentan nódulos ferruginosos.

El terciario es de origen marino y rodea a la costa; en él se observan fallas costeras. Sus

rocas son, en general, areniscas y margas.

La presencia de laterita en el suelo de Guinea tiene una gran importancia y su estudio debe ser independiente del de los terrenos geológicos; este material es el resultado de la alteración total de otras rocas. Actualmente sigue la descomposición superficial del suelo y formación de lateritas, las cuales presentan gran uniformidad aunque proceden de los más diversos origenes, como basaltos, granitos, sienitas, etc.

Los minerales restantes son, principalmente, sflico-aluminatos, alcalinos o ferruginosos.

El hierro: Se presenta en casi todas las rocas, como hemos visto, y además en forma de magnetita con hematites abundantes. Algunos de los yacimientos ferruginosos han sido explotados por los indígenas, si bien no constituyen yacimientos de interés industrial.

### UNIDADES ESTRUCTURALES (Lám. II)

Sector costero: Está integrado por una amplia faja litoral, de una anchura de 10 a 20 kilómetros, la cual se extiende hacia el interior en el estuario del río Muni. Sus terrenos han sido definidos como cretáceos en la parte S. y paleógenos y neógenos en la parte N. En el río Campo aparecen formaciones recientes. El sector cretáceo del Muni está plegado.

Sector gneisico: Con este nombre se designa a la zona interpuesta entre la banda sedimentaria costera y el macizo interior granifico.

Los materiales de esta zona intermedia son de origen metamórfico. Su contacto con la zona interior se realiza según un claro escalón paralelo a la costa, muy acentuado en su parte central, que corresponde a una linea de fractura.

La franja metamórfica se ensancha hacia el N. envolviendo al batolito granítico del interior, según contacto difuso, soldándose con él y continuando la monótona penillanura.

Sector granítico: Corresponde a la zona oriental del territorio, es de gran amplitud y continúa hacia el interior fuera de los límites de la Guinea española. Sus materiales siguen siendo metamórficos, pero en ellos asoman potentes apuntamientos eruptivos constituídos por rocas granodioríticas o por granitos anfibólicos, quedando amplios espacios intermedios ocupados por gneis. Por la mayor resistencia de las rocas eruptivas, constituyen las elevaciones más destacadas del terreno, mientras que las masas metamórficas integran las zonas rebajadas.

También hay, en esta zona eruptivo-metamórfica, afloramientos de rocas básicas jalonando líneas de fractura.

Se considera como de génesis cámbrica al conjunto metamórfico-eruptivo del Escudo africano.

# TECTONICA (Lám. III)

Se expone a continuación una nota referente a la arquitectura del territorio de la Guinea española, basada en el citado estudio del Sr. Alía Medina.

El «Escudo» de materiales antiguos está formado, como se ha indicado, por dos zonas; la interior tiene carácter estable y la occidental no.

El conjunto resulta compartimentado por una serie de líneas de rotura con orientaciones dominantes. Las de orientación E.-W. se encuentran más desarrolladas en las zonas meridionales y menos pujantes en las septentrionales. Las roturas según NE.-SW. se reconocen en la mayor extensión del territorio. El juego de estas líneas condiciona en gran medida el trazado de la actual línea de costa.

El interior presenta sus roturas más cicatrizadas y menos ostensibles y tiene una mayor estabilidad tectónica. En el dominio costero, las líneas de fractura se acusan de manera más terminante, por haber sido reactivadas durante los últimos procesos tectónicos.

#### TERRITORIOS INSULARES

Se cree que constituyen restos de tierras que, en remotas edades, ocupaban la actual bahía de Biafra y gran parte del golfo de Guinea, sobre las cuales debía alzarse una gran cordillera, prolongación del macizo montañoso de Camerones. Rotas y hundidas esas tierras a consecuencia de tremendo cataclismo, aún sobresalen de las aguas las cumbres de la cordillera en Fernando Póo, Principe, Santo Tomé y Annobón.

Sin embargo, la formación volcánica, de época moderna, de estas islas, abona más la hipótesis de que tras el hundimiento parcial de la región indicada se produjo una línea de minima resistencia en la que surgieron grandes focos de erupción que originaron aquellas islas, probablemente en distribución algo diferente a la actual, así, por ejemplo, es el caso concreto de Fernando Póo, que parece haber reunido dos conos aislados soldados en la línea San Carlos-La Concepción, o bien más al N., en la jalonada, por los Basacatos del Este y del Oeste.

Las formaciones predominantes en estas islas son de traquita, dolorita, fonolita y basalto, escorias volcánicas, lavas estratificadas, una especie de piedra pomez, un detrito fino parecido a ceniza volcánica y varios conglomerados y pudingas, cuyo cemento parece ser una laxa más moderna que los fragmentos envueltos en ella.

Se aprecia poca variación mineralógica. Abundan el feldespato, el anfíbol, el cuarzo y algunos cristales de olivino combinado con hierro.

Las pequeñas islas de Corisco y Elobeyes o de los Mosquitos son de constitución diferente y su origen lógico es el apuntado por Nosti y Hernández Pacheco, quienes opínan que sobre los fondos rocosos de formaciones cretáceas para aquél, o bien sobre los restos emergidos de un gran sinclinal secundario que ocupa el golfo de Corisco, según Hernández Pacheco se han acumulado los aluviones arrastrados por los ríos Muni y Munda y por la corriente marina de dirección Sur-Norte operante en esta región. Sin descartar la posibilidad de su separación del continente por efecto secundario de esta misma corriente.

Están constituídas estas tres islas por un macizo basáltico cubierto por estratos de tipo marino formados por calizas, arcillas y areniscas terciarias, sensiblemente horizontales con buzamientos de unos cuatro grados al SW.

#### GRAVIMETRIA Y SISMOLOGIA; VULCANISMO

No se dispone más que de una observación gravimétrica aislada a principios de siglo en Santa Isabel. Hemos de pasarnos, por ahora, sin la valiosa aportación que la distribución gravimétrica acostumbra a cubrir en el estudio geofísico de un país.

Sismológicamente también se desconoce la actividad en la región por lo alejado de los observatorios más próximos. Este Instituto ha elevado propuesta completa sobre la instalación de un equipo de sismógrafo en Santa Isabel. Dada la constitución volcánica de la cadena de islas, desde Camerón a Annobón, es de esperar apreciable frecuencia de sismos ligeros inapreciables a distancia.

Las últimas actividades volcánicas de que se tiene noticia fueron hacia fines del pasado siglo, en que, según los indígenas de Fernando Póo, el cono más alto de la isla se vió rodeado de densas nubes de gases y «la tierra vomitó fuego».

#### MAGNETISMO

Las coordenadas geomagnéticas correspondientes a los cuatro puntos extremos de la región son:

	Latitud	Longitud (E)
Extremo NE. de Fernando Póo	+ 6° 6,0′	+ 79° 16,8°
NW. de Guinea Continental	+ 3° 55,2°	+ 81" 22,4"
SW. de Guinea Continental	+ 2° 43,8'	+ 81° 10,2°
SE, de Annobón	+ 1° 28,2'	+ 75° 7,2'

<sup>(</sup>E) Este del meridiano origen adoptado por Chapman Deducidas por las tablas de la Carnegie Institution.

El «ecuador» geomagnético queda determinado por sus intersecciones con los meridianos geográficos en los siguientes puntos: (— 1° 43,8', + 11° 20,2') y (— 2° 52,2', + 5° 38,7').

Toda la región se encuentra, por tanto, al Norte de ambos ecuadores, geográfico y geomagnético, excepto la isla de Annobón, que se halla situada entre los dos. Estos ecuadores convergen con un grado del 20 por 100 hacie el E., para encontrarse a los 20° de longitud E. (1).

No obstante esta situación teórica en el hemisferio magnético boreal, según la distribución general del campo magnético terrestre, la componente vertical Z debe ser negativa para toda la zona.

Los trabajos magnéticos de campo efectuados en el Año Polar 1932-33, por este Instituto, a que anteriormente se hace referencia, se limitaron a Fernando Póo y Annobón, proporcionando los valores que se indican en el Cuadro núm. 1 de los que se acompañan a este estudio.

Un observatorio eventual instalado en Moca (Fernando Póo) funcionó desde septiembre de 1932 a agosto de 1933. Los valores registrados en este observatorio provisional —ver Cuadros 2, 3, 4, 5 y 6, y los Gráficos de las láminas 4, 5 y 6— confirman y amplian, para Fernando Póo, la ley de variación anual del campo magnético en la isla, si bien, en oposición al corto período observado en 1952, corresponde a un máximo de manchas solares.

El pequeño número de estaciones de campo observadas no permite apreciar las anomalías regionales que eran de esperar en el terreno volcánico de las islas. Si apunta ya la distribución general de valores confirmada en las observaciones actuales, concordante a grandes rasgos con los del campo magnético universal.

Las frecuentes anormalidades presentes en todo Fernando Póo, con la ausencia de observaciones actuales en Annobón y junto al tiempo mediante entre uno y otro trabajo, sin actividades intermedias de tipo secular, hacen prudente limitar la utilización de estos antiguos valores en su aspecto relativo y simplemente como contraste de los actuales en el conjunto de las distribución del campo, sin particularizar o concretar, por resultar los valores correspondientes a cada punto insuficientemente definidos, esto es, afectados de indeterminación excesivamente amplia.

<sup>(1)</sup> Unos 184 kilómetros al E. de Coquillhatville y 32 kilómetros al NW. del poblado de Buriza, entre el río Congo y su afluente al Ruki Busira, todo en Congo Belga. Su otra intersección se encuentra a los 200º E., en pleno Pacífico, junto a la isla de Jarvis (550 kilómetros al S. de la isla de Washington).

and the second s

## ESTUDIO MAGNETICO EN 1952

# VARIACIONES DE LA COMPONENTE HORIZONTAL MAGNETICA «H»

De los gráficos de variación de H (Láms. IV a X bis, XV, XVIII, XXI y XXVI) y del examen de los Cuadros anexos núms. 3, 5, 6, 11 y 13 a 15, se deduce que:

- La variación diaria produce un máximo entre nueve y once horas y un mínimo de diecisiete a diecinueve (Lám. VI, VII, VIII y X y Cuadros 3 y 11).
- La amplitud media de esta oscilación diaria, en los once dias de calma del total del periodo de treinta dias observados, es de  $43.5\,\gamma$ . La correspondiente a todos los dias del mismo periodo es de 72.1, frente a  $80\,\gamma$  del mismo periodo del «Año Polar 1932-33», cuya amplitud media de todo el año fué de  $68\,\gamma$  y con el máximo de 89 en enero y el mínimo de 49 en julio.
- La comparación de las variaciones diarias de H en diferentes lugares del territorio, tanto peninsular como insular (Lám. VII), acusa su completa identidad, salvo para Nsorc y Kogo, en cuyas líneas se observa un desplazamiento de una hora, probablemente debido a la diferencia de la hora oficial con la solar.
- La semejanza de las variaciones observadas en Evinayong (Continente) en 1952, y en Moca (Fernando Póo) veinte años antes (Láms. V y VIII), no obstante encontrarse aquel lugar un grado más cerca del ecuador, no permite obtener una ley regional satisfactoria de variación diaria. La observación de Annobón, no realizada por causas ajenas a la expedición, hubiera sido decisiva en este aspecto, máxime con la duda introducida por la doble observación del equipo portugués en Praia Nazaré (Santo Tomé) a 0° 22,6′ de latitud N., entre las cuales, distantes cuatro o cinco horas en días distintos —26 y 31 de marzo—, se obtiene una diferencia para H de 163 γ. También el año 1932 en Moca se obtienen variaciones de 120 γ, si bien es en días de indice C=1,1 a 1,6.

La comparación de las amplitudes de variación diarias recogidas en Guinea, con las obtenidas normalmente en Toledo (España) a los +39, 9° de latitud, Huancayo (Perú) a 12° W., y Batavia a — 6, 2°, señala su analogía con la de este último Observatorio, viniendo a ser un cuarto de la registrada en el peruano y cinco veces mayor de la promediada en el español. Sigue, por tanto Huancayo, por ahora, como único lugar de extraordinaria amplitud, sin par en el mundo (Lámina VIII):

— Las medias diarias acusan un aumento de 47 7 durante el corto período de observación mantenido en Evinayong durante 1952. Para completar la idea de la variación secular, la cual no era objeto de esta expedición, puede cotejarse este periodo con el similar del Año Polar 1932-33 y con la total o anua del total de este último (Láms. V, VI y IX).

#### INFLUENCIA MAGNETICA DEL ECLIPSE SOLAR

De la simple inspección de los gráficos correspondientes al día 25 de febrero, a las ocho horas cuatro minutos, del cual tuvo lugar el centro de la totalidad del eclipse, e inmediatos al mismo día (Láms. X a XII), no obstante la anormalidad del registro en los días anteriores a él y las interrupciones circunstanciales producidas por el sistema de iluminación, tanto en aquellos días como

en los inmediatos posteriores, se aprecía una ligerisima inflexión de H y Z en el momento central de la totalidad del eclipse, más acusada en las bandas de Kogo, a causa de la mayor sensibilidad de los variómetros allí instalados. Se observa que el valor de H correspondiente al expresado momento presenta un pequeño gancho de — 4 7, sin semejante en los días inmediatos. Igualmente en el perfil de Z puede apreciarse un pequeño cambio de movimiento respecto a los días y horas inmediatos.

También en la declinación creemos advertir el efecto de una perturbación. El máximo de D correspondientes a este día es el mínimo en relación con los días inmediatos; hasta el día 1 de marzo no comienzan a disminuir regularmente estos máximos. Su valor medio horario presenta un mínimo minimorum relativo entre ocho y nueve horas, que solamente se repite en las primeras horas de la noche.

Las discrepancias entre los valores registrados el día del eclipse y los medios horarios de los once días tranquilos del período (Cuadros 10 a 12), presentan sus máximos en seis a siete horas para D, seis a nueve para H y seis a ocho para Z. Todo lo hasta aqui observado deja nuestro estudio todavia indeterminado. Por otra parte, supuesto que hubiéramos hallado una coincidencia perfecta, impar en el período de observación, sincronizada al límite de apreciación de los magnetogramas, entre una apreciable perturbación y el tenómeno, lo subjetivo de estas apreciaciones impedirían la certeza. Ensayamos un procedimiento abstracto más aproximado que, sobre la calidad de la perturbación, nos indique su cantidad; Chapman y Rytz nos proporcionan una teoría y un procedimiento para alcanzar este objetivo (1). Sin embargo, ensayado el procedimiento de Rytz por ajuste mecánico, resulta impreciso a causa de la ausencia de valores registrados en las horas posteriores inmediatas al eclipse. En estas circunstancias, contando con once días de índice mundial inferior a uno, el del eclipse precedido de tres días tranquilos y seguido de siete del mismo carácter, ha parecido preferible la aplicación del análisis armónico en este estudio.

Las funciones obtenidas quedan determinadas por los coeficientes cuyos valores se indican en el Cuadro 20. Los errores medios cuadráticos de los valores obtenidos en relacion con las medias horarias de los once días tranquilos son 0.072°, 0.096 γ y 0.009 γ, para D., H. y Z., respectivamente; pero, en cambio, comparados con los valores horarios del día del eclipse encontramos separaciones del orden de la decena de minutos y de gammas, debido a que este día de característica 0,9 debe considerarse ligeramente perturbado. En la Lámina XIII se ha llevado sobre los magnetogramas ampliados del citado día 25 de febrero en que ocurrió el eclipse, las curvas armónicas correspondientes.

En esta escala, sobre el dibujo realizado por persona totalmente ajena al fenómeno investigado, se advierte claramente una inflexión en las curvas registradas para H y Z valorables en 5 7 para la primera variable, y en 4 7 para la segunda. En D es inapreciable toda alteración, lo que puede atribuirse a la coincidencia del momento del eclipse, con un punto normalmente de inflexión de la curva o a la escasa sensibilidad del variómetro conseguida en el quinto dia de su funcionamiento.

El Observatorio de Evinayong se encontraba a  $+0.24^{\circ}$  de la linea central del eclipse; tomando  $h_s = 42.4^{\circ}$  y  $d = 100.6^{\circ}$ , se obtiene para su distancia a la línea central ionosférica  $0.7^{\circ}$  y a ella corresponde (2) un 95 por 100 del máximo efecto magnético producido por esta capa para un Observatorio situado en su nadir.

Comparando ahora las divergencias aproximadas apreciadas gráficamente, con las desviaciones sobre la media de los valores nocturnos, obtenemos:

	Divergencias	- 15	Desviaciones	#	0,98 = porcentaje
— Para D		ina	preciab	1 e	2-1-
- Para H	5	1	25	=	0,21
- Para Z	4	- 8	23	=	0,18

en cuyas cifras nos parece apreciar una tendencia clara hacia el 28 por 100 previsto en la citada teoria de Chapman.

<sup>(1)</sup> Véase la comparación de divergencias más abajo.

<sup>(2)</sup> Para mayor detaile sobre estas teorias ver la revista Journal of Atmospheric and Terrestrial Phisics. Vol. 7, núm. 112. Agosto, 1955.

### EL CROQUIS MAGNETICO DE GUINEA

#### SOPORTE CARTOGRAFICO

Como base para el trazado de las diferentes isolíneas se han utilizado los siguientes Mapas y Planos:

Para Guinea Continental Española, el Mapa adoptado provisionalmente por la Dirección General en escala 1:200.000.

Para Fernando Póo, el similar adoptado por la Dirección General en escala 1 : 133.333.

Estos dos Mapas se apoyan en los trabajos cartográficos de principios de siglo efectuados por las Misiones, completados posteriormente por la Dirección de Agricultura del territorio. Estas representaciones heterodoxas, presentan suficiente aproximación planimétrica para servir de soporte a los croquis magnéticos trazados. En un porvenir próximo se dispondrá de Cartografia más precisa basada en los trabajos Geodésicos ya terminados recientemente por el Servicio Geográfico Militar. Las estaciones observadas magnéticamente han sido fijadas sobre los vértices de esta triangulación geodésica.

Para Santo Tomé el Mapa de la Comição de Cartografía portuguesa en escala 1:150.000.

Para el Croquis de conjunto se ha empleado la Carta de la Dirección de Hipsografía Española de 1905 en escala 1:250.000.

#### BASES MAGNETICAS DE COMPARACION

La valoración de las bases marcadas por los variómetros de balanza Askania instaladas en Evinayong el día 16 de febrero, se hizo «contra reloj» mediante observaciones de valores absolutos en el mismo lugar y contrastaciones con los diferentes aparatos de relativas tarados en la Península. Mediante estos últimos y por la adición de imanes suplementarios de momentos conocidos, se determinó la sensibilidad; una vez determinada la sensibilidad por este procedimiento y conocidos los valores absolutos en un instante determinado, se dió valor a las bases de cada una de las variables D, H y Z con el mínimo de garantía necesario a la investigación. En los cuadros números 7 a 9 se resumen los valores sucesivos tomados por cada base y las sensibilidades obtenidas en cada momento.

De estos cuadros se deduce que hasta pasada una semana después de la primera instalación, no se pudo lograr una base estable. Lo que, por otra parte, no deja d e ser un record conseguido por un esfuerzo diario superior a las doce horas, probablemente inédito en aquellas latitudes.

En los Cuadros 10 y 12 se consignan los valores medios horarios obtenidos para cada una de las tres variables durante el mes que permaneció funcionando este Observatorio provisional.

Como botón de muestra de la lucha sostenida por el Ingeniero encargado del Observatorio contra la más rebelde Naturaleza en la mayor escasez de medios apropiados, es de citar el mantenimiento del foco luminoso constituido por una lámpara de petróleo en medio de la gran humedad del ambiente con su ingente producción catastrófica de hollin.

# ANALISIS GENERAL DE LOS CROQUIS

Fernando Póo:

Se hicieron en esta isla 14 observaciones que aparecen en el Cuadro número 13, a partir de las cuales se han obtenido las gráficas de isógonas e isodinámicas representadas en las Láminas XIV a XVI.

En el croquis de declinaciones (Lam. XIV) se advierte como si el macizo de la isla hiciese una

succión hacia el W., de las declinaciones inferiores que, según la distribución universal, corresponden a la costa del continente africano. Esta perturbación general se combina con otra regional que se produce en la parte oriental de la isla, más otra local en la septentrional. En la parte occidental las isógonas van normalizando su dirección y encajando sus valores con los que corresponden a estas longitudes en la distribución general del magnetismo mundial.

La perturbación indicada por la declinación en las inmediaciones de Basilé (Santa Isabel) y la inmediata a Basacato del Este, quedan confirmadas por las isodinámicas horizontales. La primera resulta también subrayada por la correspondiente anomalía de la componente vertical Z que, por

el contrario, no se manifiesta anómala, en la misma forma regional para la otra zona.

La succión que ha producido la flexión de isógonas hacia occidente se traduce en una disminución de medio grado para los valores de la declinación regional respecto a la ley general universal de isógonas; mientras en nuestro croquis queda comprendida Fernando Póo entre las isógonas de 7° 30′ (al E.) y la de 8° 30′ (al O.), según aquella ley general de distribución debería encontrarse entre las isógonas 8.1° y 9°.

La componente horizontal también presenta en su conjunto una fuerte anomalia regional, tanto por su valor como por la dirección de sus isodinámicas, que aparecen inclinadas de NW. a SE. Cuantitativamente resulta que encontramos la isla comprendida entre las 30.000 y las 31.500 γ, con su gradiente creciente de SW. a NE.; de donde deducimos que si bien el sentido de la distribución se aproxima a la ley universal, la dirección del campo resulta girada unos 45° en sentido dextrogiro, y los valores, aun cuando comprenden a los señalados en aquella ley que indican a Fernando Póo situada entre las 30.300 y las 30.700 γ, dejan bien patente la extraordinaria concentración de lineas de fuerza en esta región.

Por el contrario, la distribución regional de los valores de la componente vertical coincide en líneas generales con su ley universal que asigna a las isodinámicas verticales que comprenden Fernando Póo los valores 8.800 y 9.600 γ en bastante precisa correspondencia con las 8.800 y 9.700

que resultan para las alisadas al N. y S., respectivamente, de la isla.

En la idea de que la componente vertical señala con sus anomalias la existencia de un foco magnético extraordinario situado en las inmediaciones de su vertical, mientras que los valores anormales de la declinación y de la componente horizontal indican la presencia de influencias magnéticas situadas hacia el mismo o contrario sentido en que se produce su desviación anómala, llegamos a la concepción teórica de la probable existencia de una masa de perturbación magnética local en el Norte de las islas y un gran foco magnético repelente situado hacia el SW. de la isla o, por el contrario, una masa atractiva que se encuentra al NE.: ¿el Continente Africano?

Si aplicamos la teoría desarrollada por el ilustre antecesor en la Jefatura de este Servicio, D. José Cubillo Fluiters (1), sobre las inflexiones de las isógonas y perfiles en las isodinámicas, obtenemos la posible existencia de un eje magnético local sobre la isla en la dirección San Carlos (al SW.) a Basacato del Este. Obsérvese que si se da a esta línea un giro dextrógiro de 30° alrededor de Basacato del Este, vendría a coincidir con la teórica probable línea de fractura que antiguamente

dividiria la isla en dos dejando paso al mar entre los dos Basacatos.

#### Santo Tomé y Principe.

Como consecuencia del forzado corto período de funcionamiento del Observatorio, en Evinayong, en combinación la escasez de presupuesto con el espaciamiento de los barcos que unen aquellos parajes con la Península, hubo precisión de levantar la instalación de aquél el 20 de marzo, dejando aparentemente sin control básico cuatro de las observaciones realizadas por los equipos portugueses en Santo Tomé y Principe. (Cuadro núm. 14).

Para solventar este incidente se ha seguido el siguiente proceso de extrapolación —ver gráficos de la Lámina XXVIII—.

De los datos obtenidos en 1932 —por el Observatorio de Santa Isabel, ratificados por su comparación en el período común de 19-II a 20-III, ver Lâm. IV y Cuadro 5— se ha deducido la variación mensual de esta época correspondiente a la secular. Se ha estudiado la correspondencia de valores obtenidos en el período de observación con las fases de la Luna, y se han tomado estos valores, corregidos en la parte proporcional oportuna de la variación secular, como base para

Véanse los textos publicados por este Instituto con la Carta Nacional Magnética de España y follétos de Baleares y Canarias.

la distribución de las mismas en los diez días siguientes a dicho período, que es preciso deducir para alcanzar el día 1 de abril en que se ha hecho la última observación en la isla de Principe. Así se han obtenido los valores medios horarios para cada una de las veinticuatro horas del día y en cada uno de los días que median entre el 20 de marzo y el 1 de abril inclusive, para luego integrar la curva correspondiente a cada día apoyándola en los 24 valores medios horarios deducidos.

De los croquis representados en las Láminas XVII a XIX, correspondientes a la isla de Santo Tomé, deducimos la continuidad de la forma anómala de conjunto apuntada en el anterior caso para Fernando Póo.

Santo Tomé queda comprendida entre las declinaciones 9° 24' y 11° 16' (10,5° a 10,9° en mundial), con mayor grado de disminución en su parte oriental que el advertido en aquella isla, atenuándose más rápidamente aquí la depresión conforme se marcha hacia el W., para cambiar en Lomaporca. El valor de D obtenido en Príncipe resulta igual al normal. La dirección general tomada por las isôgonas es también normal en Santo Tomé.

La componente horizontal resulta completamente trastornada por los altos valores observados en el NE, de la isla. Toma valor normal hacia su centro, en la estación denominada «Base NW.». El valor de Principe resulta bien encajado en la cadena de islas y próximo al normal.

Análogo trastorno se observa en la componente vertical, a la cual nos referimos en el caso de estas islas, no obstante que los equipos portugueses han determinado la inclinación y de ella se deduce esta componente expresada en función de la horizontal. El valor obtenido en Principe puede, por el contrario, considerarse normal.

El conjunto de las anomalías observadas en las dos componentes junto con la de la declinación, extraordinariamente baja en «Base Leste», indican la probable presencia de una enérgica fuente de perturbación magnética situada en el NE. de la isla de Santo Tomé.

#### Guinea Continental:

En los croquis representados en las Láminas XX, XXI, XXII y en el Cuadro número 15, que contiene el resumen de valores reducidos de las 27 estaciones observadas en el Continente, podemos advertir que los valores de la declinación coinciden en la parte SW. con los correspondientes por ley universal de distribución del campo magnético, mientras que al NE. quedan 0,8° más bajos. Los valores de la componente horizontal resultan ligeramente más altos, 300 γ, al S., mientras que al N. quedan otro tanto más bajos; se deduce un aumento de gradiente que se acerca al doble del valor previsto. En cuanto a los valores de Z se observa una disminución casí uniforme, de 500 γ al S., a 600 al N., respecto al mismo término universal de comparación (1).

En cuanto a la dirección general indicada por las correspondientes alisadas, trazadas sobre todos los croquis, acusan normalidad de orientación en la región.

A la vista de este panorama general magnético surge la idea de una anormalidad regional localizada en el NE., que por ahora se limita a una presunción. La discrepancia casi constante de Z es atribuída a la laterita que cubre los dos tercios de la Guinea Española y predomina, por tanto, en el conjunto de observaciones que determina la ley general de variación representada por las alisadas isodinámicas.

El estudio de las anomalías locales regionales, por el método anteriormente citado de Cubillo, acusa la existencia de dos principales líneas magnéticas de perturbación (Lám. XXIII) que recuerdan por su dirección y situación los dos escalones geológicos a que se hace referencia en el correspondiente apartado del anterior capítulo. Respecto a ellos se advierte un pequeño desplazamiento hacia el E, de unos 10 a 20 kilómetros. Otros ejes secundarios magnéticos en el interior parecen guardar relación con las fracturas del mismo orden que se advierten entre Evinayong y Niefang.

Por disponer aqui de mayor número de observaciones «relativamente» normales y por considerarlo de interés ha sido posible trazar las isanómalas de Z (Lám. XXIV), que confirman la existencia de un macizo bloque de anomalías negativas al NE. de la región a que anteriormente se ha hecho referencia. ¿Es aqui donde hace su presencia la mole granítica del escudo africano con plena potencia?

<sup>(1)</sup> La deducción de los valores del Campo Magnético Universal para esta zona, se ha hecho por transporte de los dados para 1945,5 en la publicación del Carnegie Institute.

### Croquis magnético de Conjunto:

Se ha sentido gran indeterminación al unir las curvas correspondientes a las tres regiones aisladas, cuyos croquis acaban de ser analizados. Esta dificultad se ha complicado con los valores de Principe y Annobón. Singularmente, por los correspondientes a esta última isla, deducidos mediante el establecimiento de la ley regional de distribución de valores que, para cada una de las variables, está representada por las ecuaciones lineales siguientes, cuyos coeficientes se expresan al Cuadro 16, deducidas por el método de mínimos cuadrados aplicado a las ecuaciones de condición determinadas por las estaciones que se indican en los Cuadros 13, 14 y 15, escogidas entre las que presentan normalidad regional o muy pequeña anomalía, en proporción con el número de las observadas en cada región y atendiendo a su mejor distribución superficial sobre cada una de las regiones de la Guinea Continental e islas de Santo Tomé y Fernando Póo.

Aquella indeterminación habría sido eliminada de haber dispuesto de algunos valores para puntos situados en los dos costados de tierra firme del Golfo, en Nigeria y el Gabón. De haber sido así, se hubiera visto con claridad la forma de ligar las curvas deformadas por la cadena de islas volcánicas, con las normales que habrían quedado determinadas a su entrada en el litoral del Continente Africano. Una más precisa determinación hubiera podido obtenerse mediante algunas, muy pocas hubieran bastado, observaciones marítimas salpicadas principalmente entre las islas de Fernando Póo, Santo Tomé, Principe y Annobón y el Continente. La limitación de tiempo, de medios econômicos asignados a este trabajo en el fondo, impidió siquiera pensar en esta amplitud de miras.

El examen de los croquis de conjunto para todo el Golfo, que para las tres variables D, H, Z, es ya tradicional representar por sus isolíneas y que aparecen en las Láminas XXV a XXVII, acusan decisivamente la perturbación producida por la cadena montañosa sumergida, jalonada por las islas hispano-portuguesas que se extienden entre Camerún y Annobón.

El trazado de las isógonas explica la popular opinión de los navegantes en estas regiones sobre la «locura» de sus brújulas. Un barco que efectúe el trayecto Lagos a San Pablo de Landa, tiene que cruzar forzosamente dos fajas de cambio brusco de rumbo en uno a dos grados, amén de las anomalías locales, que, como la registrada en Santo Tomé, si se suma a la regional, puede llevar el cambio citado a las proximidades de los cinco grados.

Las isodinámicas horizontales y verticales nos indican, por la forzada inflexión que toman entre las costas y el cordón de islas, la existencia de un eje de perturbación magnética paralelo y próximo a la línea determinada por aquellas islas.

# LUGAR APROPIADO PARA LA INSTALACION DEL OBSERVATORIO

De los Cuadros resumen de anomalías —números 18 y 19— anexos a este estudio y de los croquis magnéticos, tanto de isógonas como de isodinámicas que acabamos de analizar, se deduce que regionalmente la única zona apropiada para establecer un Observatorio, atendiendo a sus cualidades magnéticas, es la costera del Continente en Guinea Española. En esta zona se hallan situadas Kogo y Nomennam, las dos únicas estaciones del Continente que, con Punta Europa en Fernando Póo e Ilheu Bombóm en Príncipe, dan valores normales para las tres variables. Desgraciadamente, tanto el litoral como la región de Punta Europa, aunque en grado menor, son los terrenos menos sanos de la Colonia.

Tratando de armonizar las condiciones magnéticas con las climatológicas apropiadas para el hombre de la raza blanca, buscaremos los puntos de menor perturbación magnética en las zonas más saludables. Entre éstas, por su orden de preferencia, tenemos las de Moca y Basilé en la isla y las de Niefang y Evinayong en el Continente. Su calificación respectiva conforme a los Cuadros adjuntos citados es: 1,2; 3,1; 3,5 y 3,8. Evinayong, que ha sido utilizado para la instalación del Observatorio provisional en la expedición objeto de este trabajo, acusa anormalidades cuyos valores son: —67,3° para D, +399 γ para H y + 193 γ para la componente Z; estas grandísimas anomalías que, una vez conocidas y manteniendo un esmerado cuidado en la contrastación de aparatos, pueden salvarse en la mayor parte de sus inconvenientes, deben ser evitadas para obtener el funcionamiento normal de un Observatorio. Sin embargo, es tan importante la salubridad del lugar de instalación que, si es posible, y así lo creemos, encontrar en la región de Moca,

la más sana de la Colonia, unas pocas hectáreas en que por lo menos las anomalías que se presentan dentro de ella permanezcan constantes, consideramos preferible la instalación del Observatorio en este lugar antes que llevarlo a la costa del Continente donde, si bien las contrastaciones y marcha de los registradores sería normal, no habría técnico adecuado que pudiera explotar en forma inmediata y con continuidad suficiente la bondad de la situación de la instalación.

### CONCLUSIONES

Los cuatro objetivos asignados a esta expedición, expuestos en la primera página de la Introducción, pueden encontrar en este breve estudio cumplida comisión, sintetizada en las siguientes respuestas:

La variación diurna de la componente horizontal de la intensidad magnética presenta una amplitud de 40 a 70 $\gamma$ , que se estima normal para estas latitudes. Sin embargo, una observación en Santo Tomé en distintos días y horas da para esta amplitud el valor de 163 $\gamma$ .

La distribución de los valores de esta componente y sus valores absolutos se encuentran alterados por «accidentes» regionales, que se estiman independientes de la situación geográfica.

El eclipse de Sol influye sobre el campo magnético en la forma prevista por la teoria establecida por Chapman.

Por causa de las anomalías regionales y locales halladas, no se puede decir que se ha conseguido la obtención del «MAPA» Magnético de Guinea, dada la moderna precisión que encierra este término. Solamente se aspira a haber llenado una cimentación sólida que sirva de base al mismo. Se estima necesario completar las observaciones hechas ampliándolas a los países limitrofes de una parte y a los dos costados del Golfo de otra, y rellenarlas con otras observaciones marítimas en la bahía de Biafra y alguna mayor densidad de terrestres en lo que a la Guinea Española se refiere. Desde luego, se considera indispensable la observación de Annobón.

La zona que reúne mejores condiciones magnéticas para el establecimiento de un Observatorio permanente es la de la costa entre Bata y Cogo, más próxima a aquella población que a ésta. Sin embargo, las condiciones climáticas aconsejan, no obstante sus posibles anomalías, su establecimiento en Moca (Fernando Póo); las anomalías de carácter constante se salvan fácilmente una vez conocidas. La distribución mundial de Observatorios de este tipo es un factor que quizá aconseje llevar el de Guinea al Continente, en la región costera señalada.

Sería injusto terminar este trabajo sin dedicar un último explicito recuerdo a la memoria del que fuè Jefe del Servicio y es alma de este estudio. De haber vivido D. Fernando Presas de Bordóns, con más altos vuelos y en más breve tiempo, se hubiera dado a fin este estudio. Gravemente enfermo, desde su mismo lecho de muerte hasta sus últimos días, nos han guiado sus directivas e incluso su ayuda material, sin pensar que acaso esta excursión había reducido su ejemplar vida de trabajo. Dios lo haya acogido en el Cielo.

Course to the last of the same the state of the s MININGS OF THE PARTY OF THE PAR and the first say of the parties of The state of the s

CUADROS ANEXOS

CUADROS ANEXOS

## OBSERVACIONES EN EL AÑO POLAR - 1932-33

ESTACI	ONES	301 10	DE	CLINACI	ON	THE PARTY	Н			Z	
DENOMINACION	SITU	ACION	ARO	- 1932	1952	ANO	- 1932	1952	AÑO	- 1932	1952
DENOMINACION	P	λ (Madrid)	Fecha		0 /	Fecha	7	Ť	Fecha	τ.	7.
Fernando Póo								2 E			
Banapá	+ 3" 44,0"	+ 12° 28,0′	2 - XII	10° 7,3'	8° 33′	7 - XII	31.535	30.982	4 7 - VIII 9	- 8.464	- 9.294
Biappa (Concepción)	+ 3° 22,3′	+ 12° 21,3′	2 - IX	8° 59,4′	7° 26′	5 - 1X	30.765	30.730	4 5 - IX 7	- 9.410	- 9.859
Batanas	+3° 39,0′	+12° 20,0′	12 - X	10° 22,8′	8° 41′	15 17 - X	31.056	30.750	14 15 - X 17	- 8.741	_ 9.439
Моса	+3° 26,0′	+ 12° 25,0′	10 - VIII	10° 35,5′	8° 38′	12 16 - VII	30.335	30.210	11 12 - VIII 16	- 7.975	- 8.883
Rebola	+3° 44,0′	+ 12° 24,0°	8 - X1	10° 21,7'	8° 14′	13 14 - XI	30.853	30,770	11 13 - XI 14	- 9.088	- 9.905
Annobón (*)		101	TINT		rem at	alle II		97			
Annobón	+1° 26,0'	+ 9° 18,0′	14 - XI	12° 33,7′	11" 15"	16 17 - XI	28.566	28.017	15 16 - XI 17	- 12.897	- 14.075

<sup>(\*)</sup> Los datos 1952 para Annobón son deducidos, no observados.

Other HIR

## VALORES HORARIOS (periodo 20-II a 20-III, 1933)

D = 11° + décimas de minuto

HORAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Promedio
Días								The same of	uc I	-				She.	100	17.00	1000	1777-1678			2002		1 -24		WOOD, TO
Febrero 20 21 22 23	214 202 202 192	210 201 202 190	206 201 201 186	200 204 191 191	197 201 192 189	195 189 182 180	189 162 175 171	189 171 165 176	196 187 175 190	194 214 201 214	207 236 225 229	209 245 240 236	207 237 229 236	191 229 229 225	187 239 225 220	197 229 216 215	191 229 211 215	187 211 207 216	179 215 206 201	185 199 201 192	187 190 200 180	189 194 199 181	191 201 194 185	201 194 194 192	195.5 207.4 202.6 200.1
24 25 26 27 28	189 196 189 189 192	195 192 187 190 192	191 201 186 187 194	190 195 191 181 196	189 194 192 187 194	179 181 187 186 190	174 170 176 176 176	169 172 177 177 176	190 180 189 192 180	215 196 204 215 190	229 226 222 231 204	242 241 234 237 212	239 242 242 226 214	225 226 230 215 214	220 215 221 211 220	216 217 212 212 216	212 214 210 204 212	215 206 202 204 211	202 194 192 197 201	191 176 179 186 190	191 175 177 189 189	202 174 186 189 191	202 179 186 187 192	201 179 187 191 196	203.2 197.7 198.2 198.2 197.6
Marzo, 1 2 3	211 201 177	212 199 231	207 201 231	207 204 226	207 202 229	210 199 226	190 221	191 232	202 236	221 237	229 247	239 247	230 250	235	227	234 226	229 219	231 219	215 227 215	214 230 214	209 229 215	201 230 215	209 231 214	205 229 216	208.9 217.2 225.2
Austra 4 5 6 7	219 226 215 211	215 226 215	224 224 214 212	224 214	224 214	221 214	204 206	201 205	201	239 216 216	249 231 215 261	241 239 212 264	239 239 215 251	230 212 237	235 226 239	231 227 236	227 212 222	226 217 221	224 224 216 222	224 212 214 215	225 212 212 214	224 212 214 214	226 212 214 221	225 211 211 221	228.8 221.4 213.8 227.8
8 9 10	216 224 225	211 226 224 225	217 212 225	221 225 224	214 221 222	204 214 215	201 211 202	200 221 209	214 235 215	239 240 237	241 250 252	245 239 250	241 226 239	230 227 246	230 234 249	231 232 246	226 224 236	226 226 229	229 226 226	226 226 225	225 226 225	216 226 226	226 225 225	225 226 225	223.7 226.7 229.1
112 12 13 14 15	222 225 226 219 227 222	227 225 224 216 226	229 226 224 216 227	226 225 222 214 225 224	224 225 226 217 212	215 216 214 201 214	212 205 204 202 197	211 215 202 210 189	220 212 217 226 202	224 241 236 247 235	229 256 247 265 251	231 247 240 265 250	225 232 230 246 241	216 226 225 240 240	227 231 234 261 250	234 237 237 252 246	230 235 236 236 239	234 232 234 227 235	234 232 224 230 226	234 231 215 227 222	226 231 214 225 222	224 226 214 225 221	224 227 216 225 221	224 226 215 226 222	225.1 228.5 224.0 229.9 226.7
16 17 18 19 20	224 225 217 226	224 224 226 217 217	224 224 212 214 235	214 226 226 227	222 225 224 221 226	225 224 240 215 227	221 212 225 210 225	215 212 225 210 215	221 225 227 222 216	230 239 241 237 226	230 249 239 246 234	240 239 229 239 225	236 235 211 199 226	237 237 211 199 212	251 241 220 204 230	246 240 226 201 224	232 226 226 200 221	229 224 223 209 221	227 225 221 210 224	214 222 214 210 222	219 224 214 219 222	217 222 212 214 215	217 224 226 215 222	212 225 227 211 222	226.4 227.3 223.6 214.9 223.3
romedios	211.1	212.7	212.1	211.6	210.7	206.3	196.7	197.3	207.2	223.9	236.8	238.2	231.5	224.8	228.7	227.2	221.2	219.4	215.7	210.7	209.9	209.4	211.6	211.7	216.1

## VALORES HORARIOS (periodo 20-II a 20 III, 1933)

H = 30.000 + gammas

HORAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Promedio
Días					T JALL										101	-	- 10								
Febrero 20 21 22 23 24 25 26 27 28	294 328 374 316 311 304 295 308 325	290 327 325 318 320 312 299 313 328	293 336 316 335 312 317 319 328 331	298 360 314 332 317 320 321 329 341	303 355 316 342 319 333 317 326 340	314 332 311 341 328 325 309 327 340	321 334 313 345 332 328 321 331 346	357 350 317 345 350 334 328 355 369	361 359 323 362 352 359 344 375 380	341 366 337 369 337 355 357 379 399	346 365 337 357 331 335 341 361 401	346 333 334 354 291 336 327 357 357 388	304 294 304 344 303 316 320 340 373	313 254 306 297 260 291 301 301 350	309 221 288 258 248 276 285 308 340	309 200 302 229 247 278 279 302 332	309 249 304 240 271 288 277 296 326	311 262 283 246 252 288 277 289 315	289 284 278 246 231 288 284 294 315	307 285 287 298 268 284 279 304 316	321 297 294 274 285 287 300 308 321	321 300 297 278 331 303 319 332 322	313 352 328 287 313 317 293 322 322	325 293 340 332 302 293 304 321 323	316.4 309.8 313.7 310.3 300.4 311.1 308.2 326.1 343.4
Marzo 1 2 3 4 5 6 7 8 9	328 330 345 347 361 349 352 362 346 360	329 331 350 366 364 354 352 372 353 370	334 341 357 362 366 355 356 370 353 369	335 341 365 369 361 373 360 372	340 345 373 370 364 375 366 387	340 345 371 370 365 380 371 387	348 377 371 370 387 383 391	360 394 383 385 397 394 401	377 413 402 401 414 394 406	386 438 406 408 410 421 393 416	390 441 409 409 417 431 424 393 418	390 429 400 403 406 424 415 388 407	375 405 406 382 391 410 381 375 388	361 357 371 379 362 365 375	344 336 347 351 344 360 365	322 329 343 337 342 355 364	309 324 330 323 334 343 358	308 321 327 318 333 342 346	312 323 313 335 324 325 326 338 345 347	313 331 322 339 333 329 333 338 347 348	313 326 335 347 339 334 339 337 353 343	317 336 340 353 343 337 347 334 357 352	316 331 341 356 346 338 355 333 361 355	336 334 345 361 350 343 359 353 362 347	326.1 349.5 362.4 368.2 360.8 360.5 358.3 367.4 364.9 373.8
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	347 357 357 368 355 361 355 367 313 331	365 361 361 365 355 366 359 358 335 366	364 360 362 369 360 371 360 381 321 366	359 360 366 373 364 373 364 368 344 347	361 364 378 369 364 377 367 368 340 350	370 366 376 360 364 380 370 374 343 347	380 375 384 366 364 382 376 349 349 354	393 382 398 370 326 391 392 354 355 359	403 402 417 381 396 405 412 373 367 364	398 407 420 387 405 410 428 391 371 351	395 413 416 390 411 414 434 395 371 343	374 400 383 374 393 406 426 391 352 351	347 378 359 352 365 387 393 368 348 341	328 360 343 341 350 364 357 345 335 328	330 359 324 331 339 351 352 319 331 328	328 352 395 323 335 341 352 287 321 305	328 343 301 326 332 335 341 325 306 295	328 336 310 318 328 330 337 310 299 270	332 336 311 320 332 332 337 312 302 279	333 336 327 324 338 335 338 333 314 326	343, 337, 337, 333, 341, 336, 350, 344, 298, 315,	341 346 339 347 341 353 326 315 317	352 342 350 343 351 347 354 358 319 346	355 353 359 350 353 351 360 313 324 331	356.4 363.3 357.5 353.0 357.0 366.1 369.5 350.4 332.2 333.7
Promedios	339.5	313.6	347.0	349.2	352.2	352.1	356.8	366.9	382.4	388.4	388.8	377.8	358.9	338.3	320,9	341.9	312.0	307.1	310.0	310.5	202.7	330.5	335.9	227.0	345.3

## VALORES HORARIOS DE Z (período de 20-11 a 20-111, 1933)

7.800? + décimas de gammas

HORAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Promedios	C.
Días			107		ot			1					1	14 13				To the same						2 3	4	17 35	
	20 21 22 23 24 25	724 589 686 659 643 643	707 584 697 637 637 626	691 584 691 605 632 621	680 540 659 599 610 610	659 583 680 578 605 605	670 556 697 578 599 626	590 524 707 545 589 599	648 432 605 498 486 535	551 378 524 421 416 432	491 324 421 362 373 367	481 264 378 464 389 351	513 378 426 579 486 383	664 562 545 653 599 529	707 702 589 697 713 697	691 767 632 713 751 799	643 826 653 756 761 815	632 821 686 794 772 842	599 821 707 805 772 864	594 815 713 810 751 842	589 810 702 751 702 837	599 761 691 751 702 837	594 745 686 713 702 761	589 729 659 691 675 751	583 729 653 691 664 751	624.5 617.7 628.6 639.6 626.2 654.0	1.5
mile 3	26 27 28	729 718 643	724 707 594	675 691 589	686 697 583	691 643 578	697 653 605	643 648 632	529 545 529	378 437 421	324 378 308	335 394 270	373 486 389	464 610 529	632 605 626	778 605 626	821 610 686	859 614 724	907 617 751	886 745 713	859 724 707	859 724 707	610 664 675	767 653 637	751 648 626	672.0 616.2 586.6	0.0
Marzo	1 2 3 4 5 6 7	644 689 420 381 273 476 516	633 683 403 342 249 458 493	644 661 381 336 238 441 464	627 666 381 238 429	616 661 353 244 400	627 661 342 278 458	616 342 302 400	526 325 284 331	442 274 180 323	392 263 50 116 180	347 235 90 102 180 99	386 308 174 122 197 267	510 409 258 220 186 412	375 400 273 522	459 528 406 528	610 571 568 493 615	616 666 609 574 737	610 689 644 632 748	739 588 650 381 661 621 725	734 582 605 370 615 615 690	706 543 565 347 580 603 684	700 515 515 308 528 580 632	700 476 409 291 500 557 615	672 442 409 269 470 534 574	670,2 555,5 431,0 276,7 372,9 427,3 548,2	0.4 0.5 0.2 0.0 0.1
	8 9	551 481 452	545 458 435	528 435 423	534 423 389	522 418 371	470 394 389	412 348 377	331 255 278	209 244 174	139 284 122	186 394 151	302 510 226	435 592 290	452 557 145	470 563 307	528 632 418	632 684 586	632 644 679	609 621 650	603 580 621	574 557 609	545 534 568	516 493 557	487 470 545	467.2 482.1 406.7	0.0
	11 12 13 14 15 16	528 534 510 493 487 458 534	539 516 500 458 493 423 516	510 510 487 447 487 418 505	500 516 458 429 481 400 493	487 505 441 429 458 377 487	510 516 458 406 470 365 481	336 476 423 360 516 406 476	418 406 354 278 406 383 406	354 296 244 162 226 238 290	284 226 186 64 99 122	284 168 220 93 64 145	400 238 354 323 133 232	360 354 470 406 209 360 296	516 394 574 481 284 365 389	592 418 621 505 412 423 476	638 516 708 637 481 586 586	690 580 754 742 597 702 655	655 592 760 684 644 684 609	644 597 748 638 626 650 574	626 563 684 609 574 603 545	603 551 632 586 551 632 545	551 539 609 545 534 574 534	545 539 580 534 510 528 493	539 516 528 522 470 528 481	509.1 461.1 512.6 449.0 425.5 441.7 467.8	0.8 0.8 0.0 0.1
1	18 19 20	464 522 568	534	452 528 516	418 516 516	418 528 470	516 528 464	597 539 464	632 476 441	522 365 360	412 313 302	406 348 296	452 423 406	528 458 423	586 458 510	621 516 522	696 621 638	742 696 696	713 742 702	684 690 661	632 684	609 603 632	603 621 603	551 580 574	528 574 574	553.1 535.9 492.9	1.0
Promedios		552.2	540.4	523.8	521.4	511.4	519.0	498.7	436,0	341.6	265.5	260.6	342.9	444.3	508,3	566.5	635.1	692.7	700,2	676,7	650.6	627.5	603.0	575.8	559.6	522.9	

## VARIACION ANUAL POR MESES: D, H y Z

(REDUCIDAS A BASE UNICA)

MESES	D base = 10° + minutos	H base = 30225 + gammas	Z base = 8042 + gammas
1932	5555	3445	
Septiembre	33.4	133.1	119.9
Octubre	33.4	108.9	384.8
Noviembrè	34.6	116.0	385.9
Diciembre	33.2	105.6	362.8
1933	· 等 · 克 · 克 · 克 · 克	CHERNA T	
Enero	33,3	134.0	293.2
Febrero	32.3	121.1	253.4
Marzo	32.5	131.6	206.8
Abril	32.1	140.8	200,9
Mayo	30.7	141.5	207.8
Junio	30.0	146.5	201.9
Julio	29.8	139,6	= 141.1
Agosto	29.2	144.9	133.1

2001

2 2 2 2

# 34

# VARIACION HORARIA D, H y Z DE LOS DIAS 22, 24, 25 Y 26 DE FEBRERO DE 1933

HORAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2000									10	D -	1104	- décin	nas de	mint	ito	11.		1					17.	
Días		100				0 14	Torr	13.7		1	4			- 4			- T		703	Sav I	755	a 22.27	vas Y	
22	202	202	201	191	192	182	175	165	175	201	225	240	229	229	225	216	211	207	206	201	200	199	194	194
24	189	195	191	190	189	179	174	169	190	215	229	242	239	225	220	216	212	215	202	191	191	202	202	201
25	196	192	201	195	194	181	170	172	180	196	226	241	242	226	215	217	214	206	294	176	175	174	179	179
26	189	187	186	191	192	187	176	177	189	204	234	234	242	230	221	212	210	202	292	179	177	186	186	187
Promedios	194.0	194.0	194.7	191.7	191.7	182.2	173.7	170,7	183.5	204,0	225.5	239.2	238.0	227.0	220.2	215.2	211.7	207.5	248.5	186.7	185.7	190.2	190.2	190.3
											H = 3	0.000	+ gan	mas				1 10		-		=		1
	nn.	one	216	314	316	311	313	317	323	337	337	334	304	306	288	302	304	283	278	287	294	297	328	340
22	374	325	316 312	317	319	328	332	350	352	337	331	291	303	360	248	247	271	252	231	268	285	331	313	302
24 25	311	320	317	320	331	325	328	334	359	355	335	336	316	291	276	278	288	288	288	284	287	303	317	293
26	295	299	319	321	317	309	321	328	344	357	341	327	320	301	285	279	277	278	284	279	300	319	293	304
Promedios	321.0	314.0	316.0	318.0	320.7	318.2	323.5	332.2	344.5	346.5	336.0	322.0	310.7	289.5	274.2	276.5	285.0	275.2	270.2	279.5	291.5	312.5	312.7	309.
									13	Z = '	7.800	+ déci	mas d	e gan	mas	3	191		. 70			1		
22	686	697	691	659	680	697	707	605	524	421	778	426	545	589	632	653	686	707	713	702	691	686	659	653
24	673	637	632	610	605	599	589	486	416	373	389	486	599	713	751	761	772	772	751	702	702	702	675	664
25	643	626	621	610	605	626	599	535	432	367	351	383	529	697	799	815	842	864	842	837	761	761	751	751
26	729	724	675	686	691	697	643	529	378	324	335	373	464	632	778	821	859	907	886	859	810	810	767	751
Promedios	675.2	671.0	654.7	641.2	645.2	654.7	634.5	538.7	437,5	371.2	363.2	417.0	534.2	657.7	740.0	762.5	789.7	812.5	798.0	775.0	753.2	749.7	713.0	704

## BASES Y SENSIBILIDAD DE LAS BANDAS DE REGISTRO

GUINEA, 1952

CUADRO NUM. 7.

#### Declinación D

Nům.	Base - Valor	F	3	PER	1000 D	E VIO	ENCIA	
raum.	Dasc - value	ED	Dia	Mes	Hora	Día	Mes	Hora
	0	Sol	100.0	45	h m			h m
1 2 3 4 5	10 13 21	2,0	20	11	19 00	22	11	20 00
2	9 40 05	0,6	23	11	18 30	24	H	19 20
3	9 29 85	0,6	24	H	22 30	26	11	17 15
4	9 28 97	0,5	26	11	19 00	7	III	19 40
5	9 22 80	0,5	7	III	20 30	8	III	18 22
6 7	9 30 60	0,5	8	III -	18 50	9	III	18:30
7	9 36 60	0,5	9	III	19 50	20	III	6 25

 $D = B_D - O_D \times E_D$  Valor en el Observatorio a las  $12^h$  TMO del 10 de marzo de 1952  $D = 9^o \ 07,1' \ W.$ 

Intensidad horizontal H

CUMPING HOME OF	CU.	ADRO	NUM.	8.
-----------------	-----	------	------	----

Núm.	Base - Valor	EH		PEI	RIODO D	E A10	ENCIA	
Ivuii.	base = valor	LH	Din	Mes	Hora	Día	Mes	Hora
	т	18 6			h m			h in
1	30211	12,0	20	11	19 00	24	11	18 15
2	30258	12,0	24	11	22 30	26	II	17 15
3	30258	10,1	26	П	19 00	7	III	19 40
4	30035	3,0	7	111	20 30	8	HI	18 10
5	30062	3,0	- 8	Ш	18 50	20	III	5 25

 $H=B_H-O_H\times E_H$ Valor en el Observatorio a las  $12^h$ TMG del 10 de marzo de 1952  $H=29987,3\,\gamma$ 

CUADRO NUM. 9.

#### Intensidad vertical Z

Nida	Base - Valor	10		PEI	G OGOIS	E VIO	ENCIA	
Núm.	Dase - valor	Ez	Día	Mes	Horn	Dja	Mes	Hora
	1		30	138	h m	3		h m
1	- 11496	3,8	20	H	19.00	23	11	12 38
2	- 11465	3,8	23	п	13 50	23	П	16 40
3	- 11653	3,8	23	11	16 40	23	П	18 34
4	- 11636	3,8	23	П	19 15	24	11 -	18 15
5	-11618	3,8	24	II	18 30	24	П	19 20
6	11638	3,8	24	п	21 15	24	11	22 30
7	- 11662	3,8	24	П	22 30	26	H	17 15
8	- 11591	3,8	26	H	19 10	28	11	18 20
9	- 11601	3,8	28	П	19 00	5	Ш	17 50
10	- 11624	3,8	5	Ш	18 10	6	m	18 39
11	- 11607	3,9	6	Ш	18 40	7	Ш	20 20
12	- 11621	3,9	7	III	20 30	8	III	18 30
13	- 11468	3,9	8	Ш	18 50	11	III	18 20
14	- 11479	3,9	11	m	18 30	16	Ш	22 35
15	-11499	3,9	16	III	22 45	20	III	6 25

 $-Z=-B_2+O_2\times E_2$ Valor en el Observatorio a las  $12^4$ TMG del 10 de marzo de 1952 Z=-11324,9 T

#### 36

## VALORES MEDIOS HORARIOS DE LA DECLINACION - AÑO 1952

D = 90 + décimas de minuto

HORAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Promedios	C-I
Dias	-	****	400		126	165	140	140	148	151	136	133	129	127	114	121	118	115	114	112	109	111	114	117	128	0.0
Febrero 21 22 23	132	132	133	134	136 125	141	142	148	126	126	129	125	122	122	120	118	117	114	110	107	121	122	120	114 111	121 119 110	0.2 0.6 1.7
24 25 26 27 28 29	107 113 117 118 105	101 113 119 123 106	099 114 121 124	090 115 123 132	692 117 123 133	106 118 126 138	114 119 130 144	122 124 133 150	124 135 148 126	124 131 139 120 142	124 126 131 114 131	122 120 117 109 120	118 116 111 106 110	117 116 110 103 108	121 119 113 096 108	121 115 095 108	123 115 097 105	112 099 104	109 099 103	117 119 108 100 102	116 122 106 102 101	116 124 102 102 100	117 124 101 100 099	117 118 105 100	118 123 121 105 109	0.9 1.2 1.4 1.2 1.0
Marzo 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9	100 101 102 085 085 075 072 073	102 104 104 088 091 080 073 073	104 106 105 091 091 080 076 069	105 109 107 094 090 078 069	106 111 109 096 093 087 080 068	109 112 111 100 095 085 081 068	115 116 117 107 097 090 088 066	125 119 126 110 105 095 097 070 081 079	127 122 133 113 107 097 101 078 080 080	123 123 134 113 102 088 097 083 077 076	120 120 131 106 094 083 087 091 073 073	115 117 129 100 094 079 088 089 071 069	110 115 120 096 093 086 091 093 071 067	109 115 109 096 085 086 082 089 071 063	102 115 108 096 090 084 071 083 069 060	098 115 103 093 078 081 065 080 064 062	100 112 099 095 074 081 070 077	098 108 095 091 082 069 073	096 105 088 089 080 066 074	096 101 086 090 079 075 071	095 100 085 085 076 075 070 063 065	096 099 084 087 076 075 068 071 062 068	097 099 083 087 079 073 066 069 061 067	099 100 081 086 074 072 065 069 065 066	106 110 106 096 089 082 079 076 070 069	0.8 0.1 1.5 1.7 1.7 1.7 1.6 1.5 1.5 1.3
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	065 076 076 082 078 091 101 110 115 108	067 075 078 083 077 096 102 110 115 109	072 078 080 083 077 101 103 110 115 110	075 080 081 083 076 103 105 110 116	074 079 082 083 076 109 107 110 116 112	073 079 083 084 081 113 109 110 116 112	073 080 089 091 087 117 112 110 118	078 082 095 094 095 122 115 111 119	081 083 097 095 098 118 115 109 117	080 081 095 095 096 111 107 107 113	077 078 092 086 089 106 104 105 110	075 076 087 083 085 102 102 103 109	074 076 082 084 081 101 101 101	074 074 079 084 081 100 097 101 106	073 074 076 082 083 099 093 100 101	072 075 076 078 085 097 093 097	072 075 076 081 088 094 094 101 100	072 075 075 081 089 096 099 108 104	073 072 076 078 091 095 103 108 106	075 068 076 077 089 091 107 107	075 070 077 078 089 087 108 107	076 072 078 078 085 090 108 109 107	079 074 080 078 085 095 108 115 108	078 076 081 078 087 099 109 115 108	074 076 082 083 085 101 104 107 110 110	1.2 1.0 0.6 0.2 1.0 1.0 1.1 0.6 0.4 0.0
Medias	106	107	108	109	110	111	115	117	117	116	114	110	108	107	103	100	101	100	99	100	101	102	103	103	107	

# VALORES MEDIOS HORARIOS DE LA COMPONENTE HORIZONTAL (H) DE LA INTENSIDAD MAGNETICA - AÑO 1952

H=29.000+valor de la tabla, expresado en gammas

HORAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Promedio
Dias	300			ara.		TANK!			(la)												-3		001		
Febrero 21 22 23 24 25 26 27 28 29	944 945 936 949 938 960 944 945	943 945 936 949 939 964 947 955	942 944 936 954 942 972 949	940 944 936 959 946 974 958	940 944 935 960 946 974 959	941 943 934 958 952 977 956	940 940 934 957 963 982 967	937 933 954 972 984 965	936 931 950 979 990 981	935 927 951 979 995 994 976 003	935 924 922 954 991 000 003 996 015	934 923 923 957 994 001 998 985 008	936 924 925 963 995 001 990 975 985	939 939 966 989 988 979 955 973	940 930 963 975 986 967 934 960	941 934 962 975 953 925 962	942 936 963 959 944 922 955	942 939 967 950 922 953	943 942 946 937 954	946 944 953 924 947 950 959	946 942 957 954 946 955 946 961	946 938 958 956 955 966 948 960	946 936 951 959 944 951 952 961	946 936 948 922 961 939 944	941 938 937 956 964 972 963 951 971
Marzo 1 2 3 4 5 6 7 8 9	969 979 982 936 956 934 939 987 973	964 980 982 937 955 937 947 957 978 968	959 980 982 946 960 975 952 958 960 972	959 981 984 952 960 963 959 957 959 969	963 984 988 971 959 948 965 960 964 968	965 988 992 986 958 949 963 957 968 972	971 993 999 978 966 964 960 959 978 971	983 001 005 968 967 961 959 967 979 973	997 013 030 968 973 963 965 975 982 982	007 023 035 973 965 963 966 984 985 982	015 030 040 955 956 961 955 981 980 988	013 031 045 945 965 958 964 975 975 989	00I 026 031 940 959 953 963 963 970 983	990 020 986 946 950 947 947 963 964 973	970 009 966 948 943 940 928 966 958 970	967 001 975 934 916 938 935 962 945 963	968 993 973 925 867 936 935 951 944 954	970 988 963 924 874 928 933 954 954 963	970 985 935 926 914 915 932 946 961 956	973 985 925 930 926 913 960 967 956	975 984 899 946 924 915 938 968 951	975 983 932 942 900 923 949 957 964 969	975 983 905 940 934 942 956 959 976	977 982 945 945 933 936 960 966 962	978 - 997 - 979 - 948 - 941 - 944 - 951 - 961 - 967 - 970
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	969 983 972 978 977 970 978 975 978 980	969 982 974 976 976 972 972 975 981 981	973 987 976 975 977 972 972 974 981 982	968 986 979 979 976 972 971 975 981 983	968 984 982 981 978 980 978 978 978 983 984	970 984 982 974 979 985 976 981 985 988	971 985 982 991 978 986 980 982 987	974 991 984 999 981 993 984 995 996	979 001 991 005 991 994 993 001 006	982 008 999 014 002 000 999 005 014	984 011 003 017 008 010 005 013 017	987 012 004 014 011 010 004 016 019	981 999 997 007 009 996 999 008 011	972 979 983 999 990 977 999 001	966 968 975 990 986 985 962 988 991	966 968 976 984 984 982 963 972 978	973 968 984 977 975 963 966 977	966 967 981 966 972 968 969 979	969 965 979 966 969 967 970 982	976 960 971 975 963 962 968 970 982	971 964 975 951 948 969 970 979	974 973 976 948 957 969 969 978	983 974 984 977 963 960 971 972 978	985 973 980 978 964 966 976 976 979	974 982 984 988 980 979 978 983 989 983
Medias	963	963	963	964	965	967	968	979	984	989	987	987	983	984	974	969	967	967	967	967	965	964	966	966	972

## 38

# VALORES MEDIOS HORARIOS DE LA COMPONENTE VERTICAL (Z) DE LA INTENSIDAD MAGNETICA - AÑO 1952

Z = -11.000 - valor de la tabla, expresado en gammas

HORAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Medias
Dias					ning.	19.	118	417	5	133	115				0141				753	100	10-2		III		100
Febrero 21 22	348 347	346 348	347 348	348 348	348 349	349 351	347 352	344	338	333	333 331	335 355	348 341	343 341	344 341	336 344	346 347	341 345	342 343	334 342	344	346 351	347	347	342 344 341
23	336		337 332	335	338	346	347	343	342 337	336 330	335 328	336 340	336	345	347 341	338	332	332		323	325	327	328	334 327	338 330
24 25 26 27 28 29	335 327 347 346	336 332 331 352 348	332 328 353	332 328 353	331 325 353	331 331 353	326 327 352	322 322 344	324 316 336	332 312 332 331 317	331 312 329 334 316	331 317 325 341 314	335 324 329 344 316	336 331 342 347 322	332 352 347 327	330 348 350 329	326 342 350 328	342 346 328	343 338 329	333 342 341 332	342 344 339 332	344 348 339 331	343 344 340 332	343 345 335	328 344 343 326
Marzo 1 2 3 4	335 343 341 352	335 342 343 352	336 342 344 354	336 343 344 354 351	336 341 344 354 352	337 336 344 358 353	341 336 349 357 354	339 335 351 358 358	335 333 348 359 357	333 330 338 357 351	334 330 333 349 353	334 333 333 344 354	332 337 333 346 350	332 342 328 349 350	332 341 329 346 346	332 336 332 339 339	334 332 338 341 339	340 332 340 345	341 334 340 347	340 336 343 351 344	340 337 345 353 346	341 338 350 351 346	341 336 346 350 347	342 340 350 351 345	337 337 341 351 350
6 7	352 346 334	352 346 334	352 347 334	334	334	334	338	340	336	330	336 326	340 330	342 330	339 326	335	333 327 323	331 330	330	330	330 328	331 322 335	333 333 340	333 328 337	332 328 337	337 331 326
8	338	332	329	328	328	326	321	319 333 334	320 326 335	315 323 333	314 318 329	314 323 326	318 326 323	321 324 318	322 323 320 318	323 320 323	323 323 322	323 326 325	327 322	326 324	327 328	326 330	324 325	328 324	325 326
10	328	328	328	327	327	328	330																		201
11 12 13 14 15 16 17 18	325 321 335 338 341 344 334 336	325 322 337 339 341 347 334 335	326 324 337 339 341 346 332 335	324 325 337 339 341 346 333 336	324 324 337 339 342 347 334 336	326 327 340 337 344 346 333 335	329 327 345 341 346 342 333 334	327 326 342 341 342 336 332 332	322 326 334 335 335 332 327 328 327	319 325 326 331 328 226 324 326	318 323 319 327 324 321 320 326	317 325 316 328 323 319 323 326	316 325 317 335 328 323 328 325	317 326 322 339 331 323 325 326	318 330 328 335 335 323 324 327	319 332 331 336 338 327 329 325	319 332 331 337 341 327 332 327	317 329 332 333 340 329 333 331	317 327 331 337 341 331 335 333	316 328 333 339 341 328 335 334	316 330 335 339 338 328 336 334	319 335 337 340 339 333 337 334	321 335 339 341 342 335 338 337	321 334 339 342 342 335 337 337	321 327 332 337 338 333 331 331
19 20	336 333	335 333	334 334	334 335	334 335	334 337	334	331	327	322	321	323	324	320	320	322	324	327	329	330	330.	332	332	333	329 334
Medias	339	338	338	339	339	339	340	336	333	330	329	330	332	333	334	333	333	335	336	335	337	338	339	338	336

# CAMPAÑA DE GUINEA 1952 - FERNANDO POO

#### Resumen de valores reducidos

ESTACIONES	Lor	ıgitu	d E.	La	titud	N.	D	(W)	Н	Topret	1		X	Y	No Z
	0			6		127 7	.0	18, 77	7(8)	0	7	14	100	SHOETH HI	ATT TOTAL
Basacato del W. (Finca de Ligero)	8	37	45	3	34	40	8	27,31	0,30796	15	53	52	0,30461	-0.04528	-0,08768
Basacato del W. (kilómetro 30)	8	37	30	3	36	45	8	18,60	0,30952	15	23	56	0,30627	-0.04473	- 0,08525
Basilé	8	49	09	3	42	52	7	31,10	0,30989	17	02	42	0,30723	-0.04053	0,09501
Batete	8	30	55	3	26	00	8	25,00	0,30178	18	50	43	0,29853	-0.04417	-0,10300
Bococo	8	29	25	3	24	15		= 1	0,28710	17	46	50			-0,09207
Concepción	8	48	02	3	22	15	7	19,75	0,30994	17	26	20	0,30741	-0.03954	-0,09736
loco	8	45	06	3	18	45	9	08,30	0,29889	18	25	34	0,29510	- 0.04747	- 0,09958
Laca	8	55	45	3	43	25	8	15,82	0,31022	16	14	35	0,30700	-0,04459	- 0,09038
Moca	8	41	40	3	20	45	8	07,96	0,30341	16	31	06	0,30036	-0,04292	-0,08998
Musola	8	39	30	3	24	35	6	32,37	0,30923	15	10	05	0,30722	-0,03522	-0,08383
Santa Isabel	8	47	36	3	45	20	8	34,50	0,31688	15	41	47	0,31334	-0,04725	-0,08905
San Carlos	8	34	55	3	27	10	8	20,52	0,31363	17	20	15	0,31031	-0,04550	0,09791
Punta de Europa	8	43	18	3	46	25	8	17,11	0,30906	15	39	23	0,30583	- 0,04454	-0,08662
Basacato del E	8	54	50	3	36	50	8	43,45	0,31244	15	33	30	0,30883	-0,04739	-0,08699

## CROQUIS HISPANO-PORTUGUES DEL GOLFO DE GUINEA - 1952

Reducción a fecha (12º 10-111-52) de los valores obtenidos en Santo Tomé y Principe

E S T	ACIO	O N		16 363	DECLI	NACIO	N	H				Married 1		Z		
The Advantage of the Control of the	SITU	CION	Fecha	HORA		Observa-	Reducido	но	R A	Observa-	Reducido	но	R A	CALCULADO		Reducido
DENOMINACION	Latitud	Longitud	1952	Observación	Reducida	ción	Keducido	Observación	Reducida	ción	Reducido	Observación	Reducida	1	H.TgI=z	Keducido
Santo Tomé				10 OS		0) 0	IT-		1732   30 (172   170		W (1)		1775 1075		*	o men
Morro Peixe	0* 24,5	6" 38,7"	6-III	1534	1549	10° 16,9'	10° 15,8'	1024	1039	28.184	28.210	0952	1007	19° 53,5'	- 10.198	- 10.183
Base Leste	22,8'	43,6'	8-111	0842	0857	6° 57,0'	10° 02,8'	1018	1033	29.686	29,691	0929	0944	23° 35,8'	- 12.978	-12.968
Praia Nazaré	22,6'	42,1'	26-III	1402	1416	9° 25,9'	9° 23,0′	1423	1437	29.257	29.217	1503	1517	23° 39,3'	- 12.815	- 12.815
1dem	22,6'	42,1'	31-111	0958	1012	9° 27,9'	9° 25,0'	0922	0936	29,440	29.380	0851	0905	23° 42,2'	- 12.925	- 12.935
Base Noroeste	07,0	35,9'	27-111	1548	1603	10° 27,4	10° 25,2′	1613	1628	28.969	28.979	1641	1656	23° 42,1′	- 12.718	- 12.710
Lamaporco	01,5'	31,4'	28-111	0929	0945	11° 21,1'	11° 16,4'	1512	1528	27.988	27.993	1454	1510	22° 41,8′	- 11.705	11,696
AND THE PERSON OF THE PERSON O	1" 42,1"	7° 24,3'	1-IV	1548	1601	9° 25,3′	9° 21,8′	1652	1703	29.476	29,426	1632	1645	20° 41,8'	- 11.136	-11.141

<sup>(\*)</sup> Observado 7º 02,8'.

## CAMPAÑA DE GUINEA, 1952 - CONTINENTE

#### Resumen de vatores reducidos

ESTACIONES	Latitud N.	Longitud E.	D (W)	Н	- 1	х	Y	Z
	0 ' "	0 ' "	0 ,		0 '			
Abenelang	1 18 33	10 34 35	8 17,2	0,30199	-21 06,8	0,29885	0,04352	-0,1166
Acalayong	1 25 44	10 34 46	7 51,3	0,30078	-21 06,4	0,29796	0,04111	-0,1161
Acom	2 09 19	10 47 05	8 34,6	0,30976	- 20 25,0	0,30648	-0,04619	100000000000000000000000000000000000000
Acurennam	1 02 11	10 39 50	8 01,7	0,29774	-21 52,6	0,29482	-0,04158	100000000000000000000000000000000000000
Alen	1 51 12	11 22 28	6 50,4	0,30201	-19 51,6	0,29986	-0,03597	D11 62 200
Alep	1 50 52	10 03 17	7 49,9	0,30585	- 19 36,6	0,30300		100,000
Añisoc	1 51 03	10 45 45	8 19,2	0,30330	- 19 35,8	0,30018	-0,04389	150,000,000,000
Asoc	1 23 30	11 18 40	7 30,0	0,30567	- 20 45,6	0,30305	- 0,03990	- 3700000
Bata	1 52 48	9 47 12	8 37,6	0,30364	- 19 38,9	0,30020	- 0,04554	-0,1084
Bingocom	1 38 08	9 52 03	8 28,4	0,30363	- 20 14,1	0,30032	-0,04474	-0,1119
Bitica	1 25 24	9 37 17	8 39,5	0,30247	- 20 24,6	0,29902	-0,04553	-0,1125
Biyabiyan	2 09 20	11 08 25	7 07,4	0,30413	-21 16,4	0,30178	-0,03770	-0,1184
Cogo	1 05 24	9 39 54	8 44,0	0,29938	-21 16,7	0,29591	- 0,04546	-0,1165
Cucumaneoc	1 17 56	10 49 49	7 49,7	0,30023	21 31,5	0,29743	0,04089	-0,1184
Ebebiyin ,	2 09 25	10 19 43	7 43,8	0,30983	-18 56,4	0,30701	- 0,04167	- 0,1063
Eguong	1 59 45	10 58 15	7 20,5	0,31074	- 18 44,5	0,30819	-0,03971	-0,1054
Etembue	1 16 48	9 25 21	8 46,0	0,29815	-21 01,6	0,29467	-0,04544	-0,1146
Evinayong	1 25 36	10 33 40	9 09,3	0,29786	21 29,7	0,29407	-0,04739	0,11730
Leng	1 30 45	10 38 47	7 34,8	0,29784	-21 10,8	0,29524	0,03929	- 0,1154
Malen	1 43 21	10 30 20	8 31,0	0,31088	-18 35,2	0,30745	0,04604	- 0,10454
Melong	1 03 04	10 50 15	7 52,1	0,30428	- 21 48,6	0,30141	-0,30141	-0,12176
Micomesen	2 08 36	10 36 45	7 48,5	0,30796	- 19 00,2	0,30516	0,04184	-0,10604
Midong	1 23 30	11 14 25	7 10,3	0,30430	20 58,4	0,30187	-0,30187	-0,11663
Misión	1 25 55	10 34 50	8 03,6	0,30131	21 34,0	0,29833	-0,04225	-0,11910
Mongomo	1 37 49	11 19 00	7 36,6	0,30028	- 20 09,8	0,29764	- 0,03977	-0,11026
	2 03 13	9 57 53	8 11,4	0,30485	- 19 21,1	0,30174	- 0,04343	- 0,10707
	2 00 54	10 27 56	8 07,4	0,30709	- 20 00,0	0,30401	- 0,04339	-0,11177
Neumequie	1 34 07	10 21 49	9 14,5	0,30102	- 20 33,6	0,29711	- 0,04843 -	-0,11291
SATURATION AND THE COOK SECTION	1 09 35	10 34 02	9 05,3	0,29803	- 21 15,9	0,29427	-0,04707	-0,11599
liefang	1 50 35	10 14 30	8 51,1	0,30864	19 49,8	0,30496	-0,04749	-0,11131
Inomennam	1 17 19	9 36 00	8 44,0	0,30000	- 20 58,2	0,29652	-0,04555 -	-0,11498
	1 07 48	11 15 45	6 24,2	0,30217	- 22 09,8	0,30027	- 0,03370 -	-0,12309
	1 35 07	9 36 52	8 31,8	0,30156	- 20 20,0	0,29822	-0,04473 -	-0,11175
tio Campo	THE RESERVE OF THE PARTY OF THE	9 49 03	8 07,5	0,30516	18 29,0	0,30210	- 0,04313 -	-0,10201
emelón	1 53 12	10 35 22	6 04,7	0,29750	- 20 34,7	0,29583	- 0,03150 -	-0,11170

## ECUACIONES LINEALES DE DISTRIBUCION DE VALORES

(Deducidos por el método de minimos cuadrados)

		DECLI	NACIO	N	cc	MPONENT	TE HORIZON	TAL	COMPONENTE VERTICAL				
REGION	Número de ecuación conocida	Dm	A	В	Número de ecuación conocida	Hm (y)		В	Número de ecuación conocida	Zm (y)	+ 2,254 + 17,495	В	
1 9992	S = G =	0	4545	10 12 17	BEE T	4.7	DEC IN	Bid B T	304				
	13	- 8 09,4	+0,071	- 0,568	300		12 N 5 N	8 1 1			1 20000	TAY TOWNS	
Fernando Póo	9	8 23,4	- 0,227	- 0,229	14	30.714	+ 2,902	+ 3,362	14	- 9.177	+ 2,254	- 0,010	
	7	- 8 05,6	- 1,432	+ 4,175	6 5 5 0		100 St.		T. F. A.				
Quinea Continental	35	- 8 02,8	+0,296	+ 0,823	35	30.314	+ 11,278	+ 1,420	35	- 11,304	+ 17,495	- 4,049	
The state of the s	K ELEV	2 4			5	28.834	- 83,44	+ 280,11	5	- 12.086	+ 220,0	510,0	
Santo Tomé	5	- 9 40,8	- 5,5	+ 28,0	4	28.620	- 90,7	+ 303,3	4	- 11.865	+249,8	- 606,8	
Santo Tome.	4	- 10 20,4	- 1,723	+14,57	3	28.756	- 118,7	+ 354,9	3	- 11.921	+ 247,8	- 651,4	
Conjunto del Golfo	12	- 8 54,2	+ 0,411	+ 0,489	10	30.018	+ 5,72	+ 3,55	10	- 10.866	+ 18,669	- 0,024	

#### COORDENADAS MEDIAS

	FERNANDO POO						SANTO	TOME	CONJUNTO DEL GOLFO			
Núm. Estaciones	7	9	13	14	CONTINENTAL	3-H	3-2	4	5	12	10-H	10-Z
Σm	+ 3° 33,7′ + 8° 40,2′	+ 3° 35,9′ + 8° 42,7′			+ 1* 37,7′ + 1° 28,3′							

Ecuación normal:  $V = V_m + A (\Delta \phi)' + B (\Delta \lambda)'$ 

## CUADRO DE DISCREPANCIAS - GUINEA CONTINENTAL

ESTACIONES -	D	Clasifica- ción	Н	Clasifica- ción	Z	Clasifica- ción	Clasificación TOTAL
90 T T T T T			Y	No.	T.		
Abenelang	- 13,9	Am.	- 91,5	Am.	- 2,7	N.	— Ap.
• Acalayong	+ 9,7	Ap.	+ 10,9	N.	+ 71,9	Am.	Ap.
— Acom	- 56,7	A, G.	- 278,9	A. G.	+ 702,7	A. G.	A. G.
• Acurennam	+ 2,1	N.	+ 155,9	Ag.	+ 33,3	Ap.	— Ap.
— Alen	+ 23,9	Ag.	+ 342,9	A. G.	-377,9	A. G.	- Ag.
— Alep	+ 29,6	A. G.	- 157,6	Ag.	- 74,9	Am.	Ag.
— Affisoc	- 34,7	A. G.	+ 159,8	Ag.	- 346,3	A. G.	-Ag.
Asoc	- 4,4	N.	-341,7	A. G.	169,1	Ag.	— Am.
• Bata	- 5,5	N.	+ 61,9	Am.	- 32,4	Ap.	Ap.
• Bingocom	+ 4,2	N.	- 96,1	Am.	+ 43,0	Ap.	Ap.
Bitica	+ 8,9	Ap.	- 144,1	Ag.	- 57,7	Am.	Am.
— Biyabiyán	+ 13,0	Am.	+ 315,5	A. G.	+ 929,2	A. G.	— Ag.
• Cogo	+ 7,8	Ap.	- 57,0	Ap.	- 14,1	N.	- N.
• Cucumancóc	+ 1,2	N.	+ 99,3	Am.	+ 160,2	Am,	—Ap.
— Ebebiyin	+ 16,7	Am.	223,7	A. G.	— 82,6	Am.	—Ag.
- Eguong	- 8,8	Ap.	- 468,3	A. G.	- 495,5	A.G.	Ag.
Etembue	+ 14,9	Am.	+ 46,5	Ag.	+ 46,5	Ap.	Am.
Evinayong	- 67,3	A. G.	+ 399,0	A. G.	+ 192,8	Ag.	— Ag.
— Leng	+ 21,4	Ag.	+ 467,1	A. G.	+ 73,8	Am.	Ag.
—Malén	- 13,5	A. G.	- 706,9	A. G.	758,4	A. G.	A. G.
Melong	+ 2,9	- N.	- 473,T	A. G.	+ 178,0	Ag.	— Am.
Micomesén	- 1,7	N.	- 121,6	Ag.	193,4	Ag.	Am.
- Midong	+ 18,8	Am.	- 210,6	A. G.	- 76,1	Am.	— Ag.
Misión	_ 2,7	N.	+ 60,2	Ag.	+ 375,0	A. G.	— Ар.
Mongomo	- 15,5	Am.	+ 359,1	A. G.	-481,6	A. G.	— Ag.
• Ncombia	+ 8,8	Ap.	+ 73,4	Am.	- 27,8	Ap.	— Ap.
Ncue	- 11,2	Am,	-133,9	Ag.	+ 280,5	A. G.	Ag.
Neumequie	- 65,3	A. G.	+ 163,3	Ag.	- 47,9	Ag.	— Am.
- Nguolensoc	- 58,9	A. G.	+ 202,2	A. G.	-219,7	Ag.	Ag.
- Niefang	- 40,7	A. G.	-424,1	A. G.	+ 108,6	Am.	Ag.
• Nnomennam	+ 7,9	Ap.	+ 10,8	N	+ 50,6	Ap.	— N.
— Nsoc	+ 68,5	A. G.	-172,9	Ag.	+ 290,0	Ag.	— Ag.
Rio Benito	+ 14,1	Am.	+ 55,7	Ag.	+ 33,6	Ap.	— Ар.
— Río Campo	+ 15,0	Am.	+ 227,2	A.G.	- 191,6	Ag.	Ag.
— Temelón	+ 107,7	A. G.	+ 748,7	A. G.	+ 108,9	Am.	— Ag.

#### CUADRO DE DISCREPANCIAS - GUINEA MARITIMA

ESTACIONES	D	Clasifica- ción	Н	Clasifica- ción	Z	Clasifica- ción	Clasificación TOTAL
Fernando Póo			T'L	The !		THE S	
- Basacato del W. (F. ligero).	-16,4	Ag.	- 17,1	A.G.	-342	A. G.	—Ag.
Basacato del W. (km. 30)	- 6,5	Ap.	- 26,3	A. G.	- 639	A. G.	— Am.
— Basilé	+ 43,6	A. G.	+ 257	A. G.	+ 607	A. G.	A. G.
Batete	-18,6	Ag.	- 21	N.	+ 962	A. G.	Am.
Вососо	-	_	+ 1.334	A. G.	- 178	Ag.	- Ag.
- Concepción	-43,3	A. G.	- 382	A. G.	+ 296	A. G.	A. G.
— loco	67,0	A. G.	+ 524	A. G.	+ 425	A. G.	A. G.
Laca	- 1,3	N.	+ 464	A. G.	+ 160	Ag.	Am.
• Moca	- 5,3	Ag.	+ 12	N.	- 482	A. G.	— Ap.
- Musola	+ 92,7	A. G.	- 530	A. G.	995	A. G.	A. G.
Santa Isabel	- 18,3	Am.	- 420	A. G.	+ 78	Am.	Am.
San Carlos	- 13,7	Am.	1.050	Ag.	+ 428	A. G.	Am.
Punta Europa	- 0,0	N.	+ 250	A. G.	— 135	Ag.	Am.
Basacato del E	- 32,6	A. G.	+ 20	N.	354	A. G.	— Ap.
Santo Tomé		100	-77	100		in - 262	
Morro Peixe	- 2	N.	- 2	N.	171	Ag.	Ap.
Base Leste	- 49	A. G.	35	Ap.	259	A. G.	Ag.
Praia Nazaré	+ 51	A. G.	- 25	N.	+ 369	A. G.	— Am.
Base Noroeste	+ 25	Ag.	+ 91	Am.	- 66	Am.	- Am.
Lonaperea	- 20	Am.	- 92	Am.	+ 5	N.	— Ap.
Conjunto del Golfo		1176	100	3500		11 44	C BIRCH
Punta Europa (F. Pôo)	+ 23,7	Ag.	-	-	-		100
Basacato del Este (F. Póo)		4	+ 576	A. G.		-	-
Batete (F. Póo)	+ 17,1	Am.	- 343	A. G.	_	-	
Concepción (F. Póo)	-41,2	A. G.			-		1
Laca (F. Póo)		150	Name of the last	(AS)	+ 173	Ag.	- EE
Moca (F. Póo)	-01	227	- 188	A, G.	— 289	A. G.	
Acurennam (Continente)	-		-	- 21	+ 128	Ag.	- 2
Eguang (Continente)	- 10,7	Ap.	13-11	22	-	14	-
Ebebiyin (Continente)		-	_	=	+ 14	N.	
Misión (Continente)	= 1		- 143	Ag.	_	===	
Ncombia (Continente)	+ 12,1	Am.	+ 129	Ag.	- 30	Ap.	Am.
Cucumancóc (Continente)	- 2,8	N.		20	-	-	-
Cogo (Continente)	+ 12,1	Am.	- 24	N.	- 156	Ag.	Ap.
Rio Benito (Continente)	100	-	+ 37	Ap.	-	-	-
Santa Isabel (Continente)	-		-	770	+ 75	Am.	-
Praia Nazaré (St. Tomé)	- 32,4	A. G.	+ 203	A. G.	+ 260	A. G.	A. G.
Base Noroeste (St. Tomé)	- 0,7	N.	+ 4	N.	192	Ag.	Ap.
Lamaporco (St. Tomé)	+ 46,1	A. G.	-	12		=	-
Morro Peixe (St. Tomé)	+ 18,5	Am.	=	4.7 797.00	-		
liheo Bombóm	- 1,3	N.	- 265	A. G.	+ 14	N,	— Ap.
Annobón (*)	- 6,0	N.	1.575	A. G.	+ 537	A. G.	— Am.

<sup>(\*)</sup> Deducidos:  $D = -11^{\circ}15.4'$ , H = 28.017, Z = -14.075.

## CRITERIO CLASIFICADOR DE DISCREPANCIAS

DESIGNACION	DECLINACIO	N .	COMPONENTE HORIZO	NTAL	COMPONENTE VERTICAL		
	LIMITES	VALOR	LIMITES	VALOR	LIMITES	VALOR	
Valor Normal (N.) Anomalía Pequeña (Ap.) Anomalía Media (Am.) Anomalía Grande (Ag.) Anomalía Extraordinaria (A. G.)	$\begin{array}{c} \Delta D \gtrsim 0.01 \times D \\ 0.01 \times D < \Delta D \gtrsim 0.02 \times D \\ 0.02 \times D < \Delta D \gtrsim 0.04 \times D \\ 0.04 \times D < \Delta D \gtrsim 0.05 \times D \\ D > 0.05 \times D \end{array}$	5' - 6' 10' - 12' 20' - 25' 25' - 31'	$\begin{array}{c} \DeltaH \gtrsim 0,0015 \times H \\ 0,0015 \times H < \DeltaH \gtrsim 0,002 \times H \\ 0,002 \times H < \DeltaH \gtrsim 0,004 \times H \\ 0,004 \times H < \DeltaH \gtrsim 0,006 \times H \\ \DeltaH > 0,006 \times H \end{array}$	7 30 - 45 58 - 60 115 - 120 175 - 180	$\begin{array}{c} \Delta Z \gtrsim 0,002 \times Z \\ 0,002 \times Z < \Delta Z \gtrsim 0,005 \times Z \\ 0,005 \times Z < \Delta Z \gtrsim 0,01 \times Z \\ 0,01 \times Z < \Delta Z \gtrsim 0,022 \times Z \\ \Delta Z > 0,02 \times Z \end{array}$	18 - 22 45 - 50 95 - 105 190 - 215	

CUADRO NUM. 20.

## ANALISIS ARMONICO DE LA VARIACION DIARIA

Valores de  $a_n$  y  $b_n$  en la serie  $(a_n \cos nt + b_n \sin nt)$ 

COEFICIENTES	(minutos)	H (gammas)	(gammas)	COEFICIENTES	D (minutos)	H (gammas)	Z (gammas)
a <sub>0</sub>	0,00 - 3,86	0,00 9,81	0,00 + 4,25	b <sub>1</sub> ,	- 6,88	+ 1,65	+1,84
a	+0,16	+4,70	-1,43	b <sub>1</sub>	-1,51	- 2,52	-0,09
a <sub>k</sub>	+0,52	-0,79	+0,81	b,	+ 1,01 - 0,22	+1,07	-1,46
a,	- 0,21	- 0,75	- 0,04	b <sub>6</sub>	- 0,22 - 0,35	+ 0,14 - 0,48	+ 0,65
as	- 0,25	+1,78	- 0,30	ba	+0,17	+ 0,43	- 0,52 - 0,33
a <sub>6</sub>	- 0,42	- 0,42	- 0,08	b7	-0,24	- 0,13	+0,28
<i>a</i> <sub>7</sub>	+0,10	+0,32	- 0,10	b <sub>8</sub>	- 0,07	-0,58	+0,22
a <sub>8</sub>	-0,29	+0,00	- 0,04	b9	+0,17	+0,23	+0,24
<i>a</i> <sub>9</sub>	- 0,19	- 0,21	- 0,14	b <sub>10</sub>	- 0,07	- 0,07	- 0,24
$a_{10}$	+ 0,01 - 0,33	+0,22 -0,79	+ 0,01 + 0,03	b <sub>11</sub>	- 0,04	- 0,02	+0,04

## GUION DE CUADROS ANEXOS

- 1. Valores de las Observaciones de campo en 1932-33.
- 2. Observaciones registradas en Moca, Año Polar, Declinación.
- 3. Observaciones registradas en Moca, H.
- 4. Observaciones registradas en Moca, Z.
- 5. Variación Anual en Moca, Año Polar, de D, H y Z.
- 6. Variación Anual en Moca en los días inmediatos al eclipse.
- 7. Bases y sensibilidades en Evinayong para D.
- 8. Bases y sensibilidades en Evinayong para H.
- 9. Bases y sensibilidades en Evinayong para Z.
- 10. Valores horarios de D en Evinayong.
- 11. Valores horarios de H en Evinayong.
- 12. Valores horarios de Z en Evinayong.
- 13. Valores, observados, de campo en Fernando Póo.
- 14. Valores, observados, de campo en Santo Tomé y Príncipe.
- 15. Valores, observados, de campo en Guinea Continental.
- 16. Ecuaciones lineales de distribución. (Coeficientes A y B.)
- 17. Cuadro de discrepancias en Guinea Continental.
- 18. Cuadro de discrepancias en Fernando Póo, Santo Tomé, Príncipe y Annobón.
- 19. Criterio de Anomalias.
- 20. Coeficientes de las funciones armónicas.

#### GUION DE LAMINAS

- 1. «Croquis proyecto» en mapa 1 : 2.250.000 (soporte del magnético).
- II. Mapa Geológico de Guinea Española, por F. H. Pacheco.
- III. «Interpretación Tectónica» de Guinea Española, por Alías Medina.
- IV. Variación anual de D y H en el Año Polar, 1932-33.
- V. Variación entre 20-II y 20-III de 1933 de D, H y Z.
- VI. Variación horaria de H en el Año Polar. Días tranquilos y todos.
- VII. Variaciones horarias de H en distintos puntos de Guinea.
- VIII. Variación diurna media del período para D, H y Z.
  - IX. Variación durante el mes del período de duración para D, H y Z.
  - X. Variación diaria de H en dias inmediatos al eclipse.
- XI. Variación de D en días inmediatos al eclipse.
- XII. Variación de Z en días inmediatos al eclipse.
- XIII. Ajuste armónico de valores de D, H y Z (el día 25 en gran escala).
- XIV. Croquis regional de D en Fernando Póo.
- XV. Croquis regional de H en Fernando Póo. Con soporte.
- XVI. Croquis regional de Z en Fernando Póo.
- XVII. Croquis regional de D en Santo Tomé.
- XVIII. Croquis regional de H en Santo Tomé. Con soporte.
- XIX. Croquis regional de Z en Santo Tomé.
- XX. Croquis regional de D en Guinea Continental.
- XXI. Croquis regional de H en Guinea Continental. Con soporte.
- XXII. Croquis regional de Z en Guinea Continental.
- XXIII. Ejes y focos magnéticos perturbadores en Guinea Continental.
- XXIV. Isanómalas de Z en Guinea Continental.
- XXV. Croquis regional de conjunto de D en el Golfo de Guinea.
- XXVI. Croquis regional de conjunto de H en el Golfo de Guinea. Con soporte.
- XXVII. Croquis regional de conjunto de Z en el Golfo de Guinea.
- XXVIII. Extrapolación para Santo Tomé.

#### SAMINAL PROPERTY

Model are properly of the color of the color of the colorest the color the first and the first the first state of the first the first state of the first state o the state of the latest the state of the sta Tomo XXVIII

11

# TORMENTAS EN CORRIENTES TELURICAS Y SU RELACION CON LAS TORMENTAS MAGNETICAS

POB

LUIS DE MIGUEL Y GONZALEZ-MIRANDA
INGENIERO GEOGRAFO



TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

MADRID

MARKET SE DOMESTICTO CHOCKET FLOORS CARRENTE VI

DIVXX DWINT

3.1

TORMENTAS EN CORRESTES TELURICAS
Y SE RELACION CON LAS

3 O.1

ACMARIO SECUENCE DE SECUENCE D

## TORMENTAS EN CORRIENTES TELURICAS Y SU RELACION CON LAS TORMENTAS MAGNETICAS

Es sabido que las variaciones rápidas observadas en corrientes telúricas son producidas, de manera inmediata, por las variaciones del campo magnético terrestre, aunque el origen de ambos efectos debe buscarse en el Sol. Ya en un trabajo anterior (1) expusimos las analogías y diferencias existentes entre los saltos bruscos que se producen en los registros de corrientes telúricas y en los de variaciones del campo magnético, y como ampliación del mismo, nos proponemos hacer una comparación análoga con las llamadas tormentas geomagnéticas y electrotelúricas, que son perturbaciones de carácter persistente, que se manifiestan simultáneamente, aunque con distintas características.

Las variaciones observadas en corrientes telúricas son corrientes inducidas por las variaciones de las corrientes ionosféricas, siendo el campo magnético el vehiculo transmisor de la causa. Los torbellinos de corrientes ionosféricas crean un campo magnético que se suma al campo magnético permanente de la Tierra. Si las corrientes fueran constantes en intensidad y posición, no variaría el campo magnético y, por consiguiente, no habría corrientes inducidas en la corteza terrestre.

Pero si por una causa exterior la corriente de la ionosfera sufre variaciones más o menos rápidas, también se producirán en el campo magnético y, por consiguiente, en la corteza terrestre, sumergida en este campo magnético variable, se engendrarán corrientes inducidas de intensidad proporcional a dH dt. Así se encuentra la primera analogía en el tiempo: a toda variación del campo magnético terrestre corresponde una variación en la intensidad de la corriente telúrica. Y la primera diferencia: la intensidad de la corriente inducida no depende de la intensidad del campo que la ha producido, sino de la velocidad con que se ha producido su variación. Y así, las grandes variaciones del campo magnético pueden no tener su analogía en corrientes telúricas, si aquéllas han sido lentas. Pequeñas y hasta imperceptibles variaciones del campo magnético pueden originar grandes variaciones en corrientes telúricas si aquéllas han sido rápidas.

Es difícil dar una definición clara de tormentas electrotelúricas, porque los registros normales son siempre agitados, mucho más agitados que los correspondientes en geomagnetismo, hasta el punto que es difícil encontrar bandas de registro donde no aparezcan oscilaciones más o menos rápidas. Y como éstas tienen amplitudes variables, sólo puede decirse que el registro tiene carácter tormentoso cuando persisten durante varias horas, o varios días, oscilaciones de amplitudes superiores a las normales. Así se comprende que considerar un período perturbado como tormenta depende, en muchos casos, del criterio del observador. También ocurre, aunque en menor grado, en las tormentas magnéticas, por lo que en la relación de tormentas, dada por los distintos observatorios del Globo, sólo hay coincidencia cuando se trata de muy grandes perturbaciones.

Deben distinguirse dos tipos de tormentaas, atendiendo a su indicación: tormentas de principio brusco y de principio gradual o progresivo. Realmente son las primeras las que

<sup>(</sup>I) "Saltos bruscos en corrientes telúricas y su relación con los impulsos bruscos del campo magnético terrestre". L. G. C. 1954.

merecen el calificativo de tormentas, por presentar caracteres fácilmente definibles, mientras que las segundas, aunque a veces presenten variaciones de amplitud extraordinariamente grande, no son más que estados de agitación anormales.

Algunos autores admiten distinto origen para ambos tipos, y por esto vamos a considerarlas separadamente.

#### TORMENTAS DE PRINCIPIO BRUSCO

En los registros de variómetros magnéticos, las tormentas de principio brusco presentan tres fases bien diferenciadas (fig. 1). La primera se inicia con un aumento brusco de la in-

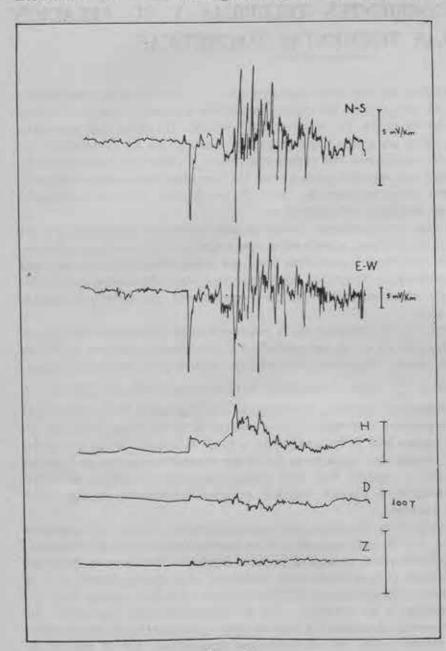


Figura 2

tensidad horizontal H, que se mantiene durante unas horas y corresponde a un aumento de intensidad en el sistema de corrientes ionosféricas. En la segunda fase, el valor de H decrece lentamente, hasta alcanzar un mínimo inferior al normal. Esto hace suponer que los torbellinos de corrientes ionosféricas tienen valores inferiores al normal o incluso han cambiado de sentido. En esta fase, llamada fase principal, se producen las mayores variaciones. Por último, tiene lugar la tercera fase, más o menos duradera, en la que se recupera el valor normal.

En corrientes telúricas no pueden distinguirse tales fases, puesto que lo que las distingue es el valor de H, que ha sufrido lentas variaciones. Unicamente el principio que ha sido brusco en magnetismo lo es también aquí. Pero mientras en la gráfica de H se aprecia un marcado escalón, en la de corrientes telúricas aparece una aguda lanza, como puede apreciarse en la figura 2. Es decir, que el valor primitivo se recupera casi inmediatamente, como tenía

que suceder, admitiendo los principios de inducción anteriormente expuestos.

Efectivamente, de las tres componentes del vector perturbación del campo magnético, registradas en las bandas de variómetros de Toledo, se puede deducir la dirección del vector perturbación que es casi horizontal —suele haber una ligera inclinación negativa— y dirigido hacia el Sur —la variación de inclinación es pequeña e indeterminada—. Un vector

ia-

ie-

inpue
nas
un
en
ionda
dealior
po-

de tieal amesta neiyoiltieera ideeera

icas
taque
alor
leniensido
o lo
cero
le H
esintes

agunede a 2. prii inenía

tico, ctor dirictor

Figura 1

merecen el cal tras que las se mente grande, Algunos a) rarlas separada

#### TORMENTAS

En los reg tres fases bien

> que suceder, Efectivan registradas er perturbación gido hacía el

campo que aumenta en esta dirección originara una corriente inducida en la masa de la corteza terrestre circular, en un plano perpendicular al vector y, por tanto, perpendicular a la superficie de la Tierra, y en tal dirección que por la superficie circulará de Este a Oeste y en el interior en sentido contrario. La corriente de superficie es la que recogen las instalaciones de corrientes telúricas y, en efecto, el primer impulso es siempre hacia el Oeste, con una pequeña componente Sur, resultando un vector perturbación dirigido no claramente hacia el Oeste, sino en la dirección dominante en el Observatorio de Toledo —W. 20° S—, debido, sin duda, a una anisotropía del terreno.

Cuando el campo magnético deja de aumentar, la corriente en la corteza terrestre es de sentido contrario, recuperándose así el valor normal. En la citada figura 2 puede observarse que la curva electrotelúrica es la derivada de la geomagnética.

Siempre el principio brusco de todas las tormentas tiene la misma dirección, predomi-

nantemente Oeste. Sin embargo, en ocasiones va precedido de otro mucho menos intenso en sentido contrario, que también se observa en los registros magnéticos. En la nueva clasificación de saltos bruscos, aceptada recientemente por el A. I. G. A., los primeros se consignan en los boletines mensuales con el anagrama s. s. c. y los segundos se distinguen con la indicación S. S. C. \*.

Sigue al salto brusco inicial un período de perturbación en el que se registran grandes oscilaciones. En magnetismo los valores medios se alejan del valor normal en la forma indicada en las distintas fases. No ocurre lo

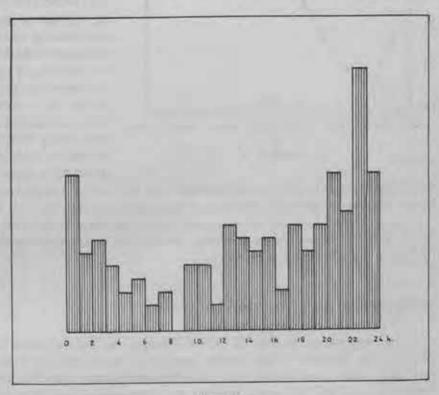


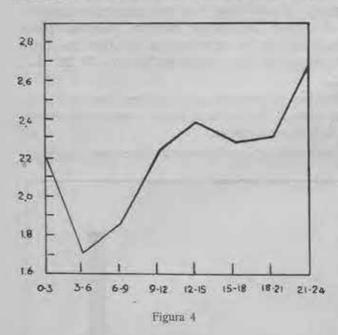
Figura 3

mismo en corrientes telúricas en cuyos registros los valores medios apenas sufren variaciones. En cambio, las amplitudes de las oscilaciones rápidas alcanzan valores considerables. Así, en Toledo, por ejemplo, donde es difícil encontrar una variación media diaria superior a los 2 mV/km., son frecuentes las perturbaciones superiores a los 20 mV/km., alcanzando algunas veces valores superiores a los 60 mV/km. En cambio, en magnetismo, donde las amplitudes medias de la variación diaria puede llegar a 50 γ, es difícil que se produzcan oscilaciones rápidas de amplitud superior a las 200 γ. Es decir, que la relación entre la amplitud de una oscilación y la de la variación media puede llegar a valer 30 en los registros telúricos y, en cambio, en los magnéticos no alcanza valores superiores a cuatro.

Así, pues, las tormentas magnéticas se caracterizan por sus amplias variaciones lentas, a las que se superponen oscilaciones de menor importancia. En cambio, las electrotelúricas se caracterizan por sus perturbaciones rápidas de gran amplitud, que se superponen a los valores medios normales de la corriente.

En corrientes telúricas no se distingue claramente la segunda fase, tan bien caracterizada en las tormentas magnéticas. Unicamente se aprecia un aumento en la amplitud de las variaciones que ocurre unas horas después del principio, siendo más frecuente las grandes amplitudes en las últimas horas de cada día, principalmente entre las 20h y la 1h, como puede apreciarse en la gráfica de la figura 3. En ella se indica la frecuencia con que se ha registrado

la actividad máxima en cada hora del día con los datos de las 160 tormentas reseñadas en los Anuarios correspondientes a los años 1951 a 1957. Más del 50 por 100 de las tormentas presentan su actividad máxima en el intervalo de cinco horas, antes señalado, y sólo el 22 por 100



tuvieron lugar en el intervalo de diez horas, comprendido entre las 3h y las 12h. En cambio, los principios de tormentas se presentaron indistintamente en todas las horas del día con la misma frecuencia, resultando así un intervalo de tiempo variable entre el principio de la tormenta y su actividad máxima. Es decir, que la fase intensa de las tormentas electrotelúricas no sigue el mismo comportamiento que la segunda fase de las tormentas geomagnéticas, no habiendo coincidencia entre ellas. Lo que ocurre en corrientes telúricas es debido a que, tanto en períodos de calma como en períodos perturbados, va creciendo la actividad a lo largo del día, a partir de la salida del Sol, primero lentamente y más rápidamente después, hasta alcanzar su máximo poco antes de media noche, como queda de manifiesto en la curva de la figura 4, donde se indica el

valor medio anual de la variación diaria de los índices trihorarios. Puede observarse un mínimo relativo de quince a dieciocho horas, que corresponde con el observado en la figura 3.

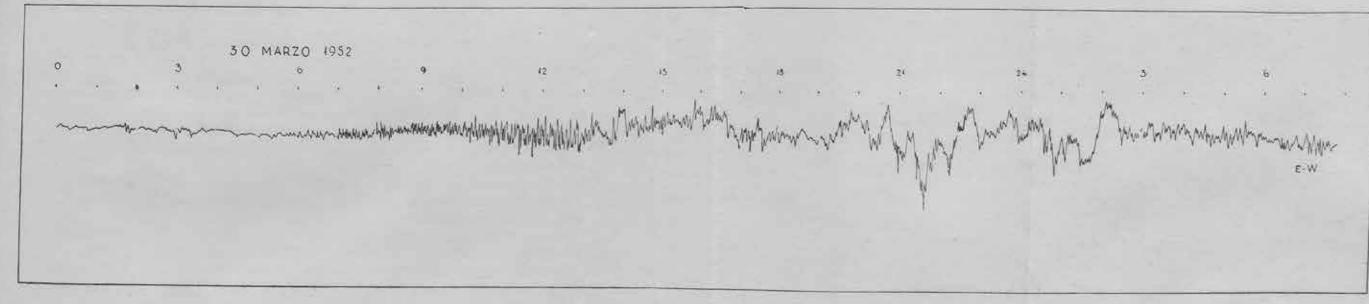
La actividad máxima en corrientes telúricas suele tener una duración de tres o cuatro horas. Cuando ésta alcanza grandes amplitudes, es frecuente que se reproduzca la actividad intensa a las veinticuatro horas.

#### TORMENTAS DE PRINCIPIO GRADUAL

Son muy raros los días de calma absoluta en los registros de corrientes telúricas. Es normal que siempre exista alguna perturbación de carácter vibratorio y período más o menos largo, que puede variar entre los diez segundos y algunos minutos, y de amplitudes muy variables. En días de calma pueden no alcanzar los 2 mV/Km. En días extraordinariamente perturbados pueden pasar de los 60 mV/Km., refiriéndome, como he hecho hasta ahora, a los datos obtenidos en el Observatorio Geofísico de Toledo, puesto que las amplitudes dependen de la resistividad del terreno en que está enclavado el equipo de observación, que en Toledo es muy pequeña, y por eso se obtienen valores pequeños con relación a los obtenidos en otros observatorios.

Pues bien, cuando un estado de gran perturbación persiste durante varias horas o durante varios días, produciéndose variaciones de amplitudes superiores a las normales, aunque no se observe ningún principio brusco, se le distingue con el nombre genérico de tormentas. Y son de principio gradual o progresivo cuando las perturbaciones van aumentando de manera progresiva (fig. 5). Las oscilaciones no suelen ser tan amplias como en el caso de las tormentas de principio brusco. Es difícil distinguir en éstas una fase intensa; sin embargo, las amplitudes varían a lo largo del día de la misma forma que en las anteriormente citadas, es decir, siendo más intensas en las primeras horas de la noche y disminuyendo de intensidad desde la salida del Sol hasta el mediodía.

Examinando la frecuencia con que se producen las tormentas de ambos tipos a lo largo de los años, puede observarse que son más frecuentes las de principio gradual durante los mínimos de manchas solares, y, en cambio, durante los máximos son más frecuentes las de principio brusco. Así, durante los años 1952 y 1953 se registraron 39 tormentas de principio gradual y sólo 16 de principio brusco. En cambio, en los años 1956 y 1957 hubo 46 tormentas de principio brusco y dos de principio gradual.



n-00

mlel así

iálas isde do en ito er-

ri-

estes sto el ní-3. tro

Es

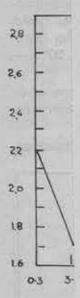
neny nte los len edo ros

duunende las las es

rgo nte las in-

Figura 5

la activida Anuarios tan su act



valor med nimo rela La ac horas. Cu intensa a

#### TORMEN

Son r normal quanos largo, variables, perturbad datos obte de la resir es muy pe observator

Pues rante var que no se tas. Y son manera pi tormentas amplitude decir, sier desde la s

Exam de los añ los mínim de princij cipio grad mentas de Es frecuente que en el transcurso de tormentas, tanto en las de este tipo como en las de principio brusco, que las oscilaciones acorten su periodo, haciéndose más regular en las primeras horas de la mañana, principalmente entre las 6h y las 12h; es decir, precisamente en las horas en que las amplitudes son menores. Aparece, pues, a estas horas una perturbación de tipo vibratorio, con un período que varía entre los doce y veinte segundos. Generalmente, cuando es intensa se reproduce a las veinticuatro horas durante dos o tres días.

Aunque es normal este tipo de perturbación en períodos tormentosos, también se produce, a veces, en períodos de calma, a las mismas horas. Por ser oscilaciones rápidas, tienen una mayor amplitud en los registros de corrientes telúricas que en los magnéticos, hasta el punto de que en muchos casos son claramente perceptibles en los primeros y pasan completamente desapercibidos en los segundos, a no ser que tengan sensibilidades elevadas, del orden de  $1 \gamma$  por mílimetro, como ocurre con el La Cour 180 de registro rápido, instalado en Toledo.

#### ORIGEN DE LAS TORMENTAS

Ya hemos visto que las tormentas en corrientes telúricas tienen el mismo origen que las tormentas magnéticas; por consiguiente, las teorías que tratan de explicar estas últimas serán aplicables a las primeras. Y así, para completar el estudio de las tormentas en corrientes telúricas, haremos un breve resumen de las diversas teorías sobre su origen. Todas coinciden en considerar al Sol como el generador de dichas perturbaciones; pero mientras unos sostenían que eran debidas a radiaciones ultravioletas, otros afirman que se trata de chorros de cargas corpusculares que son lanzados al espacio y alcanzan la Tierra en su recorrido.

Hulburt fué el principal defensor de la primera teoría. Admitía la existencia de radiaciones ultravioletas procedentes del Sol que originaban torbellinos de corrientes en la ionosfera. Si, por cualquier circunstancia, esta radiación aumenta de intensidad, se producirá una corriente en la región iluminada por el Sol, que se desplaza de Oeste a Este, originando la primera fase de la tormenta. Al elevarse la temperatura, las capas ionosféricas ascienden, y entonces en la capa inferior se origina una corriente inducida de sentido contrario, que es el origen de la segunda fase de la tormenta.

Con esta teoría pueden quedar explicadas las variaciones en el valor medio del campo magnético; pero no dice nada acerca de las variaciones rápidas que se superponen a la variación principal, y que son las que en realidad afectan a la perturbación de las corrientes telúricas. Esto sólo podría explicarse, admitiendo su teoría, suponiendo que la emisión de radiaciones ultravioletas no es uniforme en su continuidad, sino de una intensidad rápidamente variable, produciendo las variaciones rápidas del campo magnético que se superponen a las lentas antes explicadas.

Esta teoría ha sido desplazada por la teoría corpuscular, hoy universalmente admitida, y que tuvo como primeros defensores a Birkeland y Störmer. Establecieron su teoría suponiendo la existencia de anillos de corrientes polares y ecuatoriales en la ionosfera, engendrados por las cargas corpusculares procedentes del Sol. Consideraban que el haz corpuscular estaba formado por corpúsculos de un solo signo. Siendo así, las particulas se dispersarian rápidamente debido a la mutua repulsión electrostática. Lándemann salvó esta dificultad considerando que la corriente corpuscular era eléctricamente neutra, por estar formada por el mismo número de partículas positivas y negativas. Y partiendo de esta base, Chapman y Ferraro desarrollaron su teoría corpuscular, completada más tarde por Martyn, que es la que a continuación se resume.

En determinadas circunstancias, pueden escapar del Sol haces corpusculares, formados principalmente por protones y electrones en igual proporción, formando un conjunto eléctricamente neutro, que en su recorrido pueden alcanzar a la Tierra. Para explicar la enorme energía necesaria para producir la expulsión de estas particulas, tanto Milne, como Alfvén, Saha y otros han desarrollado teorias muy completas, pero no concordantes. Sin embargo, es evidente la presencia de estas corrientes corpusculares, que tienen una densi-

dad, en las proximidades de la Tierra, pero antes de estar afectadas por su campo magnético, de 1 a 100 partículas por centímetro cúbico. Naturalmente, al salir del Sol esta densidad, será mayor, puesto que en el camino se producirá una expansión lateral debida a la distinta dirección con que parten de la cronosfera solar, y otra expansión longitudinal debido a su diferente velocidad. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que estas expansiones son peque-

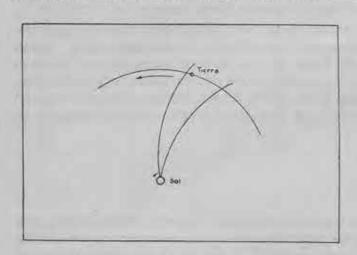


Figura 6

ñas, puesto que todas las partículas salen aproximadamente a la misma velocidad, que es de unos 1.700 kilómetros por segundo y casi en sentido radial, pudiendo considerar que el ancho del haz depende más bien del área de la zona activa o mancha donde se ha producido. Y de este ancho depende a su vez la duración de la tormenta que engendra, como vamos a ver. Debido a la rotación del Sol, el haz presenta una cierta curvatura en el espacio, como se indica en la figura 6, y en su desplazamiento en la dirección de la flecha adelantará a la Tierra a una velocidad de 0,056 radios terrestres por segundo, teniendo en cuenta que una rotación

del Sol se verifica en veintisiete días, aproximadamente (26° 9′ a 0° de latitud y 27° 3′ a 15°). Según esto, un haz que esté barriendo a la Tierra durante veinticuatro horas deberá tener un ancho de 13° 3′, que corresponde a unos 5.000 radios terrestres en su órbita.

Como el radio de curvatura del haz es muy grande en las proximidades de la Tierra, su borde puede considerarse como un plano conductor, ligeramente inclinado con respecto

al plano que contiene al eje del Sol y a la Tierra. El plano conductor se acerca al campo magnético creado por el dípolo magnético terrestre, y entonces en su superficie se originarán corrientes eléctricas, cuyo campo se opondrá al que las ha creado.

El efecto magnético es equivalente al que produciría un dípolo imagen b, figura 7, situado en el interior del haz corpuscular, simétrico del dípolo tierra a con respecto a la superficie límite del haz. Las líneas de fuerza se comprimirán unas contra otras, y, por tanto, la intensidad del campo magnético sufre un rápido aumento. Esta es la primera fase de la tormenta. Aparece así una fuerza entre el campo magnético terrestre y la superficie del haz, que produce una disminución de velocidad en el movimiento hacia la

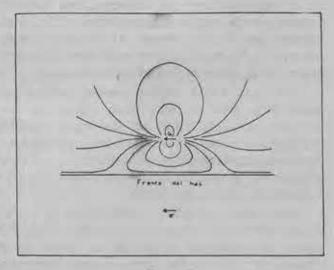


Figura 7

Tierra de dicho haz. En su superficie, antes plana, se produce entonces una distorsión, apareciendo una concavidad frente a la Tierra, tal como se indica en la figura 8, donde se representa la sección ecuatorial de las sucesivas posiciones del frente del haz.

Los protones y electrones que le constituyen, en presencia del campo magnético terrestre, se orientan en opuesto sentido, y las paredes de la concavidad formada se cargan positiva y negativamente; pero el conjunto es asimétrico puesto que las masas de los protones son muy superiores a las de los electrones. Y así, en su avance, el radio de giro de los primeros es mayor que el de los segundos, y cuando han sobrepasado la Tierra suficientemente, terminan por envolverla, creándose una corriente, cuyo campo magnético se opone al propio de la Tierra, debilitándole. Es la segunda fase de la tormenta, Durante la tercera fase, el haz va pasando hasta que termina por perderse y desaparecer sus efectos.

Después de formulada esta teoría y admitida universalmente, con muy ligeras variaciones, surgió una nueva hipótesis, debida a Yoshio Kato, quien ha comprobado, durante los
eclipses, y con una larga serie de observaciones, que la segunda fase de las tormentas responde prácticamente a la anterior teoría. Pero este autor afirma que la primera fase es
producida por una radiación solar que se propaga con la velocidad de la luz, con una longitud de onda correspondiente a las radiaciones ultravioletas extremas, volviendo así a la
teoría de Hulburt para explicar el principio brusco y el aumento del valor del campo magné-

tico en la primera fase. Confirma Yoshio Kato su teoría al estudiar la relación entre la intensidad de rayos cósmicos y las variaciones en el campo magnético en período tormentoso, encontrando un decrecimiento en la primera que corresponde precisamente con la segunda fase de la tormenta, y en su favor cita las observaciones de numerosos investigadores que han relacionado las variaciones de intensidad de rayos cósmicos con las tormentas magnéticas, si bien algunos consideran que esta variación es anterior en varias horas al principio de la tormenta. Deduce Yoshio Kato la velocidad de propagación del haz corpuscular, que resulta ser de 5.000 a 7.000 Km./seg., teniendo en cuenta el tiempo transcurrido

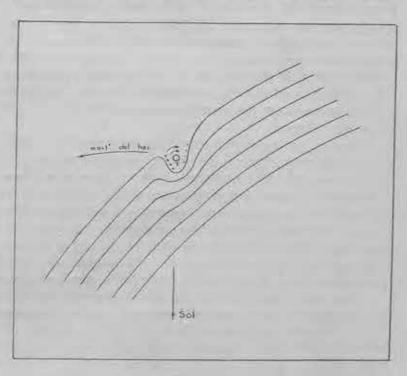


Figura 8

entre el principio brusco y el comienzo de la fase principal, que es el tiempo empleado por el haz corpuscular en salvar la distancia del Sol a la Tierra.

Esta cifra no está de acuerdo con la hallada por Chapman, que es inferior a los 2.000 Km./seg., deducida del tiempo transcurrido entre una fulguración cromosférica y el principio de una tormenta que él considera engendrada por el chorro corpuscular originado en dicha fulguración. De todas formas es difícil determinar qué fulguración cromosférica es origen de una tormenta, puesto que, en general, las tormentas se producen cuando en el Sol hay manchas activas en las que se producen numerosas fulguraciones.

Por último, deben citarse los trabajos de E. Thellier, que admite la teoría corpuscular, sin reservas, como origen de toda tormenta magnética; pero considera que las tormentas de principio brusco son de origen eruptivo, mientras que las de principio gradual son debidas a la radiación de partículas más o menos continuas, procedente de las regiones M. de Bartels. En el primer caso la proyección de partículas, originada en una erupción cromosférica, cesa rápidamente. Su efecto en la Tierra se mantiene durante varias horas o días, debido a la expansión longitudinal del haz corpuscular por no llevar todas sus partículas la misma velocidad. En cambio, el chorro de partículas procedente de las regiones M se mantiene durante largo tiempo, a veces durante varias rotaciones solares, dando lugar a una recurrencia de veintisiete días en las tormentas. Es decir, que según Thellier, las tormentas de principio gradual tienen tendencia a reproducirse cada veintisiete días, cosa que no ocurre con las de principio brusco.

Con los registros de corrientes telúricas del Observatorio de Toledo se han tratado de comprobar los principales puntos expuestos en las citadas teorías, y así se ha visto que, con alguna frecuencia, unas veinticuatro horas antes del principio brusco de una tormenta se han registrado saltos bruscos del tipo p. s. e. Este hecho está de acuerdo con la teoría de Chapman, admitiendo que el salto previo es producido por las radiaciones ultravioletas procedentes de la región activa del Sol, en la que se produce simultáneamente una misión corpuscular que llega hasta la Tierra a una velocidad de unos 1.700 Km./seg., que es la que corresponde al intervalo antes hallado.

Por otra parte, admitiendo la teoría de Yoshio Kato, debería encontrarse en los registros telúricos una marcada diferencia entre la primera y la segunda fase, puesto que sus causas son diferentes y, sin embargo, en la mayor parte de las tormentas no se halla. En las que se distingue una fase activa o intensa diferente de la preliminar, tiene lugar de seis a dieciocho horas después del comienzo de la tormenta, generalmente a las mismas horas del día, independientemente de la hora del princípio, como se vió anteriormente. Este retraso correspondería a velocidades corpusculares comprendidas entre los 2.300 y 7.000 Km./seg. Además, las fulguraciones cromosféricas emiten radiaciones ultravioletas que producen saltos bruscos aislados. Como la primera fase de la tormenta no consiste en un solo salto brusco, sino en una serie de variaciones, continuadas durante varias horas, habría que admitir que la emisión corpuscular iba acompañada en el Sol de una intensa perturbación persistente durante este tiempo.

Ninguna de las teorías expuestas se detienen a explicar las grandes y rápidas variaciones que aparecen durante las tormentas en corrientes telúricas, y que son las que le dan un carácter peculiar. Sin embargo, Martyn, apoyando la teoría de Chapman, apunta como efecto secundario que del haz corpuscular que se acerca a la Tierra escapan partículas cargadas, que penetran en la atmósfera siguiendo las líneas de fuerza del campo magnético terrestre, y a una velocidad que Meinel ha considerado del orden de 10° cm./seg., es decir, unas diez veces mayor que la velocidad de régimen del haz al acercarse a la Tierra, pero antes de entrar en la acción de su campo magnético. El aumento de velocidad es producido por las aceleraciones que sufren las partículas electrizadas por la acción del campo magnético terrestre.

Estas partículas alcanzan las más bajas capas de la atmósfera precisamente por los polos, produciendo unos efectos luminosos, que son las auroras.

La irregularidad con que se origina la penetración de partículas, principalmente protones, es la que origina irregularidades en el campo magnético terrestre, produciendo variaciones rápidas, que son al fin las que caracterízan a las tormentas en corrientes telúricas.

Considerando de gran interés la teoría de Thellier sobre los distintos orígenes de los dos tipos de tormentas mencionadas, se han revisado las tormentas de los diez últimos años —de 1948 a 1957— tomando de los anuarios, al azar, 50 tormentas de principio gradual y, separadamente, otras 50 de principio brusco, para construir unos diagramas de recurrencia, siguiendo el camino indicado por Bartels y anteriormente empleado por Chree y otros autores.

Para la construcción de estos diagramas se ha tomado como índice diario de perturbación la suma diaria de los índices trihorarios de cada día. Para cada grupo de tormentas se han colocado en columna los índices correspondientes a los días de principio de cada tormenta. En la misma fila de cada índice se han colocado, correlativamente, a un lado y otro, los índices correspondientes a los sesenta y cuatro días anteriores y posteriores. Sumando por columna y hallando valores medios se han trazado los diagramas de la figura 9, en los que el superior corresponde a las tormentas de principio brusco y el inferior a las de principio gradual.

Puede observarse, como observaron los autores anteriores en las tormentas magnéticas, que el primer diagrama es muy irregular a ambos lados del máximo central correspondiente a los saltos bruscos origen de las tormentas, observándose únicamente un mínimo muy marcado, previo a este salto brusco, debido a que las horas e incluso los días que preceden a una tormenta intensa suelen ser de gran calma. En cambio, en el diagrama inferior se observan unos máximos muy marcados que se reproducen cada veintisiete días. También aparecen máximos secundarios intermedios, separados entre sí el mismo período de tiempo.

Los resultados así obtenidos están de acuerdo con la teoría de Thellier, y según esto parece que las tormentas de principio gradual pueden reproducirse cada veintisiete días y no así las de principio brusco. Sin embargo, la realidad es distinta. Examinadas las tormentas antes citadas, hemos reunido en grupos las que forman recurrencia. De las 213 tormentas registradas, 90 se encuentran en los grupos formados, y en ellos aproximadamente la mitad

son de principio brusco y la otra mitad de principio gradual; es decir, que hay un gran número de tormentas de principio brusco que presentan recurrencia.

En cambio, la mayoría de las tormentas que no presentan recurrencia son de principio brusco, y así resulta que entre las 50 tormentas elegidas de principio brusco para la construcción del diagrama, hay una mayor proporción de tormentas no recurrentes y este es el motivo del resultado obtenido.

De estos resultados deducimos que la probabilidad para que se reproduzca una tormenta a los veintisiete días es mayor para las tormentas de principio gradual. El resultado es lógico considerando la existencia de las regiones M de Bartels en el Sol, produciendo de ma-

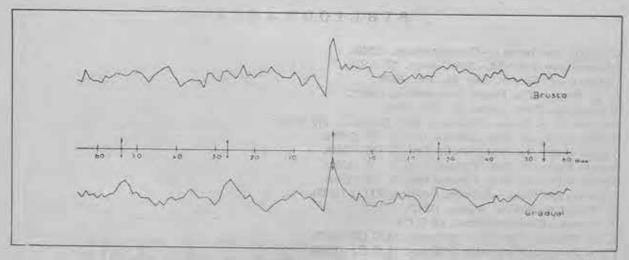


Figura 9

nera continua durante varios meses chorros corpusculares que, al alcanzar la Tierra, producen las tormentas de principio gradual. Por otra parte, en las manchas solares activas pueden producirse fulguraciones cromosféricas que originan también chorros corpusculares, que al ser producidos de manera brusca presentan un frente bien limitado, capaz de producir el principio brusco del primer tipo de tormentas. Por ser de corta duración las fulguraciones no presenta normalmente el fenómeno una recurrencia de veintisiete días. En las manchas activas se producen gran número de fulguraciones a lo largo de su vida, la mayoría de los cuales, por su situación y por las limitadas dimensiones del haz electrónico, no producen efecto sobre el campo magnético, porque el haz que mejor llamaríamos nube electrónica en su trayectoria no alcanza a la Tierra. Pero la mancha activa puede tener una vida superior a una rotación solar. Y así es posible que al cabo de una rotación completa vuelva a producirse en ella una nueva fulguración que afecte a la Tierra por encontrarse la mancha en la misma posición. Así queda explicado que también las tormentas de princípio brusco pueden reproducirse a los veintisiete días, y, efectivamente, en nuestros grupos de tormentas recurrentes encontramos algunos de tres o cuatro tormentas en los que todos son de principio brusco, y seguramente su origen está en una misma mancha, persistente durante varias rotaciones.

Algunos grupos de recurrencia tienen tormentas de ambos tipos. Está demostrado que una región M no puede contener manchas solares, incluso es más frecuente su formación, durante los mínimos de manchas, pero una vez desaparecida la actividad de la región M, puede aparecer en sus proximidades un grupo de manchas activo y de esta forma puede explicarse la anterior circunstancia.

He aquí, pues, un problema que, si bien ha sido extensamente tratado por muchos autores, aún no se ha llegado a resultados definitivos, generalmente por falta de datos suficientes. Durante el presente A. G. I. se están intensificando por todos los observatorios las observaciones solares, y es de esperar que se llegue a un más claro conocimiento de las regiones M, cuya existencia se presume pero que aún no han sido reconocidas. En efecto, Waldmeier las relaciona con las regiones C de la corona solar distinguidas por su intensa línea verde de longitud 5303 A. Wulf y Nicholson observan la coincidencia de su nacimiento con

las radiaciones ultravioletas de los flócculi de calcio e hidrógeno. Allen las identifica con cierta actividad en la corona solar. Kiepenheuer con las áreas de filamentos próximas al meridiano central.

Es, por tanto, preciso intensificar el estudio de las tormentas y su relación con toda clase de fenómenos solares que tengan lugar durante las mismas y antes de ellas, tales como manchas, fulguraciones, protuberancias, radiaciones H, etc. Las instalaciones de corrientes telúricas aportarán nuevos datos que contribuirán al esclarecimiento de los problemas que hemos tratado de plantear y que no dudamos quedarán resueltos en los próximos años.

#### BIBLIOGRAFIA

Chapman and Bartels.—Geomagnetism. (1940). Chapman and Ferrano.—Terr. Magn. 36 (1931).

CHAPMAN.-J. Geofch. Res. 55, 361 (1950).

S. K. Mitra.—The Upper Atmosphere. (1952).

Waldmeier.—Terr. Magn. 51, 537 (1946).

PRABHAT K. S. GUPTA.—Indian J. Met. Geoph. 5, 179 (1954).

Yoshio Kato.—Se Rep. Tohoku Uni, 1, 23 (1949).

Yoshio Kato.—Se Pep. Tohoku Uni, 2, 153 (1950).

Yoshio Kato.—Se Rep. Tohoku Uni, 4, 5 (1952).

Yoshio Kato.—Se Rep. Tohoku Uni, 5, 75 (1953).

MIYAZAKI AND WADA.—J. Geom. Geoelec., VII, 1 (1955).

E. THELLIER.—Colloq. intern. (1947).

J. SANCHO.—Geomagnetismo. (I. G. C.)

L. DE MIGUEL.—Corrientes telúricas. (I.G.C.) (1949).

L. DE MIGUEL.—Corrientes telúricas. (I.G.C.) (1950).

L. DE MIGUEL.—Saltos bruscos en corrientes telúricas (1954).

# BOLETIN SISMICO

PRIMER SEMESTRE · AÑO 1956

# BOLETIN SISMICO

PRIMER SEMESTRE AND NO

Tomo XXVIII

HI

# BOLETIN SISMICO

PRIMER SEMESTRE - AÑO 1956

Depósito Legal M-7387-1958



MADRII

TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO V CATASTRAL

1 9 6 0

MEMORIES LIEL INSTITUTO GEOGRAPHO Y CATASTILAL

HIVOOC OFMOT

931

# BOLETIN SISMICO

PRIMER SEMESTRE - AND 1956

SHE DEED MOST COMMENT

THE REAL PROPERTY AND ADDRESS OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO PERSONS AND ADDRESS OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO PERSONS AND ADDRESS OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO PERSONS AND ADDRESS OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO PERSONS AND ADDRESS OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO PERSONS AND ADDRESS OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO PERSON NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN COLUMN TWO PERSON NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN COLUMN TWO PERSON NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN COLUMN TWO PERSON NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN

## LABORATORIO CENTRAL DE SISMOLOGIA

La situación geográfica y los equipos que constituyen los Observatorios dependientes del Laboratorio Central de Sismología, son los siguientes:

## OBSERVATORIO SISMOLOGICO DE ALICANTE

COORDENADAS

Lat. = 38° 21' 19",22 N. Long. = 0° 29' 14",06 W. Gr. a = 35 metros. Subsuelo = Cretáceo superior.

SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA Kgs.	PERIODO To	AMPLIFICA- CION — V	ROZAMIENTO  r To	AMORTIGUA MIENTO — §
Mainka	1 1000000	1.000	11,1 10,9	287 513	0,003	4,8
Wiechert	22	800	0,5	200	0,004	4,4

## OBSERVATORIO GEOFISICO DE ALMERIA

COORDENADAS

 $\label{eq:Lat.} \begin{array}{l} \text{Lat.} = 36^{\circ} \ 51' \ 09".07 \ \text{N.} \\ \text{Long.} = 2^{\circ} \ 27' \ 35".18 \ \text{W. Gr.} \\ \text{a} = 65 \ \text{metros.} \\ \text{Subsuelo} = \text{Tosca marina (Caliza del plioceno).} \end{array}$ 

SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA Kgs.	PERIODO To	AMPLIFICA- CION - V	POZAMIENTO  To To 3	AMORTIGUA- MIENTO §
Mainka	EW.	750	6,8	270	0,010	2,02
	NS.	750	9,6	384	0,024	3,42
	Z	500	8,8	427	0,016	2,31

## OBSERVATORIO SISMOLOGICO DE MALAGA

COORDENADAS

Lat. = 36° 43′ 39″ N. Long. = 4° 24′ 40″ W. Gr. a = 60,3 metros. g = 9,799. Subsuelo = Caliza triásica.

SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA — Kgs.	PERIODO To	AMPLIFICA- CION V	ROZAMIENTO r To <sup>2</sup>	AMORTIGUA- MIENTO - §
Málaga Vertical	NESW.	1.600	2,8	780	0,03	2
SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA — Kgs.	реноро Т <sub>0</sub>	PERIODO To	AMPLIFICA- CION — V	AMORTIGUA- MIENTO - §
Victoria	Z Z	100 80	0,3 12,5	7 7	1600 1600	30 5

## OBSERVATORIO CENTRAL GEOFISICO DE TOLEDO

#### COORDENADAS

Lat. = 39° 52' 53" N. Long. = 4° 02' 55" W. Gr. a = 480,46 metros. Subsuelo = Mioceno superior.

SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA	PERIODO	AMPLIFICA- CION	ROZAMIENTO	AMORTIGUA- MIENTO
		Kgs.	To	v	$\frac{r}{\mathrm{T_o^2}}$	§
Wiechert	EW.	1.200 1.000 1.000	2,6 10,6 11,1	1413 488 485	0,0354 0,0040 0,0040	4,5 4,6 4,3

## 1.—SISMO DE 1 DE ENERO DE 1956

H = 23h 08m 28h Mag: 6 (Pasadena)

7° S., 129° E. Región isla de Timor.

h = 150 kms. ap.

Sentido en el N. de Australia.

#### MALAGA

## 2\*.-SISMO DE 3 DE ENERO DE 1956

Próximo a Granada.

#### ALMERIA

Pg	145	43m	198			
Sg		43	277.7			
F		43	45	D =	90	kms. $= 0^{\circ} 8$

## 3.-SISMO DE 3 DE ENERO DE 1956

H = 13h 03m 418

51° N., 180°

(U.S.C.G,S.)

Islas Andreanov, Aleutianas.

#### ALMERIA

eP 
$$13^h$$
  $16^m$   $12^n$   
eS  $26$   $59$  D = 10,000 kms. =  $90^o$ 

#### 4.—SISMO DE 3 DE ENERO DE 1956

H = 15h 40m 55s

Mag: 6 (Roma)

48° 1/2 N., 155° E. (U, S. C. G. S.) Islas Kuriles.

## ALMERIA

eP	15h	53 <sup>m</sup>	438			
PPP		59	31			
S	16	04	47			
L		32	49			
M		38	19			
F	inap	recial	ole	D = 10.4	00 kms.	= 94°

#### MALAGA

L	16	30	41
M		38	03
F		50	-

#### 5\*.—SISMO DE 6 DE ENERO DE 1956

H = 05h 43m 38s

Mag: 5,8 (Roma)

36° 1/2 N., 11° W.

(U.S.C.G.S.)

A lo largo de la costa de Portugal.

Sentido (G. II-III) en Lisboa (Lisboa).

#### ALICANTE

Pn	05h	45m	45	
Pg		46	23	
Sn		47	14	
Sg		48	02	
F		55		D = 950 kms. = 8°5

#### ALMERIA

iP	05	45	22	
PP		45	30	
PPP		45	38	
S		46	30	
SS		46	50	
SSS		47	02	
L		48	42	
M		49	32	
F		55		$D = 890 \text{ kms.} = 8^{\circ}$

#### MALAGA

iPn	05	45	01	
iSg	- 22	45	55	
L		46	59	
M		47	45	
F		50	-	$D = 600 \text{ kms}, = 5^{\circ} 4$

#### TOLEDO

iΡ	05 45	18			
	compresid	5n			
i	46	18			
iS	46	33			
Mo	47	14			
F	51	-	D = 720	kms. == 6	50 5

## 6.-SISMO DE 6 DE ENERO DE 1956

 $H = 12^h 15^m 40^s$ Mag: 5 3/4 (Atenas)

40° 1/2 N., 26° E.

(U. S. C. G. S.)

Mar Egeo. Al W. de la peninsula de Gallipolli,

Sentido en las regiones de Evros (G. IV en Alexandroupolis), de Rodopi (G. III-JV en Komotini) y en la isla de Lesbos (G. III-IV en Mytilini) (Atenas).

#### ALICANTE

eP 12h 20m 28s 24 18

SS	124	24m	49s	
L	***	25	58	
Mo		27	48	
F		35		$D=2.340\ kms.=21^\circ$
ALMERI	A			

eP	12	22	15	
PcP		26	13	
S		26	17	
SS		27	15	
LM		30	57	
F		48		D = 2.600 kms = 23° 5

#### MALAGA

iP	12	20	58	
eSS		26	22	
L		31	10	
M		34	00	
P		40	-	$D = 2.670$ kms. = $24^{\circ}$

#### TOLEDO

OLLD	~			
ìР	12	20	51	
	com	presid	5n	
PP		21	23	
eS		25	05	
e		30	10	
F		40	1000	D = 2.610 kms. = 23° 6

## 7.—SISMO DE 6 DE ENERO DE 1956

H = 14h 52m 58\* 41° 3/4 N., 30° 1/2 E. (B. C. I. S.) Mar Negro. Cerca de la costa de Turquia.

#### ALICANTE

P	14h	57 <sup>m</sup>	43*	
S	15	01	33	
L		03	13	
F		12	700	$D = 2.300$ kms. $= 20^{\circ} 7$

#### ALMERIA

iP	14	58	27	
PP		58	59	
PPP		59	10	
S	15	02	29	
L.		06	48	
M		24		D = 2600 kms = 23° 5

#### TOLEDO

- 13	1459	200	10000
eP	14	58	29

## 8.—SISMO DE 8 DE ENERO DE 1956

H = 07h 11m 26\* Mag: 6 1/2 (Pasadena) 17° N., 99° 1/2 W. (U. S. C. G. S. Estado de Guerrero, Méjico.

Algunos heridos e importantes daños materiales en el puerto de Acapulco (Tacubaya).

#### ALICANTE

P	07h	24 <sup>m</sup>	028	
PPP		29	16	
S		34	31	
L		51	56	
Mo		58	32	
F	08	20		D = 9.400 kms, = 84° 6

#### ALMERIA

P	07	24	03	
PP		28	47	
PPP		29	15	
S		33	57	
L		44	27	
M		51	43	
F	09	18	-	$D = 9.400 \text{ kms.} = 85^{\circ}$

## MALAGA

iP	07	23	58	
e(PP	)	27	40	
eS		34	36	
L		52	38	
M		56	38	
F	cami	bio ba	anda	D = 9.330 kms. = 84°

#### TOLEDO

eP	07	23	57
61	0.004	20	200

## 9.—SISMO DE 8 DE ENERO DE 1956

H = 20h 54m 13° Mag: 7 1/4 (Pasadena)

19° S., 70° W. (U. S. C. G. S.) Norte de Chile.

Ligeros daños en Africa.

#### ALICANTE

eP	211	07 <sup>m</sup>	038	
PP		10	35	
PPP		12	34	
SKS		17	36	
is		17	49	
SS		23	31	
L		35	31	
Mo		42	19	
F	22	46	-	D = 9.600 kms. = 86° 4

#### ALMERIA

21	06	48	
	10	08	
	12	08	
	17	14	
	18	16	
	18	50	
	26	16	
	40	50	
	48	44	
22	42	-	D = 9.400 kms. = 85°
	21	17 18 18	12 08 17 14 18 16 18 50

#### MALAGA

21 06 45

PP	215	09m	58°	
PPP		11	40	
isks		17	02	
iSS		22	16	
G		34	16	
M		37	50	
F	22	51	-	D = 9.330 kms. = 84°

#### TOLEDO

iP	21	06	54		
	di	latacio	ón		
PP		10	15		
PPP		11	.02		
iS iS		17	14		
iS		17	19		
PS		18	19		
L		33	10		
Mo		40	40		
F	22	10	-	D = 9.535	$kms = 84^{\circ}$

## 10.—SISMO DE 9 DE ENERO DE 1956

 $H = 12^h \ 05^m \ 53^s$ 

Mag: 6 1/2 (Pasadena)

#### MALAGA

iP"	12h	$24^{\rm m}$	54°		
iPP		29	50		
F	im	precis	0	D = (18.500)	$kms. = (166^{\circ} 5)$

#### TOLEDO

(P')	12	23	49
e		25	44
e		29	33

## 11.—SISMO DE 10 DE ENERO DE 1956

H = 08<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 36<sup>s</sup> Mag: 71/2 (Pasadena)

25° S., 176° W. (U. S. C. G. S.) Región islas Tonga.

## ALICANTE

P'1	09h	12m	401			
PP		17	22			
SKS		19	43			
PPP		21	14			
SS		37	49			
L	10	10	18			
Mo		22	41			
F	11	50	-	D = 18.220	loms	164"

#### ALMERIA

P	09	12	59		
PKS		16	27		
PP		17	51		
SKS		19	59		
PPP		21	47		
SKKS		24	35		
SKS PPP		0.00	70.0		

PPS	09h	31m	31"	
SS		38	27	
SSS		44	53	
L	10	17	09	
M		20	39	
F	11	42	-	$D = 18.500 \text{ kms.} = 166^{\circ} 5$

#### MALAGA

iP'ı	09	13	05	
iP'		14	23	
iPP		17	59	
SKS		20	01	
PPP		22	01	
SKKS		.25	03	
G	10	10	43	
M		18	07	
F	12	30	=	D = 18.400 kms. = 166°

## TOLEDO

(P')	09	12	53	
1		13	28	
PP		17	58	
e	- 1	19	31	
e		21	38	
e		25	32	
e SS SSS		37	55	
SSS		44	42	
L	10	01	10	
Mo		23	25	
F	11	19	-	D = (18.890) kms, = 170°

## 12.—SISMO DE 12 DE ENERO DE 1956

H = 05h 46m 05s

Mag: 6 (Kiruna)

47° 1/2 N., 20° E. (U. S. C. G. S.) Región de Budapest, Hungria.

Dos muertos, numerosos heridos, daños materiales importantes en Taksony, Soroksar y Dunaharaszti al S. de Budapest (prensa).

#### ALICANTE

p	05h	50m	181			
S		53	41			
SS		54	05			
L		55	03			
Mo		56	29			
F	06	20		D = 2.000	kms. =	18"

#### ALMERIA

iP	05	50	39	
PPP		51	10	
S		.54	-20	
SS		54	20	
SSS		55	08	
LM		57	52	
F	06	10	-	D = 2.200 kms. = 20°

#### MALAGA

iP	05	50	48
ePPP		51	44
e(PeP)		54	14

SS	05h	55 <sup>m</sup>	228			
L		58	18			
M		01	10			
F	06	08	_	D = 2.280	kms.	= 20° 5

#### TOLEDO

iP	05	50	21	
iPP		50	46	
e		51	29	
L		56	10	
M		58	00	
F	06	05	-	$D = 2.110 \text{ kms.} = 19^{\circ}$

## 13.—SISMO DE 12 DE ENERO DE 1956

Sin más datos.

(L. C. S., Madrid)

#### MALAGA

#### 14.—SISMO DE 13 DE ENERO DE 1956

H = 03h 27m 13s

Mag: 5 3/4 (Moskva)

57° 1/2 N., 163° E. (U. S. C. G. S.) Cerca de la costa E, de Kamtchatka.

## ALICANTE

#### TOLEDO

(P)	03	40	13	
(S)		49	51	
ė		55	56	
(L)	04	20		$D = (9.000)$ kms. $= 81^{\circ}$

#### 15\*.-SISMO DE 14 DE ENERO DE 1956

H = 03h 05m 54n

36° 3 N., 1° 4 E.

Región de Orleansville, Argelia.

Sentido en Orleansville (G. V-VI) y Pontéba; (G. V) en los Attafs, Montenotte, Oued Fodda y Ténês (Argel).

#### ALICANTE

## ALMERIA

## 16.—SISMO DE 14 DE ENERO DE 1956

H = 14h 08m 41s

Mag: 6 (Pasadena)

51° 1/2 N., 173° W. (U.S.C.G.S.) Islas de los Zorros, Aleutianas.

#### ALICANTE

P	145	21 <sup>m</sup>	438	
PPP		27	18	
S		32	33	
SS		38	34	
L		51	35	
F	15	20		D = 9.980 kms, = 89° 8

#### ALMERIA

eP	14	21	54				
eS		32	50				
L		58	34	D -	= 10.200	kms.	- 92°

#### MALAGA

iP	14	21	50	
L		57	54	
M	15	03	38	
F		38	-	$D = 10.110 \text{ kms.} = 91^{\circ}$

#### TOLEDO

eP	14	21	39	
PP		24	36	
(S)		32	11	
L	15	04	10	
M		14	10	
F		19	-	D = (9.780) kms. = 88°

#### 17\*.-SISMO DE 14 DE ENERO DE 1956

Local, Grado I-II.

#### 18\*.—SISMO DE 14 DE ENERO DE 1956

Local Grado I-II.

## ALICANTE

#### 19\*.—SISMO DE 15 DE ENERO DE 1956

Local, Grado II,

#### ALICANTE

## 20.—SISMO DE 16 DE ENERO DE 1956

H = 23<sup>tt</sup> 37<sup>to</sup> 37<sup>s</sup>

Mag: 7 1/4-7 1/2 (Pasadena

1° 1/2 S., 80° 1/2 W.

(U. S. C. G. S.)

Cerca de la costa del Ecuador.

Importantes daños en Portoviejo y en Bahía de Caraquez, Sentido a bordo del barco «Ecuador», que se encontraba en 1° 6′ S., 81° 8′ W.

#### ALICANTE

iP	23h	50m	05*	
PP		53	15	
S	00	00	15	
L		17	27	
Mo		23	25	
M		25	18	
F	02	20	_ =	$D = 9.140 \text{ kms.} = 82^{\circ} 2$

#### ALMERIA

iP PP	23	49 52	55	
PPP		55	13	
S	00	00	05	
SS		05	31	
L		15	02	
M		22	31	$D = 9.000 \text{ kms.} = 81^{\circ}$

#### MALAGA

iP	23	49	48	
iPP		52	42	
IPPP		54	26	
iS		59	48	
PS	24	00	46	
SS		05	22	
L		15	22	
M		20	50	
F		28	-	$D = 8.890 \text{ kms.} = 80^{\circ}$

#### TOLEDO

iP	23	49	51	
	con	presi	ón	
F.		49	59	
i.		50	03	
i PP		52	43	
		52	58	
PPP		54	51	
iS		59	- 58	
SS		05	20	
SSS		08	42	
e L		09	45	
		11	00	
Mo		19	00	
F	01	54	-	$D = 9.055 \text{ kms.} = 81^{\circ}5$

## 21\*.-SISMO DE 17 DE ENERO DE 1956

 $H = 23^h 50^m 06^s$ 

36° 4 N., 1° 6 E. Argelia.

Sentido en Kherba (G. VI), en Beni-Haoua, Francis

Garnier (G. V-VI) y con G. V en Boucheral, Carnot, Dupleix, Flattrs y Hanoteau (Argel), Sentido (G. II-III) en Alicante (Alicante).

#### ALICANTE

Pn	23h	50m	51.8			
Sn		51	21			
F		54	13	D = 260	kms	2° 3

#### ALMERIA

iPg	23	51	03	
iSg		51	09	
Sg2		51	16	
Pg3		51	23	
Pg5		51	26	
Sg3		51	33	
Sg4		51	49	
Pg3Sg3	6)	51	58	
Pg2Sg6		52	.04	
Sg5		52	17	D = 40 kms. = 0° 4

#### 22.—SISMO DE 18 DE ENERO DE 1956

H = 08h 07m 17s

24° S., 70° W. (U. S. C. G. S.) Norte de Chile.

Sentido en las provincias de Atacama y Antofagasta.

#### ALICANTE

(P)	08 <sup>h</sup>	20 <sup>m</sup>	21*
PPP		25	59
S		31	11
L		50	17
Mo		57	17
F	09	15	- D = 10.000 kms. = 90°

#### MALAGA

IP.	08	20	06	
eS		31	00	
F	im	preci	SO:	$D = 9.700 \text{ kms.} = 87^{\circ}$

#### 23.—SISMO DE 19 DE ENERO DE 1956

Sismos ibéricos.

#### ALICANTE

e	09h	59m	39°
e	10	00	03
F		00	43

## 24\*.-SISMO DE 20 DE ENERO DE 1956

Local. Grado I-II.

#### ALICANTE

Pg	114	23 <sup>m</sup>	05	
Sg		23	07	
F		23	23	$D = 15 \text{ kms.} = 0^{\circ} 1$

## 25\*.-SISMO DE 21 DE ENERO DE 1956

Local. Grado I-II.

#### ALICANTE

Pg 12<sup>h</sup> 30<sup>s</sup> 12<sup>s</sup> Sg 30 16 F 30 44 D = 32 kms, = 0<sup>s</sup> 3

#### 26\*.-SISMO DE 21 DE ENERO DE 1956

Local. Grado I-II.

## ALICANTE

#### 27\*.-SISMO DE 21 DE ENERO DE 1956

H = 13h 37m 25s

Málaga.

h = 20 kms.

#### ALMERIA

ePg 13<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> 40<sup>e</sup> eSg 37 47 D = 60 kms. = 0<sup>e</sup> 6

#### MALAGA

iPg 13 37 32 RiSP 37 36 iSg 37 37 F 38 — D = 36 kms. = 0° 32

#### 28\*.—SISMO DE 21 DE ENERO DE 1956

H = 14h 08m 10h

36° N., 4° 1 W. (Málaga) Mar de Alborán.

#### ALMERIA

#### MALAGA

iPg 14 08 24
RiP 08 27
RiPS 08 30
iSg 08 34
RiS 08 38
F 10 — D = 80 kms. = 0° 7

#### 29\*.--SISMO DE 21 DE ENERO DE 1956

Local. Grado 1-II,

#### ALICANTE

#### 30\*.-SISMO DE 21 DE ENERO DE 1956

Local, Grado II.

#### ALICANTE

#### 31\*.-SISMO DE 21 DE ENERO DE 1956

Local, Grado II.

#### ALICANTE

#### 32\*.-SISMO DE 21 DE ENERO DE 1956

Local, Grado I-II.

#### ALICANTE

Pg 16<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> 06<sup>s</sup> Sg 22 08 F 22 42 D = 15 kms. = 0°1

#### 33.-SISMO DE 23 DE ENERO DE 1956

H = 00h 46m 35s

58° N., 154° 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Región isla Kodiak, Alaska.

#### MALAGA

#### 34.—SISMO DE 23 DE ENERO DE 1956

H = 03b 47m 27s

Mag: 61/2-63/4 (Pasadena)

#### MALAGA

L 04<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> 36<sup>s</sup> M 45 18 F 53 —

## 35\*.--SISMO DE 25 DE ENERO DE 1956

Local, Grado I-II,

## ALICANTE

Pg 09<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> 50<sup>s</sup> Sg 53 52 F 54 18 D = 15 kms, = 0<sup>e</sup> 1

## 36\*.-SISMO DE 26 DE ENERO DE 1956

36° 4 N., 3° 4 W. Mar de Alborán.

Linea sismica de Estepona (Málaga). Al S. de la costa de España,

#### ALICANTE

e 05<sup>h</sup> 02<sup>m</sup> 43<sup>s</sup> e 02 57 e 04 01 F 06 —

#### ALMERIA

#### MALAGA

#### TOLEDO

ePg 05 03 24 eSg 04 05 F 06 — D = 350 kms. = 3° 15

## 37.-SISMO DE 27 DE ENERO DE 1956

H = 13<sup>h</sup> 38<sup>m</sup> 45<sup>s</sup> Mag: 7 (Tacubaya)

26° S., 176° W. (U. S. C. G. S.) Región islas Tonga,

#### ALICANTE

(P'<sub>1</sub>) 13<sup>h</sup> 58<sup>m</sup> 53<sup>s</sup> PP 14 03 49 (SKS) 05 55 SS 24 34 F 15 15 — D = 18.600 kms. = 167° 4

#### ALMERIA

pr 14 00 50 PP 03 46 PPP 07 42 SKKS 10 28 SS 24 18 30 44 D = 18,600 kms. = 167° 5

## MALAGA

## 38.—SISMO DE 28 DE ENERO DE 1956

 $H=04^h\ 52^m\ 29^s$   $1^o\ N.,\ 27^o\ W.$  (U. S. C. G. S.) Cresta mediana del Atlántico.

#### ALICANTE

#### ALMERIA

P 04 59 29 PP 05 01 57 S 07 37 SS 10 27 D = 3.900 kms, = 35° 5

## MALAGA

IP 05 00 13 iPP 01 iS 06 39 1. 19 13 M 16 47 28  $D = 4.550 \text{ kms.} = 41^{\circ}$ 

#### TOLEDO

iP 05 00 42 dilatación e 04 35

## 39.—SISMO DE 28 DE ENERO DE 1956

H = 07<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> 52<sup>s</sup> Mag: 61/2 (Pasadena)

4° 1/2 S., 151° 1/2 E. h = 100 kms. ap. Nueva Bretaña. (U. S. C. G. S.)

#### ALICANTE

(P') 08h 02m 02s PP 04 56 PPP 07 59 SKS 08 57 PS 15 24 SS 22 40 - D = 15.335 kms. = 138°

#### ALMERIA

eP' 08 02 00 PP 04 58 SKS 09 06 SSS 28 17 D = 15.500 kms. = 139° 5 (PP) 08h 05m 06s

## 40\*.-SISMO DE 28 DE ENERO DE 1956

Local, Grado I-II,

#### ALICANTE

Pg	09 <sup>h</sup>	44m	19 <sup>8</sup>	
Sg		44	21	
F		44	48	$D = 15 \text{ kms.} = 0^{\circ} 1$

#### 41.—SISMO DE 29 DE ENERO DE 1956

H = 22<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> 53<sup>s</sup> Mag: 51/2 (Moskva

21° N., 121° E. (U. S. C. G. S.) A lo largo de la costa S. de Formosa.

#### ALMERIA

L	23h	10 <sup>m</sup>	225
M		23	48

#### MALAGA

L	23	25	39
M		32	39
F		41	

#### 42.—SISMO DE 30 DE ENERO DE 1956

H = 08<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> 01<sup>s</sup> Mag: 61/4 (Pasadena)

38° 1/2 S., 177° 1/2 E. (U. S. C. G. S.) Bahia de Plenty. A lo largo de la costa N. de la Isla del Norte, Nueva Zelanda,

Sentido fuertemente en la provincia de Auckland y, particularmente, en las riberas de la bahia de Plenty (G, V en O Potiki; G. IV en Thanes y Tauranga) (Wellington).

#### ALICANTE

- 55	D'	don	03m	138		
Ŋ	(D/ )	US	30707	11		
8	(P 2)		05	11		
	SKS		10	14		
	SKKS		15	52		
	SSS		38	08		
	L	10	08	14		
	Mo		21	51		
	F		50	-	D = 20,000 kms, = 180°	

#### ALMERIA

eP'	09	03	15
1		05	20
PKS		06	50
PPP		09	20
SKS		10	22
SKKS	18	13	06
SS		24	38
SSP		25	14

SSS	09h	29 <sup>m</sup>	58*		
L		49	12		
M		18	30	D = 19.800	kms. $=178^{\circ}5$

#### MALAGA

iP'	09	03	16	
iPKI	2	05	06	
iPP	-	09	00	
SKS		10	20	
SKK	S	15	52	
L	10	06	40	
M		15	33	
F		52	-	$D = 20.000 \text{ kms.} = 180^{\circ}$

## 43.-SISMO DE 31 DE ENERO DE 1956

H = 09<sup>h</sup> 17<sup>m</sup> 11<sup>s</sup> Mag: 7-7 1/4 (Pasadena)

4° S., 152° E. h = 400 kms, ap. Nueva Irlanda. (U. S. C. G. S.)

#### ALICANTE

(P'1)	09h	36 <sup>m</sup>	091	
PP		40	13	
PKS		40	37	
SKS		42	31	
PPS		53	33	
F	10	15	_	$D = 17.100 \text{ kms.} = 153^{\circ} 9$

#### ALMERIA

P°	09	35	56	
PP		38	56	
SKS		43	04	
PPS		51	12	D = 15.500 kms. = 139° 5

#### MALAGA

iP'	09	35	58				
iPP			38				
F	impreciso			D =	15.500	kms. =	140°

#### TOLEDO

eP	09	35	46
4		35	

#### 44.—SISMO DE 1 DE FEBRERO DE 1956

 $H = 13^h \ 41^m \ 44^s$ Mag: 61/4-7 (Pasadena)  $19^o \ N., \ 145^o \ 1/2 \ E.$   $h = 350 \ kms. \ ap.$ Islas Marianas. (U. S. C. G. S.)

#### ALICANTE

P'	13h	59 <sup>m</sup>	448	
PPP	14	03	14	
SKS		05	48	
PPS		12	13	
SSS		20	44	
L		36	14	
Mo		44	56	
F	15	10	-	D = 12.700 kms. = 114° 3

#### ALMERIA

iP'	144	O1m	55#		
PP		02	05		
SKS		08	05		
PPS		12	59		
SSS		21	17		
L		36	45		
M		45	25	D = 12 000 kms = 1169	

#### MALAGA

iP'	13	59	56		
iPP		01	17		
iPPP		03	51		
eSKS		07	01		
ISKKS		08	09		
L		43	23		
M		48	55		
F	15	10	-	D = 13.300  kms. = 1	170

#### TOLEDO

(P')	14	00	12
1		00	51
e		02	22

## 45.—SISMO DE 1 DE FEBRERO DE 1956

H = 15<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 49<sup>s</sup> Mag: 6,4 (Uppsala)

39° 2 N., 15° 45 E. h = 215 kms. Mar Tirreno. (B. C. I. S.)

Sentido en Diamanta (Cosenza) (según Roma).

#### ALICANTE

P	15a	139	448				
PP		13	55				
iS		16	07				
SS		16	23				
L F		16	57				
F		30	-	D -	1.400	kms	- 12° 6

#### ALMERIA

eP	15	14	28				
PPP		14	48				
S		17	14				
SSS		17	46				
L		18	44	D-	1.600	kms.	= 14° 5

#### MALAGA

iP	15	14	28	
iS		17	22	
L		18	44	
M		20	12	
F		28	_	D = 1.780 kms. = 16°

#### TOLEDO

iP	15	14	15	Dilatación
-1		14	27	
PP		14	38	
is		17	04	
е		18	12	
F		20	233	D = 1.710 kms = 15° 5

## 46.—SISMO DE 5 DE FEBRERO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### ALICANTE

Pn	22h	31m	57#	
Sn		32	21	
F		34	37	D = (200) kms. = 18°

## 47.—SISMO DE 9 DE FEBRERO DE 1956

 $\begin{array}{c} H = 14^h \ 32^m \ 40^s \\ \text{Mag: } 63/4\text{--}7 \ (\text{Pasadena}) \\ 31^\circ \ 1/2 \ \text{N., } 116^\circ \ \text{W.} \end{array}$  (U. S. C. G. S.) Baja California.

Sentido hasta en la región de Los Angeles, Pasadena. Ligeros daños en el Imperial Valley.

#### ALICANTE

P	14h	45m	29ª			
PP		48	57			
is		56	11			
SS	15	01	57			
SSS		05	30			
L		14	26			
Mo		21	08			
F	Sig	guient	e	D = 9.700	kms. ==	87° 3

#### ALMERIA

eP	14	45	33		
PP		48	36		
S		56	11		
PPS		57	41		
SS	15	02	05		
SSS		05	39		
LQ		11	23		
LR		14	41		
M		22	19	D = 9.800 kms.	- 88°

#### MALAGA

iP	14	45	17	
iPP		48	59	
iPPP		50	49	
iS		56	01	
LQ	15	09	51	
LR	17	14	45	
M		18	45	
F	17	07	1	$D = 9.600 \text{ kms.} = 86^{\circ} 4$

iP	14	45	15	
i		45	34	
PP		48	44	
e		51	02	
eS SS		55	49	
	15	01	30	
SSS		05	06	
L		07	40	
Mo		14	55	
F	16	00	-	D = 9,610 kms. = 86° 5

## 48.-SISMO DE 9 DE FEBRERO DE 1956

H = 15t 24m26\* Mag: 6,4 (Pasadena)

32° N., 116° W. Baja California.

Réplica.

#### ALICANTE

(P)	155	37 <sup>m</sup>	17*	
PP		40	45	
S		47	58	
L	16	06	14	
Mo		12	56	
F	17	44	D = 9.700 kms. = 87° 3	

## 49\*.-SISMO DE 9 DE FEBRERO DE 1956

Local. Grado I-II.

#### ALICANTE

Pg	17h	20 <sup>m</sup>	178	
Sg		20	19	
F		20	59	$D = 15 \text{ kms.} = 0^{\circ} 1$

## 50\*.-SISMO DE 12 DE FEBRERO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### ALICANTE

Pn	11h	38m	20s
F		39	34

## 51.—SISMO DE 12 DE FEBRERO DE 1956

H = 11h 49m 20m

Mag: 61/4-61/2 (Pasadena)

19° N., 119° 1/2 E. (U. S. C. G. S.) A lo largo de la costa NW, de Luzón, Filipinas.

Sentido (G. IV) en Calayan, Laoag y Apirri; G. III en Tuguegarao y Dagupan (según Manila).

#### ALICANTE

(P)	128	03m	07°	
PP		07	13	
eS		14	36	
PS		16	08	
L		36	50	
Mo		44	26	
F	13	38	_	$D = 11.055 \text{ kms.} = 99^{\circ} 5$

#### ALMERIA

STATE OF THE PARTY				
eP	12	03	13	
PP		08	33	
S		15	53	
PPS		17	29	
SS		22	09	
L		37	37	
M		53	21	D = 11.500 kms 103° 5

#### MALAGA

ePP	12h	07 <sup>m</sup>	25°	
L		42	25	
M		48	59	
F	13	19	-	$D = 11.400 \text{ kms.} = 102^{\circ} 6$

#### TOLEDO

eP	12	03	17	
PP		07	16	
e		14	18	
L		41	27	
M		49	10	
M		56	00	
F	13	10		D = 11.160 kms. = 100° 5

## 52\*.-SISMO DE 12 DE FEBRERO DE 1956

Local, Grado I-II.

#### ALICANTE

Pg	15h	11m	378		
Pg Sg		11	40		
F		12	18	$D = (25)$ kms. $= 0^{\circ} 2$	

## 53\*.-SISMO DE 14 DE FEBRERO DE 1956

H = 091 53m 20#

Mag: 5,9 (Uppsala)

36° 1/2 N., 1° 1/2 E.

Sentido (G. VI-VII) en Cavaignac, Francis Garnier, Montenotte, Ténès; G. VI en Duperré, Oued Fodda, Tizi Ouchir (Argel).

#### ALICANTE

#### ALMERIA

iPg 09 54 29	
PgSg 54 45	
Pg3Sg 54 54	
Sg <sup>3</sup> 55 19	
Sg 55 28	
Sg5 55 47	
M 56 27	
F 10 08 15 D = 500 kms. =	4° 5

## MALAGA

iPn	09	54	29	
РЬ		54	35	
Pg		54	49	
iSn		55	19	
M		56	13	
F	10	08	-	D = 520 kms, - 4° 7

iP	09	54	48
	COS	mpres	ión
i		55	02

3	09 h	55 <sup>m</sup>	118	
3		55	28	
iS		55	59	
iS			57	
F	10	01	-	$D = 666 \text{ kms.} = 6^{\circ}$

## 54.—SISMO DE 14 DE FEBRERO DE 1956

H = 18h 33m 32s

Mag: 6,5 (Pasadena) 31° 1/2 N., 115° 1/2 W. (U. S. C. G. S.)

Baja California.

Sentido, Réplica del núm, 47.

#### ALICANTE

(P)	18h	46m	23s	
S		57	04	
L	19	15	20	
M		22	02	
F		58	-	D = 9.720 kms. = 87° 5

#### ALMERIA

eP	18	46	42	
eS		56	36	
L	19	15	38	
M		19	14	D = 9,000 kms. = 81°

#### MALAGA

F	in	preci	so	D = (9.600)	kms. = (86° 4)
M		44	-		
L	19	15	58		
eP	18	46	24		

#### TOLEDO

eP	18	46	18
L	19	13	30
L M		17	13
F		35	_

## 55.—SISMO DE 15 DE FEBRERO DE 1956

H = 01h 20m 36s Mag: 6,7 (Pasadena)

31° 1/2 N., 115° 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Baja California.

Réplica del núm. 47.

#### ALICANTE

P	01h	33m	27	
eS		44	08	
SSS		53	28	
L	02	02	24	
Mo		09	06	
F		54	2201	D = 9.720 kms. = 87° 5

#### ALMERIA

#### MALAGA

eP	01 h	33m	235	
L	02	05	09	
M		10	43	
F		27	-4	$D = 9.600 \text{ kms}, = 87^{\circ}$

#### TOLEDO

eP	01	33	18	
(S)		43	52	
L	02	00	28	
M		04	10	
F		20	V=	D = (9.560) kms. = 86°

## 56.—SISMO DE 15 DE FEBRERO DE 1956

H = 15h 49m 27s Mag: 5,7 (Uppsala) (U. S. C. G. S.) 28° N., 53° E. Sur del Irán.

#### ALICANTE

(P)	15h	57 <sup>m</sup>	418				
L	16	11	03				
Mo		14	37				
F		30	-5	D -	4.920	kms	44° 3

## MALAGA

iP	15	58	17	
eS	16	05	19	
F	impreciso			D = 5.400 kms. = 48° 6

#### 57\*.—SISMO DE 15 DE FEBRERO DE 1956

H = 17h 39m 06s 43° 1 N., 0° 5 W. (B. C. I. S.) Bajos Pirineos, Francia.

Sentido largamente en el departamento de los Bajos Pirineos.

#### ALICANTE

Pn	17h	40 <sup>m</sup>	491
Sn		41	29
F			35

#### MALAGA

F	in	precis	so o	$D = 770 \text{ kms.} = 6^{\circ} 9$
M		45	56	
E		44	14	
eSg		42	38	
iPg	17	41	20	

ePn	17	40	40	
1		40	54	
4		41	42	
iSg		41	53	
F		46	100	$D = 500 \text{ kms.} = 4^{\circ} 5$

## 58.—SISMO DE 17 DE FEBRERO DE 1956

H = 09h 53m 55\*

47° S., 15° W. Atlántico Sur. (U.S.C.G.S.)

## ALICANTE

P	10 <sup>h</sup>	06 <sup>m</sup>	40°	
eS		17	18	
SS		23	00	
L		35	13	
F		50		D = 9.600 kms = 86" A

#### ALMERIA

iP	10	06	40	
PP		10	02	
PPP		11	55	
S		17	07	
SS		22	23	
1.		31	03	D = 9.400 kms. = 85°

#### MALAGA

F	in	preci	SO.	$D = 9.220 \text{ kms.} = 83^{\circ}$
M		39	13	
L		34	47	
PPS		18	25	
iS		17	15	
iPPP		12	07	
iPP		10	13	
iP	10	06	27	

#### TOLEDO

eP	10	06	48	
eS		17	31	
L		30	00	
M		35	50	
F		45		D - 9.890 kms 89°

#### 59\*.—SISMO DE 17 DE FEBRERO DE 1956

 $H = 14^h 06^m 40^s$ 

(Málaga)

Probable en el Mar de Alborán, frente a Adra.

#### ALMERIA

iPg	14h	06m	49"	
iSg		06	56	
Sg2		07	03	
pg4		07	13	
Sg3		07	28	
Sg4		07	36	
Sg5		08	02	$D = 50 \text{ kms.} = 0^{\circ} 5$

## MALAGA

iPg	14	07	03	
i		07	10	
iSb		.07	17	
iSg		07	20	
F		08		D = 130 kms. = 1°2

## 60.-SISMO DE 18 DE FEBRERO DE 1956

 $H = 07^h 34^m 16^s$ 

Mag: 71/4-71/2 (Pasadena)

Sentido.

#### ALICANTE

P	07h	47 <sup>m</sup>	145	
PPP		53	50	
SKS		57	18	
S		58	16	
SS	08	05	36	
L		22	34	
F	09	17	-	D = 11.245 kms. = 101° 2

#### ALMERIA

iP	07	52	06	
PP		56	23	
in.		57	29	
PPP		58	37	
SKKS	08	03	17	
PPS		06	23	
SS		-11	05	
L		34	37	D = 11.500 kms. = 103° 5

#### MALAGA

(SKS	5) 07	57	34	
iS	.08	00	10	
PS		02	12	
L		31	46	
M		45	16	
F	09	07	1	D = 11.550 kms 104°

#### TOLEDO

(P)	07	47	31	
PP		51	42	
SKS		57	20	
i	08	00	01	
SS		.05	34	
(L)		22	40	
(M)		36	30	
F		55	1	D = 11.220 kms. = 101°

#### 61.—SISMO DE 19 DE FEBRERO DE 1956

 $H=02^h\ 18^m\ 00^s$  Mag:  $6\,3/4$  (Pasadena 52° N.,  $131^c\,1/2$  W. (U. S. C. G. S.) Islas de la Reina Carlota.

#### ALICANTE

P	02h	30m	12"				
S		40	38				
SS		45	30				
L		56	38				
Mo	03	02	36				v
F		50		D -	8,890	kms.	= 80°

#### ALMERIA

eP	02h	30m	158
PP		34	23
S		40	27
PPS	.02	41	41
SS		45	47
L		55	15
M	03	03	29 D = 9.100 kms. = 82°

#### MALAGA

iP	02	30	14	
PP		33	22	
PPP		35	10	
eS		40	14	
PS SS		41	10	
SS		45	38	
L		56	52	
M	03	01	30	
F		47	-	$D = 8.940 \text{ kms.} = 80^{\circ} 5$

#### TOLEDO

(P)	02	29	21	
e.		30	02	
(S)		39	41	
e		40	27	
L		57	56	
M	03	06	40	
F		35	=	$D = (8.620)$ kms. $= 77^{\circ}5$

## 62.—SISMO DE 19 DE FEBRERO DE 1956

H = 04<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> 16<sup>s</sup> Mag: 5,6 (Kiruna)

58° 1/2 N., 154° W. (U. S. C. G. S.) Peninsula de Alaska.

#### MALAGA

iP	04 <sup>h</sup>	25m	383				
eS		35	50				
F	im	precis	0	D =	9:080	kms	- 81° 7

#### TOLEDO

eP	04	25	20	
e		26	47	
(PP)		28	10	
(S)		35	15	D = (8.670) kms. = 78°

#### 63.—SISMO DE 20 DE FEBRERO DE 1956

H = 20<sup>h</sup> 31<sup>m</sup> 35<sup>s</sup> Mag: 6,5 (Uppsala)

39° 1/2 N., 30° 1/2 E. (U. S. C. G. S.) Turquia.

Epicentro macrosismico al W. de Eskisehir 39° 49′ N., 30° 21′ E.

Sentido (G. VII) en Cukurhisar y Satilmis; G. VI-VII en Eskisehir; G. VI en Bozüyük y Pasayeri (según Istanbul).

2.000 casas dañadas en Eskisehir; epicentro en relación con las fallas E.-W. que limitan la planicie de Eskisehir-Bozüyük; radio macrosismico alrededor de 350 kilómetros (datos comunicados por Melle, Doctor N. Pinar).

#### ALICANTE

iP	20h	36 <sup>m</sup>	49*	
iS		41	09	
SSS		42	15	
L		43	25	
Mo		45	30	
F	21	25	-	D = 2.700 kms. = 24°3

#### ALMERIA

iP	20	37	13					
PP		37	49					
PPP		38	01					
S		41	35					
SS		42	33					
SSS		42	53					
L		44	21					
M		46	29					
F	21	02	09	D =	2,800	kms	s. = 25	ř

#### MALAGA

iP.	20	37	25	
PP		38	41	
PcP iS		40	15	
iS		42	39	
ScP		43	35	
L		46	17	
M		50	03	
F	21	13	-	D = 3.550 kms. = 32°

#### TOLEDO

H.	20	37	19	(compresión)
PP		38	04	20-21-20-20-20-20-20-20-20-20-20-20-20-20-20-
eS		41	53	
eS		41	57	
1		42	06	
SS		43	06	
L		47	00	
M		44	15	
F		10	-	D = 3.000  kms. = 27

## 64.—SISMO DE 22 DE FEBRERO DE 1956

H = 09th 59th 24s Mag: 6,1 (Kiruna)

5° S., 67° E. (U. S. C. G. S.) Cerca de las islas Chagos.

#### ALICANTE

#### ALMERIA

eP	10	11	24	
PP		15	20	
S		21	14	
L		33	06	D = 8.600 kms. = 77° 5

#### MALAGA

iP	10h	11m	33"				
i(pp)		14	49				
		36	_				
L F	im	precis	0	D -	8.700	kms. =	78° 3

## 65.—SISMO DE 23 DE FEBRERO DE 1956

 $H = 01^{h} 21^{m} 03^{s}$ 

31° N, 42° W. Atlántico Norte. (U. S. C. G. S.)

#### ALICANTE

P	01h	27 <sup>m</sup>	57*	
eS		33	27	
L		37	53	
Mo		40	51	
F	02	10	_	$D = 3.850$ kms. $= 34^{\circ} 6$

#### ALMERIA

iP	01	27	45
L		37	44
F		44	18

#### MALAGA

iP	01	27	33	
iS		32	35	
SS		34	35	
L		36	55	
M		40	55	
F		44	-	$D = 3.550$ kms. $= 32^{\circ}$

#### TOLEDO

1	P	10	27	35	
1			28	14	
j	(PP)		28	46	
1	(S)		32	46	
	L		34	50	
	Mo		36	00	
	F		45	-	$D = (3.610)$ kms. $= 32^{\circ} 5$

## 66\*.-SISMO DE 23 DE FEBRERO DE 1956

H = 02h 17.6m

36° 1/2 N., 1° 1/2 E.

Región de Orleansville, Argelia.

Réplica del núm. 53.

Sentido en Dupleix (G. V-VI) y en Montenotte, Pointe Rouge y Tênès (Argel).

#### ALICANTE

#### ALMERIA

#### MALAGA

iPb	02h	18 <sup>m</sup>	578	
iPg		19	09	
iSn		19	45	
F		20	-	$D=520\ kms.=4^{\circ}7$

#### TOLEDO

e(Pg)	02	18	54
е		20	01

## 67.-SISMO DE 24 DE FEBRERO DE 1956

H = 09<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> 01\* Mag: 5,9 (Wellington) 32° S., 179° 1/2 E.

Región islas Kermadec.

#### MALAGA

iP'	09 <sup>11</sup>	40 <sup>m</sup>	10/25					
F	im	precis	0	D -	19,300	kms. =	173° 7	

## 68\*.-SISMO DE 27 DE FEBRERO DE 1956

 $H=12^h\ 38^m\ 11^n$   $36^\circ\ 58'5\ N.,\ 1^\circ\ 52'7\ W.$   $h=95\ kms.$   $Maritimo.\ Proximidades\ de\ Vera.$  (Alicante)  $Costa\ S.-E.\ de\ España.$ 

#### ALICANTE

Pn	12 <sup>h</sup>	38m	48,5**	
Sn		39		
F		41	12 D = 208 kms. = 1° 9	3

#### ALMERIA

ePg	12	38	26	
eSg		38	35	
eS2		38	38	
iP4		38	42	
S5		39	29	$D = 70 \text{ kms.} = 0^{\circ} 63$

#### MALAGA

iPn	12	38	55				
Pg		39	00				
Sb		39	23				
iSg		40	27				
F		41	250	D -	222	kms.	- 2°

#### TOLEDO

ePg	12	39	17	
eSg		39	58	
F		42	-	D = 355 kms. = 3° 20

#### 69.—SISMO DE 29 DE FEBRERO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### MALAGA

H.,	114	0710	228	Trazas.
F	im	precis	0	

## 70\*.—SISMO DE 29 DE FEBRERO DE 1956 73.—SISMO DE 1 DE MARZO DE 1956

H = 12<sup>b</sup> 54<sup>m</sup> 43<sup>n</sup>

37° 4 N., 3° 4 W.

Próximo a Granada. (Málaga)

## ALMERIA

iP 
$$12^h$$
  $55^m$   $02^s$   
iS  $55$   $20$   $D=135$  kms.  $=1^\circ 22$ 

#### MALAGA

iPg	12	55	04		
RiP		55	06		
iSg		55	17		
F		56	-	D = 110 kms.	- 10

## 71.—SISMO DE 29 DE FEBRERO DE 1956

H = 20h 51m 18s

Mag: 61/2 (Uppsala)

#### ALICANTE

P	21h	03m	18 <sup>8</sup>	
PP		06	24	
is		13	14	
SS		18	29	
L		29	48	
Mo		35	42	
F	1	50	-	$D = 8.850 \text{ kms.} = 79^{\circ} 6$

#### ALMERIA

iP	21	03	33	
(S)		13	41	
e		15		D = (8.980) kms. = 80° 82

#### MALAGA

iP	21	03	39			
PP		07	05			
PPP		08	51			
IS		13	51			
L		36	47			
M		42	15			
F		533		D = 9.116	1 kms	- 870

#### TOLEDO

iP	21	03	33		
eS		13	40		
(SS)		19	02	D = 8.890	kms. $=81^{\circ}3$

## 72\*.—SISMO DE 1 DE MARZO DE 1956

Local.

#### ALMERIA

 $H = 12^{h} 47^{m} 50^{s}$ 

Mag: 5,4 (Roma)

27° N., 52° E. Sur del Irán.

(Moskva)

#### ALICANTE

#### MALAGA

iP	12	56	43		
eS	13	03	45		
F	impreciso			D = 5.400 kms. =	48° 6

#### TOLEDO

(P) 12 56 36

## 74.—SISMO DE 2 DE MARZO DE 1956

 $H = 11^h \ 56^h \ 20^s$ 

63° 1/2 N., 149° 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Alaska.

Sentido en College, McKinley Park y Talkeetna.

#### ALICANTE

P	12b	08m	09=	
(S)		17	50	
L		32	50	
F		55	_	D = 8.390 kms. = 75° 5

#### MALAGA

iP	12	08	15	
eS		18	02	
F	impreciso			D = 8.500 kms. = 76° 5

## TOLEDO

iP	12	07	54
	di	atacio	5m
(PP)		10	21

#### 75.—SISMO DE 3 DE MARZO DE 1956

H = 00h 05m 25s

Mag: 63/4 (Pasadena)

15° S., 173° 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Región islas Samoa.

Sentido (G, IV-V) en Apia (según Apia),

#### ALICANTE

P' 1	00 <sup>p</sup>	25 <sup>th</sup>	195
PP		29	23
SKS		32	23

L	01h	19m	05s	
Mo		30	48	
F		48	-	D = 17.265 kms. = 155° 4

#### MALAGA

iP'2	00	25	56	
iPP		29	34	
PPP		33	10	
L	01	22	06	
M		28	32	
F		48		D = 16.350 kms. = 156°

#### TOLEDO

(P')	00	25	21	
1		25	43	
(PP)		29	19	
L	01	30	50	D = (17.050) kms. = 153°

## 76.—SISMO DE 3 DE MARZO DE 1956

 $23^{\circ} \, 1/2 \, N_{\odot} \, 94^{\circ} \, 1/2 \, E_{\odot}$   $h = 60 \, \text{kms. ap.}$  (U. S. C. G. S.)

Réplica del número 71.

#### ALICANTE

eP	10 <sup>p</sup>	25 <sup>m</sup>	428	
(S)		35	40	
L		52	04	
F	11	11	-	D = (8.835) kms. = 79° 5

#### ALMERIA

eP 10 25 59

#### MALAGA

e(P)	10	25	23			
i		26	07			
e(S)		36	21			
F	impreciso			D = (9.110)	kms. = (8	291

#### TOLEDO

177	0 25 compresió	59	
i	26	13	
е :	26	36	
(PP)	29	04	
(S)	36	06	D = (8,900) kms. = 80° 5

## 77.-SISMO DE 3 DE MARZO DE 1956

Probable región de Juan Mayen. (B. C. I. S.)
Datos poco concordantes.

#### ALICANTE

#### MALAGA

LM	18h	35m	36°
F		42	

## 78.—SISMO DE 5 DE MARZO DE 1956

H = 07<sup>h</sup> 12<sup>m</sup> (2) 3<sup>s</sup> Mag: 6,1 (Uppsala)

37° N., 77° E. (U. S. C. G. S.)
Sur provincia de Sinkiang, China.

#### ALICANTE

P	07 <sup>h</sup>	22m	18s	
PP		24	31	
PPP		25	57	
S		30	17	
PS		30	39	
L		40	53	
F		58	-	D = 6.580 kms. = 59° 2

#### ALMERIA

ePP	07	24	47
ePS		31	07

## 79.—SISMO DE 5 DE MARZO DE 1956

H = 23<sup>h</sup> 29<sup>m</sup> 41<sup>s</sup> Mag: 6,4 (Roma)

44° 1/2 N., 144° E. (U. S. C. G. S.) Cerca de la costa N. de Hokkaido, (C. M. O., Japón) Japón.

Algunos daños; ligero maremoto.

#### ALICANTE

P	23h	42m	53 <sup>8</sup>				
(S)		53	53				
L	00	13	35				
Mo		20	41				
F		45	1	D =	10.200	kms. = 91°	3

#### ALMERIA

#### MALAGA

iP	23	43	04	
iPP		46	54	
iPPP		48	54	
SKK	S	53	54	
PS		55	16	
L	24	16	52	
M		21	32	
F		49	-	D = 10.400  kms. = 93

iP	23	42	52
	com	presid	ón
(PP)		46	44
eS		53	53

L	23b	18 <sup>m</sup>	40°s
Mo		21	15
F	00	40	— D = 10.330 kms. = 93°

## 80.—SISMO DE 6 DE MARZO DE 1956

H = 08h 55m 28s Mag: 5,8 (Uppsala)

28° N., 52° 1/2 E. Sur del Irán.

(U.S.C.G.S.)

#### ALICANTE

eX	09h	19m	39*	
eX		23	33	
L		31	26	
F		45	-	D = 5.000 kms. = 45°

#### MALAGA

## 81.—SISMO DE 6 DE MARZO DE 1956

Sur del Irán.

(U.S. C. G.S.)

Réplica del anterior.

#### MALAGA

iP	09h	18 <sup>m</sup>	24 <sup>8</sup>			
PcS		23	22			
F	im	precis	0	D =	5.340 kms. =	= 48° 06

#### 82\*.—SISMO DE 9 DE MARZO DE 1956

 $H = 04^h \ 08^m \ 00^s$ 36° 38′ N., 9° 33′ 7 W. h = 100 kms. A unos 75 kms. al SW. del Cabo (Alicante) San Vicente.

#### ALICANTE

e	04h	$09^{m}$	479		
ePn		09	50		
eSn		11	09		
F		12	54	D = 785 kms. =	- 7° I

#### ALMERIA

eP	04	09	23	
e -		10	07	
(eS)		10	30	
6		11	10	D = (630) kms. = 5° 5

#### MALAGA

#### TOLEDO

## 83.—SISMO DE 9 DE MARZO DE 1956

H = 17h 31m 07s

1° N., 80° W. (U. S. C. G. S.) Cerca de la costa del Ecuador.

#### ALICANTE

#### 84\*.—SISMO DE 11 DE MARZO DE 1956

H = 11h 24m 15s Local (Málaga)

#### MALAGA

ePg	115	24 <sup>m</sup>	418
iSn.		24	56
iSg		24	59
F		26	— D = 140 kms. = 1°3

#### 85.—SISMO DE 12 DE MARZO DE 1956

H = 19h 50m 37s

(U. S. C. G. S.) 15° S., 175° W. Región islas Samoa.

#### MALAGA

#### 86.—SISMO DE 13 DE MARZO DE 1956

H = 13h 13m 10m Mag: 7 (Pasadena)

7" N., 82" W. (U. S. C. G. S.) A lo largo de la costa S, de Panamá. Sentido en El Salvador y en la zona del Canal

#### ALICANTE

#### ALMERIA

iP.	13	25	.17
ePPP		29	49

eS	133	35m	098				
eSS		40	(07)	D =	8.640	kms	77° 5

#### MALAGA

iP	13	25	11	
PP		28	03	
PPP		29	47	
iS PS		34	.55	
PS		35	51	
L		50	19	
M		54	15	
F	14	17	-	D = 8.460 kms. = 76° 1

#### TOLEDO

iP	13	25	-11	(dilatación)
PP		28	05	
eS		34	50	
(SS)		39	22	
L		50	10	
Mo		54	10	
F	14	10	-	D = 8.550 kms. = 77°

## 87.—SISMO DE 14 DE MARZO DE 1956

 $H = 15^h 43^m 25^s$ 

Mag: 5,5 (Wellington)

36° 7 S., 177° 7 E.

A lo largo de la costa de la isla del Norte, Nueva Zelanda,

Sentido en Thames, Auckland, Oneroa y Tairua.

#### ALICANTE

P'1	164	03m	328	
P*2		05	22	
PP		09	16	
SKS		10	33	
SS		30	52	
F	17	25	-	D = 19.800 kms. = 178° 2

#### ALMERIA

eP'2	16	05	40
epp		09	35

#### MALAGA

F	in	ipreci:	50	D = 6.160 kms 55°	Ē
iPPP		.08	32		
iPP		05	30		
iP -	16	00	48		

## 88\*.-SISMO DE 14 DE MARZO DE 1956

Local, Grado I-II.

(Alicante)

#### ALICANTE

## 89.—SISMO DE 16 DE MARZO DE 1956

 $H = 19^h 32^m 43^s$ 

Mag: 61/2 (Jerusalén)

34° N., 36° E. (U. S. C. G. S.) Libano.

Sentido (G. VIII-IX) en Jezzine, Roum, Chehin, Azour; G. VIII en Beit y Dine, Machghara; G. VII en Saida; G. VI-VII en Beyrouth; G. VI en Ksara,

Radio macrosismico = 350 kilómetros, aproximadamente (según Ksara).

138 muertos, 30.000 sin albergue. Daños importantes.

## ALICANTE

P	19h	38m	56°	
PP		39	55	
(S)		43	55	
		45	48	
SSS F	Si	guient	e	D = 3.330 kms. = 30°

#### ALMERIA

eP	19	39	06
L		49	_

## 90.-SISMO DE 16 DE MARZO DE 1956

 $H = 19^{h} 43^{m} 28^{n}$ 

Mag: 61/2 (Jerusalén)

34° N., 36° E. (U. S. C. G. S.) Libano.

Réplica del precedente.

Sentido (G. VI-VII) en Galilea; G. IV en Jerusalén (Jerusalén).

#### ALICANTE

P	19h	49m	41=				
S		54	40				
SSS		56	33				
	20	05	27.00	D =	3.330	kms,	= 30"

#### TOLEDO

(P)	19	49	57
e		55	18

## 91.—SISMO DE 18 DE MARZO DE 1956

H = 08<sup>h</sup> 17<sup>m</sup> 57<sup>s</sup> Mag: 5,8 (Uppsala)

6° N., 93° E. (U. S. C. G. S.) Islas Nicobar.

#### MALAGA

LM 09<sup>th</sup> 10<sup>th</sup> 00<sup>th</sup> F impreciso

## 92.—SISMO DE 19 DE MARZO DE 1956

H = 17h 35m 57s Mag: 6,4 (Uppsala)

6° S., 150° E. Nueva Bretaña. (U. S. C. G. S.)

#### MALAGA

18h 53m 015 L 58 17 M F 19 09

## 93.—SISMO DE 22 DE MARZO DE 1956

H = 06m 33h 55m

Mag: 63/4-7 (Pasadena

3° 1/2 S., 79° W. h = 100 kms. ap. Ecuador.

(U. S. C. G. S.)

Sentido en Guayaquil

#### ALICANTE

eР	06h	46 <sup>m</sup>	06s	
eP iP iX		46	18	
iX		48	48	*
PP		49	21	
iX		52	20	
(S)		56	15	
SSS	.07	05	13	
L		14	03	
Mo		20	13	
F		45	-	D = 9.250 kms, = 83° 2

#### MALAGA

F	in	preci	so	D = 8,880	kms. = 80	y
SKS		56	03			
i(PP)		49	30			
pP		46	22			
iP	06	45	58			

#### TOLEDO

iP	06	46	05			
ipP		46	28			
e(PP)		49	19			
e		50	05	D = (9.000)	kms.	- 81°

## 94\*.-SISMO DE 23 DE MARZO DE 1956

H = 14m 00h 13s

Probable Mar de Alborán.

(Málaga)

#### MALAGA

iPg 14h 00m 36s RiSP 00 39 iSg 00 52 02 — D = 125 kms. = 1° 12

## 95.—SISMO DE 25 DE MARZO DE 1956

H = 23h 27m 31s

Mag: 6,6 (Uppsala)

(U. S. C. G. S.) 52° N., 159° E. Cerca de la costa SE, de Kamtchatka.

#### MALAGA

L	24h	29m	033
M		31	01
F		34	-

## 96.—SISMO DE 26 DE MARZO DE 1956

H = 03h 59m 25s

Mag: 6,2 (Uppsala)

(U. S. C. G. S.) 52° N., 159" E. Cerca de la costa SE, de Kamtchatka

Réplica del anterior.

## ALICANTE

L	045 4	1 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup>	
Mo		8 31	
F	5	8 —	D = 9.750 kms. = 87° 7

#### MALAGA

L	05	00	59
M		03	13
F		05	-

## 97.—SISMO DE 26 DE MARZO DE 1956

H = 05h 21m 20s

24° 1/2 S., 68° W. h = 150 kms. ap. Frontera Chile del Norte, Argentina. (U. S. C. G. S.)

Sentido en Antofagasta (según Antofagasta).

#### MALAGA

## 98\*.-SISMO DE 28 DE MARZO DE 1956

H = 10h 05m 47s

Probable Mar de Alborán.

(Málaga)

#### MALAGA

## 99\*.-SISMO DE 29 DE MARZO DE 1956

H = 03<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> 47<sup>s</sup>

Local. (Málaga)

#### MALAGA

iPg 03h 19m 54m iSg 19 58 21 — D = 30 kms, = 0° 3

## 100\*.-SISMO DE 29 DE MARZO DE 1956

 $H = 05^h \ 05^m \ 10^s$ 

37° 7 N., 3° 50 W. S. de España. (Alicante)

Sentido en Granada (Almería).

#### ALICANTE

ePn	05h	06m	135	
e		06	27	
eSn		06	46	
F		08	10	$D = 330 \text{ kms.} = 3^{\circ}$

#### ALMERIA

iPg	05	05	35				
eP2g		05	42				
eP3g		05	45				
eSg		.05	51				
eS4g		05	59				
eS5g		06	37	D -	150	kms. =	1º 3

#### MALAGA

iPg	05	05	23		
iSg		05	34		
F		07	-	D=80 kms.	= 0° 72

#### TOLEDO

ePg	05	06	06					
eSg		06	46					
F		08	75.	D -	- 280	kms.	$= 2^{\circ}$	52

## 101.—SISMO DE 2 DE ABRIL DE 1956

 $H = 10^h 49^m 56^n$ Mag: 61/2 (Uppsala)

2° N., 97° E. (U. S. C. G. S.)

A lo largo de la costa W. de Sumatra,

Sentido en la provincia de Tapanuli (según Djakarta).

#### ALICANTE

(P)	112	03m	20*	
PP		07	10	
S		14	31	
SSS		24	39	
F		45	_	$D = 10.500 \text{ kms} = 94^{\circ} 5$

#### MALAGA

IPP	11	07	33
L		42	38
M		48	42
F	12	31	— D = 10.850 kms. = 97° 7

## 102.-SISMO DE 2 DE ABRIL DE 1956

H = 11h 04m 22s

Sur del Tibet. h = 100 kms. ap. (U. S. C. G. S.)

#### TOLEDO

iP	11h	16 <sup>m</sup>	12 <sup>8</sup>
16		16	20

e	11.	20 <sup>m</sup>	178
e		20	11
L		53	40

## 103\*.-SISMO DE 4 DE ABRIL DE 1956

H = 06h 26,9m

36° 4 N., 1° 5 E.

Región de Orleansville, Argel.

Sentido (G. V) en Francis Garnier y Kherba (Argel).

#### ALICANTE

P	n	06 <sup>b</sup>	2700	31*				
S			28	06				
F			32	41	D = (310	))	kms. = 2°8	

## 104\*.-SISMO DE 5 DE ABRIL DE 1956

 $H = 03^h 29^m 50^a$  (Málaga)

#### MALAGA

Local.

IPg	03h	29m	59*	
iSg		30	05	
RiS		30	11	
F		31	— D = 45 kms. = 0° 4	

## 105.—SISMO DE 6 DE ABRIL DE 1956

H = 07<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> 34<sup>s</sup> Mag: 6,8 (Uppsala)

#### ALICANTE

iP	07h	20 <sup>m</sup>	50ª	
PcP		21	44	
iS		28	12	
L			58	
F				D = 6.100 kms = 54° 0

#### ALMERIA

iP	07	21	01	
epP		21	52	
epPP		23	52	
eScP		25	14	
ePcS		25	31	
is		28	41	
e		29	09	
iScS		30	07	
eSS		32	08	D = 6.330 kms. = 57°

#### MALAGA

iP	07	21	11	
iPcP		22	01	
PP		23	07	
PPP		24	29	
is		28	59	
SeS		30	33	
p.	in	mesci	200	D = 6500 kmc = 500 5

#### TOLEDO

iP	07h	$21^{\rm m}$	05°	
	con	npresi	ón	
ipP		21	54	
ipP PP		23	14	
iS		28	43	
(PS)		29	18	
e		31	10	
e SS		32	43	
F		45		$D = 6.390 \text{ kms.} = 57^{\circ} 5$

## 106.—SISMO DE 7 DE ABRIL DE 1956

H = 18h 00m 57s

Mag: 6,9 (Wellington)

 $32^{\circ}$  S.,  $180^{\circ}$  long, h = 350 kms. ap. Islas Kermadec.

(U. S. C. G. S.)

#### ALICANTE

(P'1)	18h	20 <sup>m</sup>	188	
P'2		21	47	
PP		25	40	
SKS		26	39	
PPP		29	47	
SKSP		36	55	
SS		46	44	
F	19	40		D = 19.160 kms. = 172° 4

#### ALMERIA

eSKS 18	26	51
(ePPP)	30	51
e	34	05
e	38	05

#### MALAGA

ePP	18	26	37	
iPPP		30	45	
SKKS		34	01	
G	19	30	51	
E		43	25	
M		53	25	
F	20	00	-	$D = 19.500 \text{ kms.} = 175^{\circ}.5$

#### 107.—SISMO DE 10 DE ABRIL DE 1956

H = 13<sup>h</sup> 16<sup>m</sup> 04<sup>n</sup> Mag: 7 (Uppsala)

3° S., 102° E. h = 150 kms. ap. Costa S. de Sumatra. (U.S.C.GS.)

#### ALICANTE

(P)	13h	29 <sup>th</sup>	34*
SKS		40	08
S		40	56
PS		43	02
L	14	04	28
F		20	- D - 11 280 kms - 101° 5

#### ALMERIA

eSKS 13 40 21 (eSKKS) 41 01

#### MALAGA

104° 4

#### TOLEDO

i	13		29
e		41	07
e		44	21

#### 108.—SISMO DE 11 DE ABRIL DE 1956

H = 17h 34m 15\* 35° 1/2 S., 54° 1/2 E. (U.S.C.G.S.) Océano Indico, a 1.200 kilómetros al SE, de Madagascar.

#### ALICANTE

P	17h	$47^{\rm m}$	15 <sup>8</sup>		
S		57	45		
F	18	21	-	D = 9.920 kms.	$= 89^{\circ} 3$

#### ALMERIA

iP	17	47	22
ePS		58	59

#### MALAGA

eP	17	47	16			
L	18	27	14			
M		30	20			
F		34	-	D = 9.900	kms.	= 89° 1

#### 109\*.—SISMO DE 11 DE ABRIL DE 1956

H = 21<sup>h</sup> 02<sup>m</sup> 42<sup>s</sup>

A 15 kilómetros de Granada.

Registrado en Cartuja.

#### MALAGA

iPg	21 <sup>h</sup>	03m	08s
E.F.		03	10
eSg		03	23
F		04	- D = 120 kms. = 1° 1

#### 110.—SISMO DE 12 DE ABRIL DE 1956

H = 05h 05m 05s

26° S., 70° W. (U.S.C.G.S.) Norte de Chile.

Sentido en Antofagasta, Chanaral y Taltal.

#### ALICANTE

(P)	05 <sup>h</sup>	18m	410	
(S)		29	36	
PS		30	45	
F		58	-	D = 10.035 kms. = 90° 3

#### MALAGA

iP	05	17	58		
eS		28	40		
F	in	preci	SO	D - (9.800)	$kms = (88^{\circ} 2)$

#### TOLEDO

eP 05 18 07

## 111.—SISMO DE 12 DE ABRIL DE 1956

H = 22<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 44<sup>s</sup> Mag: 51/2 (Moskva)

37° N., 50° E. (U. S. C. G. S.) Irán septentrional.

#### ALICANTE

eP 
$$22^h$$
  $42^m$   $13^s$   
eS  $48$   $11$   
F  $58$  — D = 4.300 kms. =  $38^\circ$  7

#### ALMERIA

eP 22 42 37

#### MALAGA

iP 22 42 47 L 23 02 19 M 08 19 F 17 — D = 4.780 kms. = 43°

#### TOLEDO

iP 22 42 39 (compresión) i 42 46

## 112.—SISMO DE 13 DE ABRIL DE 1956

H = 04h 38m 53s

23° S., 67° W. (U. S. C. G. S.) Frontera Argentina-Chile-Bolivia.

Sentido en Antofagasta.

## MALAGA

iP 04<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> 58<sup>e</sup> F impreciso D = (9,300) kms, = (84<sup>e</sup>)

#### TOLEDO

iP 04 51 06

## 113.—SISMO DE 13 DE ABRIL DE 1956

H = 07<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> 09<sup>n</sup> Mag: 53/4 (Moskva)

A 100 kms. ap. A lo largo de la costa S. de la isla de Creta. (B. C. I. S.)

#### ALMERIA

e 07<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 59<sup>n</sup>

#### MALAGA

IP 07 11 03 eS 15 13 F 16 — D = 2,600 kms. = 23° 4

## 114.—SISMO DE 16 DE ABRIL DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### ALICANTE

e 10<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> 03<sup>s</sup> F 16 —

#### MALAGA

L 10 10 49 M 16 25 F 25 —

## 115.-SISMO DE 16 DE ABRIL DE 1956

 $H = 14^h 22^m 40^e$ 

Sin más datos (L. C. S., Madrid), (Málaga)

#### MALAGA

## 116\*.-SISMO DE 17 DE ABRIL DE 1956

H = 22h 51m 51s

(Málaga)

#### MALAGA

#### 117.—SISMO DE 18 DE ABRIL DE 1956

H = 11h 00m 13m

Mag: 6,75 (Pasadena)

52° N., 178° W. (U. S. C. G. S.) Islas Andreanov, Aleutianas.

## ALICANTE

(P) 11<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> 15\* L 43 01 Mo 50 01 F 12 05 — D = 9.955 kms. = 89\*6

#### MALAGA

ePP	114	17 <sup>m</sup>	09 s	
L		49	13	
M		53	33	
F	12	30	- D = 10.150 kms. = 91° 4	

#### 118\*.-SISMO DE 19 DE ABRIL DE 1956

H = 18h 38m 50 7

37° 14′ N., 3° 45′ W. h = 13 kms. Albolote, Atarfe (Granada). (L. C. S., Madrid)

Destructor en Albolote, Atarfe, G. VIII en Albolote y Atarfe, G. VII en Granada.

#### ALICANTE

iPn	18 <sup>h</sup>	39m	39*	
Pg		39	48	
iSn		40	14	
Sg		40	26	
F		48		$D = 308$ kms. $= 2^{\circ} 8$

#### ALMERIA

iPg	18	39	13	
ePg3		39	24	
eSg		39	27	
iSg3		39	42	
ePg2S	g2	39	51	
ePgSg	3	40	02	
iSg4		40	10	
iSg5		40	15	
F		43	12	$D = 110 \text{ kms.} = 1^{\circ}$

#### MALAGA

iPg	18	39	07	
iSg		39	18	
F		43	-	$D = 86 \text{ kms.} = 0^{\circ} 77$

#### TOLEDO

iPn	18	39	37	
iPg		39	44	
iSg		40	18	
M		40	26	
F		48	-	D = 280 kms. = 2° 52
E11		40		D = 200  kms. = 2.02

#### 119\*.—SISMO DE 19 DE ABRIL DE 1956

Albolote, Atarfe (Granada).

Réplica del anterior. G. V en Albolote y G. III en Granada.

#### MALAGA

iPg	224	24m	158	
iSg		24	26	
F		26	-	D = 86 kms. = 0° 77

#### 120.-SISMO DE 20 DE ABRIL DE 1956

H = 16h 37m 01s

12° S., 67° E. (U. S. C. G. S. y B. C. I. S.) A 800 kms, ap, al SW, de las Islas Chagos.

#### MALAGA

iP	16h	49m	25 <sup>8</sup>				
eS		59	39				
F	im	precis	0	D =	9.110	kms. = 82°	

#### 121\*.-SISMO DE 20 DE ABRIL DE 1956

Albolote, Atarfe (Granada).

Réplica del número 118. Sentido en Granada (G. IV) (Cartuja),

#### MALAGA

iPg 20<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> 07<sup>s</sup>

#### 122\*.-SISMO DE 22 DE ABRIL DE 1956

Albolote, Atarfe (Granada).

Réplica del número 118. Sentido en Granada (G. IV) (Cartuja).

#### MALAGA

iPg PiPS	04h	07 <sup>m</sup>	10.75	
iSg		07	35	
F		08	=	D = 86 kms. = 0°77

## 123.—SISMO DE 22 DE ABRIL DE 1956

H = 04<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> 53<sup>s</sup> Mag: 6 (Uppsala)

6° S., 151° 1/2 E. (U. S. C. G. S.) Nueva Bretaña.

#### MALAGA

L	05h	56 <sup>m</sup>	168
M	06	00	34
F	en el	siguie	nte

#### 124\*,-SISMO DE 22 DE ABRIL DE 1956

Albolote, Atarfe (Granada).

Réplica del número 118, Sentido en Granada (G. II) (Cartuja).

#### MALAGA

iPg	05h	59 <sup>m</sup>	10s	
iSg		59	20	
RiS		59	22	
1		59	28	
F	06	01		D = 80 kms. = 0° 72

#### 125\*.—SISMO DE 22 DE ABRIL DE 1956

Albolote, Atarfe (Granada).

Réplica del número 118. Sentido en Granada (G. V) (Cartuja).

#### ALMERIA

iPg	15h	56 <sup>m</sup>	(33)1			
(e)Sg		56	(49)	D = (123)	kms I 1	

#### MALAGA

ePg	15	56	32	
iSg			43	
F		58	-	$D = 86 \text{ kms.} = 0^{\circ} 77$

#### 126.—SISMO DE 22 DE ABRIL DE 1956

H = 17<sup>h</sup> 21<sup>m</sup> 53<sup>s</sup>

Mag: 6 (Pasadena)

54° N., 162° W. (U. S. C. G. S.) A lo largo del S. de la Peninsula de Alaska.

#### ALICANTE

P	17h	34m	38"	
SKS		45	03	
eS		45	15	
L	18	03	11	
Mo		09	59	
F		55	9	$D = 9.600 \text{ kms.} - 86^{\circ} 4$

#### ALMERIA

e	17	39	06
T.	18	16	38

#### MALAGA

iP	17	34	46			
iPP		38	14			
iPPP		39	40			
iS		45	10			
iPS		46	22			
eSS		50	54			
L	18	08	24			
M		12	00			
F	19	28	-	D - 9.67	0 kms. =	87°

#### TOLEDO

iP	17	34	31	
	com	presid	inc	
(PP)		37	58	
eS		44	54	
e		56	46.	
L	18	10	15	
M		19	15	
F		35	_	D = 9.440 kms. = 85°

## 127.-SISMO DE 23 DE ABRIL DE 1956

 $H = 03^h 31^m 39^s$ 

Mag: 61/2-63/4 (Pasadena)

42° 4 N., 145° W.

A lo largo de la costa E, de Kokkaido, Japón, Sentido. (C. M. O., Japón).

#### ALICANTE

PPP	03h	50 <sup>m</sup>	46°	
SKS		55	31	
S		56	03	
L	04	16	10	
Mo		23	22	
F		40	200	D = 10.355 kms. = 93° 2

#### ALMERIA

eP	03	45	01
ePP		48	52
L	04	24	48
(M)		32	16

#### MALAGA

#### TOLEDO

iP	03	44	55	
(PP)		48	40	
eS		56	00	
L	04	19	45	
M		25	00	
F		35	-	D = 10.390 kms. = 93° 5

#### 128.—SISMO DE 23 DE ABRIL DE 1956

Probable réplica del número 118.

#### MALAGA

i(Pg) 07h 01m 40s

#### 129.—SISMO DE 23 DE ABRIL DE 1956

 $H = 08^h 28^m 00^s$ 

47° S., 11° W. (B. C. I. S.) Atlántico Sur.

#### ALICANTE

#### MALAGA

#### TOLEDO

(P) 08 40 44

## 130\*.-SISMO DE 24 DE ABRIL DE 1956

Albolote, Atarfe (Granada).

Réplica del número 118. Sentido en Granada (G. III) (Cartuja).

#### ALMERIA

Pg 15<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 46<sup>s</sup>

#### MALAGA

iPg	15 <sup>h</sup>	48=	468			
iPg 'iSg		48				
F		50	-	D = 86	kms.	$-0^{\circ}77$

#### 131.—SISMO DE 25 DE ABRIL DE 1956

17° S., 175° E. (U. S. C. G. S.) Islas Fidji.

#### ALICANTE

P' 1	08 <sup>h</sup>	49m	57°	
PKS		53	28	
SKS		57	00	
PPP		57	59	
SKKS	09	01	04	
F	10	05	-	D = 17.645 kms. = 158° 8

#### MALAGA

eP'	08	49	58				
L	09	55	14				
M	10	01	50				
F		30	-	D	- (17.700 k	ms = (159)	yo.

## 132\*.-SISMO DE 25 DE ABRIL DE 1956

Local.

#### ALMERIA

iPg 12h 55m 22s

## 133\*.--SISMO DE 25 DE ABRIL DE 1956

Próximo a Torrevieja.

Sentido en Torrevieja (G. III),

## ALICANTE

## 134\*.-SISMO DE 25 DE ABRIL DE 1956

Próximo a Torrevieja.

Réplica del anterior. Sentido en Rojales (G. III).

#### ALICANTE

## 135\*.-SISMO DE 30 DE ABRIL DE 1956

Albolote, Atarfe (Granada).

Réplica del número 118. Sentido en Albolote (G. V) y en Granada (G. III).

#### ALMERIA

iPg 13h 45m 27s

## 136.—SISMO DE 1 DE MAYO DE 1956

$$H = 12^{h} \ 57^{m} \ 48^{s}$$
 Región islas Tonga. (U. S. C. G. S.)

#### MALAGA

L	145	26 <sup>m</sup>	05°
M		30	55
F		54	4

## 137\*.-SISMO DE 3 DE MAYO DE 1956

## ALMERIA

$$^{\rm iPg}$$
 01 h 04 m 03 s  $^{\rm eSg}$  04 18 D = 128 kms. = 1 o 15

#### MALAGA

ePg	01	04	01	
IP		04	09	
iSg		04	14	
P		05	-	D = 102 kms. = 0° 92

#### 138\*.-SISMO DE 3 DE MAYO DE 1956

	H = 12 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup>	
Local.		h = 30 kms.
		(Málaga)
MALAGA		

## 139.-SISMO DE 5 DE MAYO DE 1956

	The state of the s
H =	03b 22m 27s
Mag:	6 (Pasadena)
15° 1/2 S., 173° W.	h = 100 kms, ap
Región islas Samoa.	(U. S. C. G. S.)
Región islas Samoa.	(U. S. C. G. S

#### MALAGA

L	04h	41 <sup>m</sup>	518
M		44	59.
F		54	

#### 140.—SISMO DE 6 DE MAYO DE 1956

 $H = 20^h 57^m 16^s$ 

Mag: 53/4 (Pasadena)

54° 1/2 N., 162° 1/2 W. (U.S.C.G.S.) Región de las islas Unimak, Alaska.

MALAGA

L 21h 45m 18s

49 M 58 F 22 07

141.—SISMO DE 7 DE MAYO DE 1956

H = 10h 58m 12s

Mag: 61/4 (Pasadena)

46° 1/2 S., 96° E. (U.S.C.G.S.)

Sur del Océano Indico.

**ALICANTE** 

(P') 11h 17m 06s

PP 18 38

SKS 24 05

PPS 30 00 55 43

Mo. 12 04 43

31 D = 13.420 kms. = 120° 8

ALMERIA

L 12 01 30 33

(Mo) 10

MALAGA

iPPP 11 21 28

23 32

(SKS) 24 32

PS 28 36 SS 33 20

L 12 01 44

09

F 13 35 - D = 13.380 kms. = 120° 4

TOLEDO

(PP) 11 18 50

L 12 05 24

M 14 30 P 25

142.—SISMO DE 8 DE MAYO DE 1956

H = 20h 50m 04m

28° N., 52° 8 E. (B. C. L.S.)

Irán, cerca de la costa N. del Golfo Pérsico.

MALAGA

iP 20th 58th 50s

ePP 21 00

F D = (5.380) kms.  $= (48^{\circ} 4)$ impreciso

143\*.-SISMO DE 10 DE MAYO DE 1956

H = 08h 33m 16 5

37° 20′ N., 2° 20′ W.

(Alicante)

Proximidades de Cantoria (Almeria).

Superficial. Sentido en Cantoria y Arbolea (G. V): Huercal Overa (G. IV) (Almería).

ALICANTE

Pn 08h 33m 49,5s

Sg 34 16,5

35 13 D = 195 kms. = 1° 7

ALMERIA

08 iPg 33

iSg 33 38

eP4 33  $57 D = 78 \text{ kms.} = 0^{\circ} 70$ 

MALAGA

iPg 08 33 33 56

i(Sg) 34 23

— D = 210 kms. = 1°9 35:

143 BIS.—SISMO DE 13 DE MAYO DE 1956

Sin más datos.

ALMERIA

07h 59m 41h

144.—SISMO DE 13 DE MAYO DE 1956

H = 07h 50m 33s

Mag: 6,1 (Uppsala)

30° N., 70° E.

(U. S. C. G. S.)

Pakistán central.

Sentido en Barkhan, Rakhni, Fort Munro, Girdu y Sakhi Sarwar (según Quetta).

ALICANTE

OOm. 08h 271

PP 02 39 S 08

L 18

23

43 D = 6.400 kms. = 57° 6

MALAGA

eP 08 00 42

i(PP) 03 28

iPcS 05 14 (PPS) 10 00

24 36 15%

29 M 09 05 - D = 6.750 kms. = 60° 8

#### TOLEDO

(P)	08h	00m	428
(S)		08	44
e		10	22
(L)		31	_

## 145.—SISMO DE 15 DE MAYO DE 1956

H = 18<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 15<sup>n</sup> Mag: 5,8 (Uppsala)

37° 1/2 N., 21° E. (U. S. C. G. S.) Cerca de la costa W., de Grecia.

Sentido en la isla de Zante (G. V en Zante) y en la región de Elida (G. IV-V en Letrinae) (según Atenas).

#### ALICANTE

iP	18h	38 <sup>m</sup>	10*	
eS		41	24	
L		42	54	
L F		52	-	$D = 2,000 \text{ kms.} = 18^{\circ}$

#### MALAGA

iP	18	38	48				
eS.		42	28				
F		44	-	D =	2.220	kms.	= 20

#### TOLEDO

iP	18	38	43				
(S)		42	22	D -	- 2.220	kms.	$= 20^{\circ}$

## 146.-SISMO DE 15 DE MAYO DE 1956

H = 22<sup>h</sup> 56<sup>m</sup> 55<sup>s</sup> Mag: 6 (Uppsala)

38° N., 22° E. Islas Jónicas.

(U.S.C.G.S.)

Sentido en la isla de Zante (G. V en Zante) y en las regiones de Elida (G. IV en Pyrgos) y de Mesina (G. III-IV en Kyparissia) (según Atenas).

#### ALICANTE

iP	231	00m	488	
PP		01	04	
iS			08	
L		05	32	
Mo		07	06	
F		19	-	D = 2.100 kms. = 18° 9

#### ALMERIA

eP	23	01	13
iPP		01	28

#### MALAGA

iP	23	01	28
iPP		02	10
isx		05	20
ScP		08	34

#### TOLEDO

iP	23	01	24	
eS			16	
e		09	50	D = 2.330 kms. = $21$ °

## 147.—SISMO DE 17 DE MAYO DE 1956

 $H = 05^{h} \ 59^{m} \ 57^{s}$   $16^{\circ} \ 1/2 \ S., \ 72^{\circ} \ W.$   $h = 60 \ kms. \ ap.$  Cerca de la costa S. del Perú. (U. S. C. G. S.)

#### ALICANTE

P	06 <sup>h</sup>	12m	30°s	
PPP		17	52	
SKS		22	44	
S		22	58	
F		50		D = 9.580 kms. = 86° 2

#### ALMERIA

eP 06 12 38

#### MALAGA

#### TOLEDO

iP	06	12	35	
	di	lataci	ón	
i		12	48	
ŧ		12	55	
e		14	37	
PP		15	49	
(S)		22	58	$D = 9.450 \text{ kms.} = 85^{\circ}$

## 148.—SISMO DE 18 DE MAYO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### MALAGA

L	02h	18 <sup>m</sup>	37
M		24	41
F		30	-

## 149.—SISMO DE 18 DE MAYO DE 1956

Islas Fidji (?).

#### MALAGA

L,	09 p	16 <sup>m</sup>	3811
M		21	46
F		41	_

## 150.—SISMO DE 18 DE MAYO DE 1956

H = 22h 08m 30s

Mag: 6,1 (Uppsala)

39° 1/2 N., 23° 1/2 E.

Datos microsismicos poco concordantes, (B. C. I. S.) Cerca de la costa E. de Grecia.

pentido en las regiones de Larissa (G. V-VI en Haghia, G. V en Pharsala), de Trikkala (G. V en Trikkala, Karditsa), de Magnesie (G. V-VI en Halmyros y Pteleon), de Phtiotis (G. V-VI en Hypati, G. V en Amphisa), de Etolo-Akarnanie (G. V en Karpenision) y en la isla de Eubea (G. IV en Aedipsos (según Atenas).

#### ALICANTE

eP	22h	12 <sup>m</sup>	41*			
PPP		13	19			
iS		16	19			
L		17	46			
Mo		19	21			
F		42	_	D = 2.100	kms.	- 18° 9

#### MALAGA

eP	22	12	45	
ePP		13	47	
iPcP		15	59	
iS		17	19	
L		20	55	
M		23	47	
F		33	. ==	D = 2.740 kms. = 24° 7

#### TOLEDO

iP	22	13	09		
	compresión				
L		21	34		

#### 151.—SISMO DE 19 DE MAYO DE 1956

H = 01<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> 36<sup>s</sup> Mag: 6,4 (Uppsala)

7° S., 156° E. (U. S. C. G. S.) Islas Salomón.

Sentido en Karoola,

#### ALICANTE

P'	01 h	50 <sup>m</sup>	11"	
PP		53	18	
(SKS)		57	17	
L	02	37	57	
Mo		48	37	
F		57	-	D = 15.780 kms. = 142°

#### ALMERIA

eP'ı	01	50	14
c		51	07
L		53	-

#### MALAGA

iP' 01 50 14

#### TOLEDO

iP 01 50 08

## 152.-SISMO DE 19 DE MAYO DE 1956

H = 20<sup>n</sup> 02<sup>m</sup> 15<sup>s</sup> Mag: 6,3 (Uppsala)

40° S., 43° E. Océano Indico.

(U.S.C.G.S.)

#### ALICANTE

P	20 <sup>h</sup>	15 <sup>m</sup>	05ª
PPP		20	32
(S)		25	49
SS		31	35
L		44	09
F	21	30	- D = 9.720 kms, = 87° 5

#### ALMERIA

L	20	44	-
Mo		51	54

#### MALAGA

eP	-20	15	17	
ePP		18	50	
eSKS		25	40	
L		52	53	
M		59	35	
F	23	16	-	D = 9.680 kms. = 87° 1

#### TOLEDO

eP	20	15	18	
ė		15	38	
ePP		19	00	
SKS		25	48	
S		26	08	
L		45	10	
Mo		53	10	
P	21	30	-	D - 10.110 kms 91°

#### 153.—SISMO DE 21 DE MAYO DE 1956

H = 00h 29m 42s

20° 3/4 S., 68° W. h=100 kms. ap. Región frontera Bolivia-Chile. (B. C. 1. S.)

#### ALICANTE

P	00h	42 <sup>m</sup>	23*	
SKS		52	41	
S		52	55	
F	01	10		D = 9.800 kms. = 88° 2

## 154.—SISMO DE 22 DE MAYO DE 1956

H = 03h 01m 03\*

Mag: 61/2 (Pasadena)

115° 1/2 S., 173° W. Islas Samoa.

(U. S. C. G. S.)

Sentido en Apia (G. IV-V) (según Apia).

#### ALICANTE

P'1	03h	20°	598
SKS		28	04
L	04		
F		40	D = 17 225 long 1509

#### ALMERIA

eP'	03	21	03
e		34	02
L	04	22	40
Mo		25	52

#### MALAGA

iP'1	03	21	04				
iP'2		21	42				
iPP		25	16				
iPPP		29	08				
SKKS		32	02				
L	04	17	42				
M		24	42				
F	05	26	745	D = 17.440	kms	$s. = 157^{\circ}$	
SKKS L M	04	32 17	02 42	D = 17,440	kms	s. = 157°	

#### TOLEDO

eP'	03	20	59	
f.		21	19	
(PP)		24	46	
L	04	14	40	
Mo		25	20	
F	05	05		D = 17.000 kms. = 153°

## 155.—SISMO DE 22 DE MAYO DE 1956

H = 13h 36m 12s

Mag: 6,5 (Uppsala) 4° S., 152° 1/2 E.

h = 550 kms, ap. Nueva Irlanda (U. S. C. G. S.)

Sentido en Rabaul, Nueva Bretaña (según Rabaul)

#### ALICANTE

P.	13h	549	344	
PP		57	30	
SKS	14	.00	46	
L		41	42	
P		55	-	$D = 15.310 \text{ kms}, = 137^{\circ} 8$

#### ALMERIA

$$eP'_1$$
 13 54 35  $iPP$  57 36 D = 15.440 kms. = 139°

## MALAGA

## TOLEDO

## 156\*.-SISMO DE 23 DE MAYO DE 1956

H = 00h 05.2m

36° 4 N., 3° 7 E. Argelia.

Sentido (G. VI) en Ain Bessen, Laperrine; (G. V-VI) en Bellefontaine y Thiers (Argel).

#### ALICANTE

e	00h	06 <sup>m</sup>	218
L		07	13
F		16	

#### ALMERIA

:9:	00	07	40
L		08	40

#### MALAGA

6	00	.08	37	
M		10	15	
F		18	-	D = (720) kms. = (6°5)

#### 157.—SISMO DE 23 DE MAYO DE 1956

H = 20h 48m 30h

Mag: 7-7 1/4 (Pasadena)

15° 1/2 S., 179° W. h = 450 kms, ap. Islas Fidji. (U. S. C. G. S.)

## ALICANTE

P ,	21h	()7 <sup>cn</sup>	388	
PP		12	36	
SKS		13	48	
L	22	07	48	
Mo		20	12	
P	23	20		D 19555 box 1679

## ALMERIA

iP',	21	07	39	
iP'2		09	20	
ISP'		10	26	
ePP		12	49	
eSKS		13	57	
1		19	39	
1		20	49	
19		21	21	
ISKSP		22	05	
L		57	50	D = 18.670 kms. = 168°

#### MALAGA

iP'1	21	07	40
iP'a		08	16

iPKS	21 h	11 <sup>m</sup>	38*
I		15	36
PPS		26	20
L	22	09	42
M		17	39
F	24	44	— D = 17.730 kms. = 159° 6

#### TOLEDO

iP'	21	07	37	
	cor	npresi	ón	
i		08	04	
ipP		.09	31	
i		11	33	
i		11	42	
(PP)		12	26	
(PP)		12	36	
1		14	01	
1		17	00	
1		20	58	
SS		37	56	
F	23	00		$D = (18.220)$ kms. $= 164^{\circ}$

## 158.—SISMO DE 24 DE MAYO DE 1956

H = 02h 27m 28s

Mag: 5,5 (Chihuahua)

26° N., 110° W. Golfo de California. (Tacubaya)

#### MALAGA

L	03h	$09^{m}$	19"
M		14	45
F		24	

## 159.—SISMO DE 26 DE MAYO DE 1956

H = 17<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> 34<sup>s</sup>

 $24^{\circ}$  S.,  $67^{\circ}$  W. h=200 kms. ap. Región frontera Chile del N. Argentina, (U. S. C. G. S.) Antofagasta.

#### ALICANTE

P	17 <sup>h</sup>	58 <sup>m</sup>	571	
PP	18	02	29	
PPP		04	27	
S		09	20	
L		28	34	
Mo		35	22	
F		45	25	D = 9.755 kms. = 87° 8

#### ALMERIA

e	18	25	50
ė		30	04
L		51	-

#### MALAGA

L	18	47	20
M		54	34
F		56	2000

#### 160.-SISMO DE 26 DE MAYO DE 1956

H = 20h 21m 14s

Mag: 61/2 (Pasadena)

 $\begin{array}{lll} 19^{\rm o} \ {\rm S.,} \ 178^{\rm o} \ 5 \ {\rm W.} & & h = 550 \ {\rm kms. \ ap.} \\ {\rm Islas \ Fidji.} & & (U. \ {\rm S. \ C. \ G. \ S.}) \end{array}$ 

#### ALICANTE

P',	20 <sup>n</sup>	40m	05s				
SKS		46	10				
PPP		48	28				
L	21	37	14			100	
F		58	_	D -	17.780	kms.	$=160^{\circ}$

#### ALMERIA

L 21 03 10

#### MALAGA

#### TOLEDO

iP	20	40	15
i		40	55

#### 161.-SISMO DE 31 DE MAYO DE 1956

36° 6 N., 4° 8 E, Argelia,

Sentido (G. V) en El Kseur, El Matten, La Réunion, Qued Amizour, Seddouk, Sidi Aich (Argel).

## ALICANTE

## 162.—SISMO DE 3 DE JUNIO DE 1956

H = 05<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> 23<sup>n</sup>

Mag: 5 (Moskva)

79° 1/2 N., 118° 1/2 W. (U. S. C. G. S.)

Océano Artico.

#### ALICANTE

P	05h	29m	12*
(S)		37	07
L		46	57
Mo		51	39
F	06	05	- D = 6.335 kms. = 57°

#### ALMERIA

#### MALAGA

iP	05h	29m	18 <sup>8</sup>	
PcP		33	32	
iS		37	38	
eScS		38	46	
L		50	18	
M		53	42	
F	06	28	-	D = 6.400 kms. = 57° 6

#### TOLEDO

iP	05	28	29	(compresión)
1		29	06	
		29	32	
(PP)		31	04	
e		32	30	
(S)		36	48	
Mo		54	15	
F	06	10	-	D = (6.220) kms.

#### 163.—SISMO DE 4 DE JUNIO DE 1956

H = 07<sup>h</sup> 09<sup>m</sup> 18<sup>s</sup> Mag: 61/4 (Pasadena)

52° N., 170° 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Islas de los Zorros, Aleutianas.

#### ALICANTE

eP	07h	22***	oos		
	O1				
S		32	55		
SS		38	47		
L		51	43		
Mo		58	37		
F	08	28		D = 9.865 kms. = 88° 8	į.

#### ALMERIA

L	07	58	40	
M	08	09	32	

#### MALAGA

L	08	00	20
M		05	40
F	09	21	12

#### TOLEDO

(P)	07	22	13			
(S)		32	55			
L	08	_07	40			
F		25	200	D = (9.780)	kms.	- 88°

# 164.—SISMO DE 4 DE JUNIO DE 1956

H = 12<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> 50<sup>s</sup> Mag: 6,1 (Wellington)

32° 2 S., 177° 1 W. Islas Kermadec.

#### ALICANTE

P'1	121	26 <sup>m</sup>	05°
(SKS)		33	07
PPP		35	30

L	13h	27 <sup>m</sup>	23"	
Mo		40	23	
F	14	15	=	$D=19.110\ kms.=172^{o}0$

#### MALAGA

iP'	12	26	40		
iPP	1000	31	24		
ePPP		35	34		
eSKKS	3	38	22		
L	13	32	56		
M		42	38		
F	14	30	_	D = 19.200 kms. = 173°	

#### TOLEDO

eP'	12	26	00
(PP)		31	09

#### 165.—SISMO DE 5 DE JUNIO DE 1956

H = 05h 59m 41s

Mag: 61/4-61/2 (Pasadena)

51° S., 112° 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Pacifico.

#### ALICANTE

-		7.5144-4.1				
Po	06h	18 <sup>m</sup>	57°			
PP		21	23			
PKS		22	26			
PPP		24	15			
SKS		26	07			
SKKS		28	13			
PPS		33	13			
SS		39	09			
F		55	-	D = 14.670	kms. =	= 132°

#### MALAGA

i(PP)	06	21	12	
L	07	12	24	
M		17	14	
F	08	30	-	D = (14.400) kms. = (129° 6)

#### 166\*.—SISMO DE 5 DE JUNIO DE 1956

H = 11h 41m 28s

Sentido (G. VI) en Trigueros; G. V en Huelva, Valverde del Camino y Lepe; G. IV en Zalamea la Real, Calañas y Palos de la Frontera, y G. II-III en Ayamonte y Villablanca.

#### ALICANTE

Pn	115	42m	455		3	
Sn		43	51			
F		47	23	D = 600	kms.	$=5^{\circ}4$

#### ALMERIA

iPn	-11:	42	22
ePg		42	38
eSx		43	23

i	11h	43 <sup>m</sup>	27=		
iSg		43	31		
e		43			
F		44	40	D = 450 kms.	- 4° 05

#### MALAGA

iPg	11h	42m	.00°	
iS		42	30	
L F		42	39	
F		44	-	$D=238$ kms. $=2^{\circ}15$

#### TOLEDO

iPn	11	42	19	
iPg		42	30	
iSg		43	13	
M		43	27	
F		47	-	D = 355 kms. = 3° 2

# 167\*.-SISMO DE 7 DE JUNIO DE 1956

Probable réplica del anterior.

#### ALICANTE

e	04h	28m	518
e.		29	17
F		30	53

#### ALMERIA

iPg	04	28	08	
iSg		28	37	D = 235 kms. = 2° 10

#### MALAGA

ePn	04	28	02		
īPg		28	05		
1		28	14		
iSn		28	24		
F		30	_	D = 170 kms	- 1° 5

#### TOLEDO

(Pg) 04 29 44

#### 168.—SISMO DE 8 DE JUNIO DE 1956

H = 04<sup>h</sup> 07<sup>m</sup> 26<sup>s</sup>
Mag: 6,5 (Uppsala)
35<sup>c</sup> N., 67<sup>c</sup> 1/2 E. (U. S. C. G. S.)
Afghanistan.

Premonitorio del número 172.

#### MALAGA

E	04 <sup>h</sup>	41 <sup>m</sup>	20 <sup>8</sup>	
M		44	46	
F		44	50	

# 169.—SISMO DE 8 DE JUNIO DE 1956

 $\begin{array}{ccc} H=13^h~53^{en}~09^s\\ 30^e~S.,~70^o~W. & h=150~kms,~ap.\\ Región~frontera~Chile-Argentina. & (U. S. C. G. S.) \end{array}$ 

Sentido fuertemente en La Serena y Coquimbo (Chile).

#### ALICANTE

P	14h	06 <sup>m</sup>	078	
PP		09	59	
S		16	59	
L		38	03	
Mo		45	21	
F		58	_	$D = 10.445 \text{ kms.} = 94^{\circ}$

#### MALAGA

eP	14	06	05			
L		38	49			
M		44	21			
F	15	04		D = 10.000	kms	= 90°

#### TOLEDO

L	14	42	14
M		47	15
F		51	-

# 170.—SISMO DE 8 DE JUNIO DE 1956

#### MALAGA

L	22 <sup>h</sup>	32m	35
M		37	03
F		58	-

#### 171.—SISMO DE 9 DE JUNIO DE 1956

H = 10<sup>h</sup> 08<sup>m</sup> 32<sup>s</sup>
Mag: 63/4 (Pasadena)
30° 5 S., 70° 5 W. h = 150 kms. ap.
Chile central. (U. S. C. G. S.)

Sentido en Coquimbo, Illapel, Santiago, La Serena y Valparalso (Chile), y en San Juan (Argentina).

#### ALICANTE

eP	10h	21 <sup>m</sup>	315			
SKS		31	52			
eS		32	24			
SSS		42	30			
L		53	38			
Mo	11	01	02			
F		42		D = 10.500	kms. =	94° 5

#### ALMERIA

e(P)	10	21	56
iPP		25	24
e		32	25
L		56	50
M	11	04	22

#### MALAGA

iP 10 21 36

IPP	10 <sup>h</sup>	25m	28 <sup>8</sup>	
ePPP		27	34	
iS		32	54	
iPS		33	56	
SS		39	34	
L		52	42	
M		58	08	
F	13	19		$D = 10.100  \text{kms.} = 90^{\circ}  9$
TOLEDO	)			
e(P)	10	21	46	
ePP		25	24	
eS		32	38	
(SS)		39	00	
L		54	00	
Mo		59	55	
F	11	35		D = 10.330 kms. = 93°

# 172.—SISMO DE 9 DE JUNIO DE 1956

H = 23h 13m 51s Mag: 71/4-71/2 (Pasadena)

35° 1/2 N., 67° 1/2 E. (U. S. C. G. S.)

Afghanistan.

Daños importantes en los distritos de Bamian y Kamard; hundimientos del terreno en Kami Kerqushaq, en el valle de Kamard; formación de un dique temporal cuya ruptura provocó, el 14 de junio de 1956, inundaciones desastrosas; 350 a 400 muertos, principalmente a consecuencia de la inundación (datos suministrados por el Dr. Furrer, Servicio Geológico Kaboul).

# ALICANTE

iP	23h	23m	138	
PP		25	14	
iS		30	41	
SS		34	21	
L		39	26	
M		43	45	
Mo		47	06	
F	02	20	-	$D = 5.890 \text{ kms.} = 53^{\circ}$

#### ALMERIA

iP	23	23	27			
ePP		25	41			
ePPP		26	57			
ePcS		28	28			
e		29	44			
eS		31	22			
PS		31	32			
e		32	05			
SS		35	06			
L		42	40			
M		48	57	D = 6.3	60 kms	- 57° 2

### MALAGA

iP	23	23	37	
iPcP		24	27	
iPP		25	47	
iPPP		27	01	
ScP		28	23	
is		31	13	

ScS	23h	32 <sup>nt</sup>	494	
SS		35	05	
L		40	45	and the second
M		44	55	
F	03	50	-	$D = 6.300$ kms. $= 56^{\circ} 7$
TOLEDO	)			
iP	23	23	27	
i		23	38	
-1		25	27	
PP		25	34	
PPP		26	54	
is		31	13	
PS		21	24	
SS		34	59	
SSS		36	53	
L		40	30	
Mo		47	45	
F	01	08	_ :	D = 6 220 kms = 56°

# 173.—SISMO DE 11 DE JUNIO DE 1956

H = 01h 11m 21s

Mag: 41/2 (Moskva)

33° 1/2 N., 25° 1/2 E. h = 70 kms. Cerca de la costa S. de la isla de Creta.

#### MALAGA

iP	01 h	16 <sup>m</sup>	50s	
ePP		17	26	
L		28		
F	im	recis	0	D = 2.780 kms. = 25°

# 174.—SISMO DE 11 DE JUNIO DE 1956

 $H = 08^h 22^m 09^s$ Mag: 5,5 (Uppsala)

52° N., 31° 1/2 W. (U.S.C.O.S.) Atlantico Norte.

#### ALICANTE

eP	08h	27 <sup>m</sup>	378	
S		32	05	
L		34	31	
Mo		36	39	
F		55		D = 2.800 kms. = 25° 2

#### ALMERIA

IP	08	27	26		
eS		31	47		
iL		32	58		
M		35	27	D = 2.780	$kms = 25^{\circ}$

#### MALAGA

iP	08	27	30			
e(Pcl	2)	30	30			
iss		32	32			
L		36	18			
M		39	34			
F	09	12	_	D = 2,730	km	s. = 24° 6

#### TOLEDO

iP	08h	27 <sup>m</sup>	10s	(dilatación)
eS		31	14	
L		32	30	
Mo		33	15	
F		42	===	$D = 2.550 \text{ kms.} = 23^{\circ}$

#### 175.—SISMO DE 12 DE JUNIO DE 1956

H = 08h 54m 02s Mag: 61/2 (Pasadena)

9° S., 110° E. (U. S. C. G. S.) Este del Océano Pacífico.

#### ALICANTE

P	09 <sup>‡</sup>	12m	36ª	
SKS		19	18	
L		46	44	
F	10	03	100	$D = 12.280 \text{ kms.} = 110^{\circ} 5$

#### MALAGA

#### TOLEDO

L 09 48 15

# 176.—SISMO DE 13 DE JUNIO DE 1956

H = 12<sup>h</sup> 07<sup>m</sup> 41<sup>s</sup> Mag: 5,9 (Uppsala)

1/2° S., 124° 1/2 E. h = 200 kms. ap. Cerca de la costa de las Célebes. (U. S. C. G. S.)

Sentido en el Minahasa (según Djakarta).

#### ALICANTE

P.	12h	26 <sup>m</sup>	09s	
SKS		32	52	
L	13	04	41	
L F		25		D = 13.300 kms. = 119° 7

#### MALAGA

eSKS	12	33	07	
L	13	11	37	
M		18	05	
F		43	-	D = 13.500 kms. = 120° 2

#### 177.—SISMO DE 13 DE JUNIO DE 1956

 $H=20^{\rm h}~47^{\rm m}~16^{\rm s}$  Región Nueva Bretaña (?). (U. S. C. G. S.)

#### MALAGA

6	21h	34m	21"
e		39	03
F	im	precis	0

# 178.—SISMO DE 14 DE JUNIO DE 1956

Pacifico Sur.

(B. C. I. S.)

Datos insuficientes.

#### MALAGA

6	17h	15m	27
e		19	35
F	im	precis	0

#### 179.—SISMO DE 15 DE JUNIO DE 1956

 $H = 15^h 35^m 55^s$ 

 $25^{\circ}$  S.,  $178^{\circ}$  W. h=200 kms. ap. A 500 kms. ap. al S. de las islas Tonga, (B. C. I. S.)

#### MALAGA

eP'	15h	55 <sup>m</sup>	318	
i(PP)	16	00	27	
eSKS		02	35	
L		55	43	
M	17	02	09	
F		40		D = 18.400 kms. = 166°

#### 180.—SISMO DE 16 DE JUNIO DE 1956

H = 06<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> 26<sup>s</sup> Mag: 5,9 (Uppsala)

Sentido (L. M. A., Japón).

#### ALICANTE

(P)	06h	33m	075	
PP		37	12	
S L		44	36	
L	07	06	46	
Mo		14	28	
F		35	-	D = 11.035 kms 99° 3

#### MALAGA

eSKS	06	43	38		
PS		46	52		
eSS		51	50		
e(SSP)		53	52		
L	07	16	24		
M		21	02		
F		58	-	D = (11.400) kms =	(103%)

#### TOLEDO

e	06	41	45
L	07	16	00
M		19	15
F		35	_

#### 181.—SISMO DE 16 DE JUNIO DE 1956

#### MALAGA

e(PP) iS	17h	12 <sup>m</sup>	55°s 49			
F	imp	orecis	0	D = (8.900)	kms.	- (80°)

# 182.—SISMO DE 16 DE JUNIO DE 1956

 $\begin{array}{c} H = 19^{h} \ 36^{m} \ 02^{s} \\ 26^{\circ} \ S., \ 176^{\circ} \ 3/4 \ W. \end{array} \tag{B. C. I. S.)} \\ A \ 500 \ kms. \ ap. \ al \ S. \ de \ las \ islas \ Tonga. \end{array}$ 

#### MALAGA

	20 <sup>h</sup>	01m	018	
e(PP	P)	04	57	
L	21	01	43	
M		13	11	
F		32	-	D = (18.400) kms. = (166°)

# 183.—SISMO DE 17 DE JUNIO DE 1956

 $\begin{array}{c} H = 03^h \ 01^m \ 33^s \\ \text{Mag: 6,4 (Wellington)} \\ 31^\circ \ 7 \ \text{S., } 179^o \ \text{W.} \\ \text{Islas Kermadec.} \end{array} \qquad \begin{array}{c} h = 200 \ \text{kms.} \\ \text{(B. C. I. S.)} \end{array}$ 

#### MALAGA

$$i(P'_2)$$
 03<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> 56<sup>s</sup>  
 $iPP$  26 46  
F impreciso D = (19.300) kms. = (174°)

# 184.—SISMO DE 20 DE JUNIO DE 1956

 $H=22^{h}\ 31,2^{m}$  Atlantico Norte. (B. C. I. S.)

#### MALAGA

# 185.—SISMO DE 21 DE JUNIO DE 1956

 $H = 11^h \ 06^m \ 36^n$  Nueva Guinea (?). (U. S. C. G. S.)

#### MALAGA

# 186.—SISMO DE 22 DE JUNIO DE 1956

 $H=00^{\rm h}~49.9^{\rm m}$  38° 1/2 N., 33° 1/2 E. (B. C. I. S. y Stuttgart) Región del Lago Salado. Datos poco concordantes.

# MALAGA

L	014	05m	38*		
M		10	14		
F		16	-	D = (3.300) kms. =	(31°)

# 187.—SISMO DE 23 DE JUNIO DE 1956

Mag: 61/2 (Pasadena) 56° 1/2 N., 163° 1/2 E. Cerca de la costa E. de Kamtchatka.

#### ALICANTE

iP	02h	30m	39°	6				
PP		34	00					
iS		41	13					
SS		46	42					
L		58	26					
Mo	03	05	02					
F	04	02	_	D =	9.400	kms	- 8	1º 6

#### ALMERIA

iP	02	30	47			
iPP		34	10			
iPPP		36	05			
eS		41	29			
L		.57	40			
M	03	08	48	D = 9.760	kms. = 87° 5	

#### MALAGA

iP	02	30	49	
PP		34	15	
PPP		36	07	
iS		41	37	
PS		42	43	
L		59	15	
M	03	03	45	
F	05	33	-	$D = 9.600 \text{ kms.} = 86^{\circ} 4$

#### TOLEDO

iP 02 30 34 (compresión)	
(PP) 33 46	
eS 41 01	
SS 46 22	
SSS 50 54	
L 55 00	
Mo 03 10 30	
F 30 — D = 9.400 kms	k = 85°

# 188.—SISMO DE 23 DE JUNIO DE 1956

21° S., 174° E. (U. S. C. G. S.) Región islas Lealtad.

#### MALAGA

L	245	45m	118
M		52	29
F	25	16	

#### 189.—SISMO DE 24 DE JUNIO DE 1956

H = 12<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> 00<sup>s</sup> Mag: 5 (Moskva)

40° S., 36° E.

(B. C. I. S.)

Océano Indico, a 700 kms. ap. al N. isla de Principe Eduardo.

#### ALICANTE

P	13h	07111	42"	
PP		11	07	
S		18	16	
F		50	8	$D = 9.500 \text{ kms.} = 85^{\circ} 5$

#### MALAGA

eP	13	07	35	
ePP	-	10	51	
ePPP		12	51	
eS		18	03	
L		40	43	
M		46	33	
F	14	31		D = 9,400 kms. = 85°

#### TOLEDO

iP	13	07	50	
eS		18	31	
M		42	15	
F		50		$D = 9.780 \text{ kms.} = 88^{\circ}$

# 190\*.-SISMO DE 24 DE JUNIO DE 1956

 $H = 15^h 45^h 42^s$  (Alicante) Próximo a Orjiva.

Superficial.

#### ALICANTE

(Pn)	15 <sup>h</sup>	$46^{\rm m}$	40°		
e		47			
F		48	06	D = 314	$kms. = 2^{\circ} 8$

#### ALMERIA

ė	Pg	15	45	57				
	Sg				D.	- (128)	kms.	- 1° 15

#### MALAGA

iPg	15	45	59	
eSg		46	10	
1		46	19	
F		47	The same	$D = 94 \text{ kms.} = 0^{\circ} 85$

#### 191.—SISMO DE 24 DE JUNIO DE 1956

 $H = 20^h 58^m 36^s$ Mag: 61/4 (Pasadena)

7° S., 155° E. (U. S. C. G. S.) Islas Salomón.

#### MALAGA

iP' 21<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> 26<sup>s</sup> iPP 22 28

eSKS	21h	25 <sup>m</sup>	08s	
L	22	24	02	
M		33	22	
F	23	45		D = 16.100 kms, = 145°

# 192.—SISMO DE 27 DE JUNIO DE 1956

H = 18<sup>h</sup> 57<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> Mag: 5 (Moskva)

23° N., 121° E. (U. S. C. G. S.) Sur de Formosa.

Sentido.

#### MALAGA

e	19 <sup>th</sup>	52m	158
L		59	07
F	20	17	-

#### 193.—SISMO DE 28 DE JUNIO DE 1956

 $H = 03^h 54^m 20^s$ 15" 1/2 S., 178" W. (U. S. C. G. S.) Islas Fidji.

#### MALAGA

eP'	044	14m	58s	
L	05	15	36	
M		22	12	
F		59		D = (17.500) kms. = (157° 5)

#### 194.—SISMO DE 28 DE JUNIO DE 1956

H = 17<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> 31<sup>s</sup> Mag: 4 (Moskva)

44° 1 N., 18° 6 E. (B. C. I. S.) Yugoeslavia, al NE. de Sarajevo.

#### MALAGA

eP	17h	47m	01 8
eS		50	31
L		53	09
M		54	33
F	18	25	— D = 2.110 kms. = 19°

#### 195.—SISMO DE 28 DE JUNIO DE 1956

H = 22h 58m 50s

Mag: 61/4-61/2 (Pasadena) 48° 3/4 N., 129° 1/2 W. (U. S. C. G. S.)

A lo largo de la costa de la isia de Vancouver, Colombia británica.

#### ALICANTE

eP  $23^{h}$   $11^{m}$   $08^{h}$ iS 21 33L 38 16F 00 05 — D = 9.065 kms.  $= 81^{\circ}6$ 

#### ALMERIA

iP	23h	11 <sup>m</sup>	138
e		12	16
ePP		14	52
L		34	00
M		47	45

#### MALAGA

iP	23	11	14	
PP		14	42	
PPP		16	22	
iS		21	42	
L		40	00	
M		43	38	D = 9.200 kms = 82° 8

#### TOLEDO

(IF	43	10	31				
PP		14	05				
eS		21	02				
Mo		42	00				
F	00	10		D -	8.890	kms. =	80

#### 196.—SISMO DE 29 DE JUNIO DE 1956

H = 02<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> 32<sup>s</sup> Mag: 41/2 (Moskva)

28° 1/2 N., 57° 1/4 E. Sur del Irán.

#### ALICANTE

(P)	02 <sup>h</sup>	27 <sup>m</sup>	168		
S		34	E to 24 (5)		
F		47	-	D -	= 5.400 kms. = 48° 6

#### ALMERIA

iP 02 27 31

#### MALAGA

F	en e	signi	ente	D = 5.700 kms. = 51°
ePS		35		
eS		34	36	
iP	02	27	38	

#### TOLEDO

iP	02	27	38		
i		27	46		
(S)		34	50		
L	03	19	15		
M		25	45		
F		35	-	$D = (5.780)$ kms. $= 52^{\circ}$	

# 197.—SISMO DE 29 DE JUNIO DE 1956

H = 02<sup>h</sup> 22<sup>th</sup> 00<sup>h</sup> Mag: 6,2 (Uppsala)

26° N., 122° E. (U. S. C. G. S.) A to largo de la costa de Formosa,

Sentido.

#### ALMERIA

L	03h	26m	20s
M		36	40

#### MALAGA

L	03h	20 <sup>m</sup>	50°
M		26	39
F	04	06	20

#### 198.—SISMO DE 30 DE JUNIO DE 1956

H = 01<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> 20<sup>s</sup> Mag: 5,5 (Uppsala)

44° N., 29° E. (U. S. C. G. S.) Mar Negro, cerca de la costa de Rumania.

#### ALICANTE

(P)	01 <sup>h</sup>	55 <sup>m</sup>	278	
eS		59	34	
L	02	01	34	
L F		07	20	D = 2.555 kms. = 23°

#### ALMERIA

iP	01	55	45
iP		56	28
(PPP)		57	12

#### MALAGA

eP	01	55	58			
PcP		59	12			
eS	02	00	32			
L		03	34			
M		06	24			
F		38	-	D = 2.920	kms	26° 3

#### TOLEDO

eP	01	55	46			
eS	02	00				
L		04	15	D = 2.890	kms. = 2	26°

#### 199.—SISMO DE 30 DE JUNIO DE 1956

#### ALICANTE

(P)	14h	29m	32°	
PPP		35	03	
SKS		39	42	
eS		39	55	
F	15	10	11/	D = 9.750 kms. = 87° 7

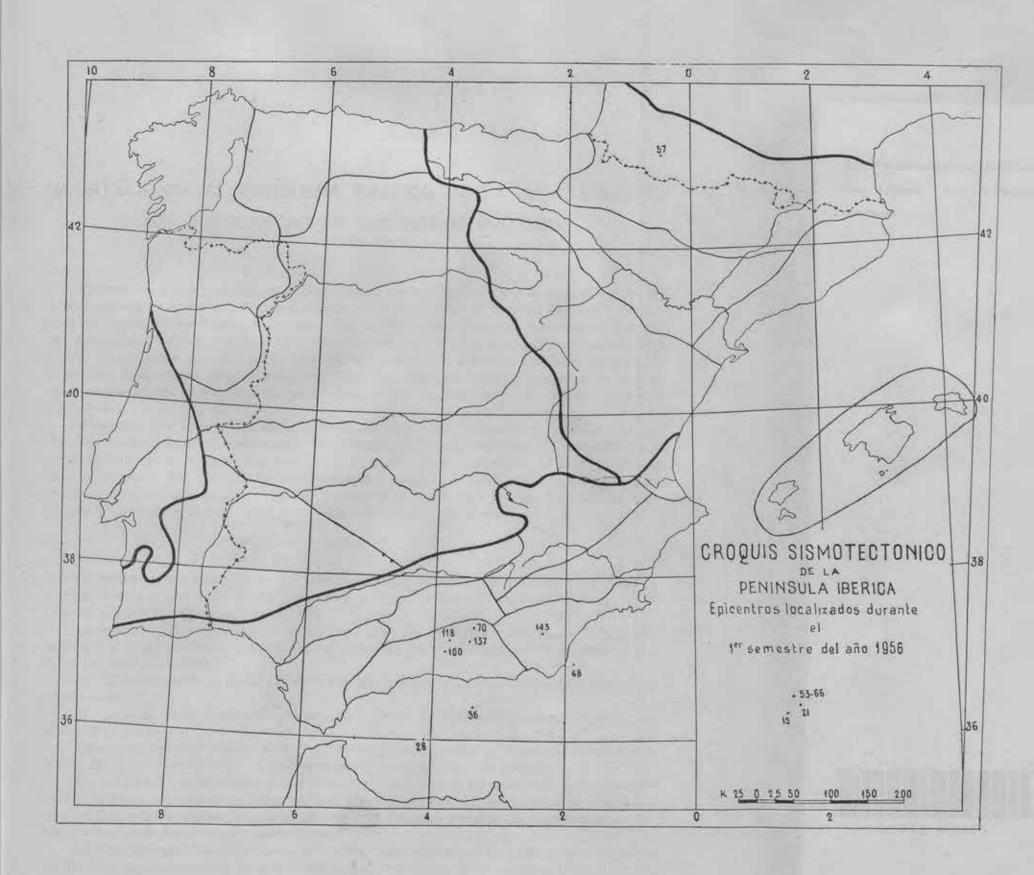
#### MALAGA

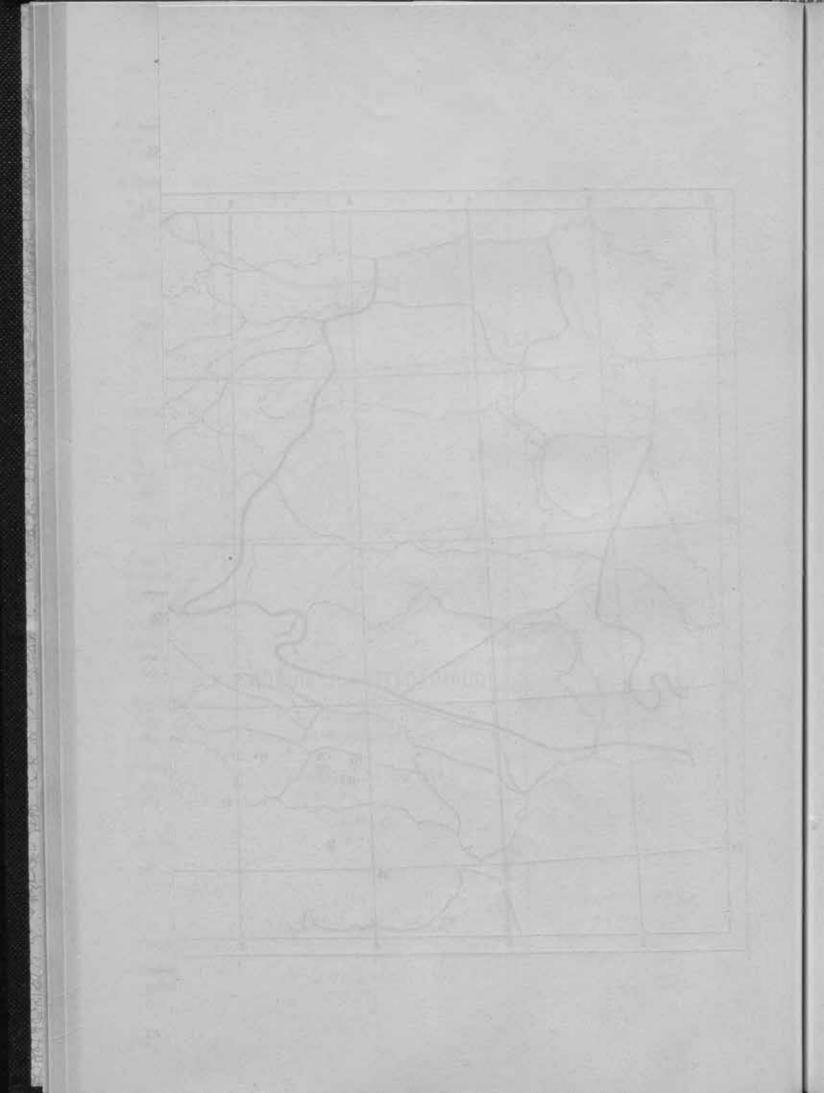
iP	14	29	55	
i(S)		39	27	
L		53	27	
M		58	41	
F	15	10	-	$D = 9.400 \text{ kms.} = 84^{\circ} 6$

#### TOLEDO

iP	14	30	08	
e		39	47	
(S)		40	37	D = (9.665) kms, = 87°

NOTA.—Los números con asterisco corresponden a sismos próximos.





# APORTACIONES AL PROBLEMA GRAFICO DE LA DETERMINACION DEL HIPOCENTRO EN LOS SISMOS PROXIMOS

Exponemos en el presente estudio un nuevo método gráfico para la determinación del hipocentro en los casos, tan frecuentes para los observatorios de nuestra Península, de sismos próximos. De antemano, nos propusimos utilizar como datos exclusivamente los que corresponden al primer impulso registrado en cada estación, por considerar que son los más fácil y seguramente identificables, por lo general, en los sismogramas. En consecuencia, y al prescindir de los datos suministrados por otras fases, incluída la distancia epicentral de cada estación, es preciso contar con cuatro de ellas, como mínimo, para que la solución quede determinada.

El método que exponemos tiene, como todos, sus casos favorables y desfavorables, según las circunstancias de cada sismo. No obstante, en el planteamiento del problema gráfico puede intervenir el operador, dentro de un cierto margen, mediante la elección de una estación-origen y una potencia de inversión que favorezcan la construcción a efectuar. Esta posibilidad de elección en la manera de plantear el problema, aun siendo limitada, da flexibilidad al método y amplía considerablemente su campo de aplicación.

F # 19

El problema propuesto es, en su enunciado físico, el siguiente: Conocidas las horas de llegada de una misma onda sismica a cuatro puntos de situación conocida, determinar, en situación y hora, el origen del movimiento.

La reducción de este problema a una pura cuestión geométrica sólo puede hacerse admitiendo algunas hipótesis, cuyo grado de veracidad sea compatible con la precisión a exigir a un método gráfico:

- u) El movimiento se transmite en un medio isótropo, y su velocidad de propagación, v, es conocida.
- b) La zona de la superficie terrestre que abarca las cuatro estaciones y el epicentro puede asimilarse a un plano.

Estas hipótesis sólo pueden aceptarse con algún fundamento en casos de sismos próximos y de profundidad normal, y éste será por tanto el alcance del método.

En la figura 1.\*, H es el foco, E el epicentro y 0, 1, 2, tres de las cuatro estaciones consideradas; la figura representa un corte vertical según el plano 0EH, sobre el que se han abatido, con EH como charnela, los planos 1EH y 2EH. La traza del plano de la superficie terrestre sobre el de la figura viene representada por SS.

La superficie esférica H0 representa la posición alcanzada por la onda en el instante de su registro en la estación  $\theta$ , elegida como origen. Si son  $H_0$  y  $H_1$  las horas de llegada de esta onda a  $\theta$  y  $\theta$ , respectivamente, será  $r_1 = (H_1 - H_0) v$ , siendo  $r_1$  el radio de la esfera  $\theta$  re-

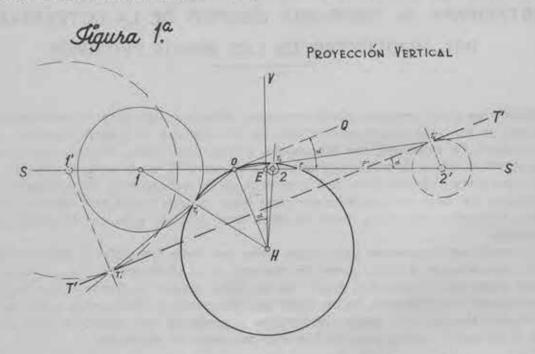
presentada en la figura; en este caso, por estar l más alejada del foco que  $\theta$ , será  $H_l > H_0$ , y la superficie esférica l será tangente exterior a la H en el punto  $T_l$ .

Si consideramos otra estación, 2, cuya distancia al foco sea menor que la de  $\theta$ , será  $r_2 = (H_0 - H_2) v$ , y la superficie esférica 2 será tangente *interior* a la H en el punto  $T_2$ .

En la presente exposición, y buscando una simplicidad de expresión que aporta, por otra parte, mayor generalidad al problema, consideraremos el punto 0 como una esfera de radio nulo, cuando así convenga al razonamiento; a una esfera tal como la 1 le asignaremos un radio positivo, y a otra tal como la 2 un radio negativo, todo ello justificado por la fórmula general que da los radios:

$$r = (H - H_0) v$$
.

Vemos según lo dicho que en todo caso, y una vez adoptada una estación-origen arbitraria, el problema se reduce a un enunciado geométrico: Determinar una esfera, H, tangente a otras cuatro dadas, 0, 1, 2 y 3. Este problema es clásico en Geometría, y su resolu-



ción teórica puede consultarse en cualquier tratado; la discusión correspondiente nos dice que existen, en general, hasta dieciséis soluciones, dos por cada uno de los ocho planos de semejanza que, también en general, corresponden a las cuatro esferas dadas. Las limitaciones que, en nuestro caso, nos conducen a una solución única son:

a) La forma de tangencia de cada una de las esferas dadas con la solución no es arbitraria, sino que viene dada en función del origen adoptado.

b) Los centros de las cuatro esferas-dato son coplanarios.

Por la primera condición, y una vez elegida la estación-origen, quedarán fijados los radios que, según resulten positivos o negativos, deberán corresponder a una tangente exterior o a una interior, respectivamente.

Por la segunda condición, las cuatro esferas admiten un único plano de semejanza, SS, que lo es también de simetría, por lo que sólo existirán dos soluciones simétricas respecto a dicho plano, lo que, en nuestro caso y prácticamente, representa una solución única.

Volviendo a la figura 1.\*, si con polo en  $\theta$  y potencia positiva arbitraria efectuamos una inversión en el espacio, las superficies esféricas I y 2 se transformarán en las I' y 2', y la H, por pasar por el polo, se invertirá en un plano perpendicular al rayo  $\overline{0H}$ , cuya traza sobre el de la figura es T' T'. Siendo la inversión una transformación conforme, este plano será tangente a I' y I' en los puntos I' y I', inversos de los I' y I', respectivamente, y formará un ángulo  $\alpha$  con el SS (que se invierte en si mismo, por contener al polo), igual al formado por la esfera I' con este mismo plano, es decir, al QOS formado por la tangente en I' e igual, a su vez, al central I'

Este plano T'T' deberá dejar en distintos semiespacios a esferas tales como las 1' y 2'. En efecto: si la esfera 1 es tangente exterior a la H, el rayo 0T, irá por debajo del plano SS, y esta misma posición deberá tener evidentemente el punto de tangencia T'i. Para esferas como la 2, tangentes interiores a la H, el rayo 0T, irá por encima de SS, y se deduce que T'i y T'i estarán a distinto lado del plano de los centros. La traza de T'T sobre el plano SS (recta representada en la figura por el punto P') contendrá al centro de semejanza inverso de 1' y 2', y la inversa de esta traza será una circunferencia, E0P, que pasará por el polo y, por corresponder a la intersección de la esfera buscada con el plano SS, su centro será precisamente el epicentro, E.

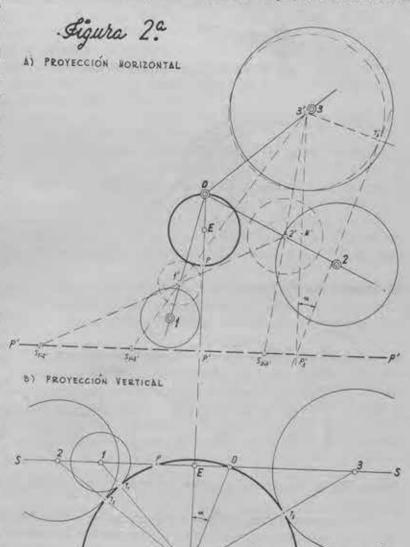
La figura 2.\*-A representa esquemáticamente el problema, sobre el plano horizontal SS.

Se ha elegido en este caso como origen la estación más próxima al foco; las circunferencias 1, 2 y 3 son las intersecciones con este plano de simetría de las esferas correspondientes. Sus inversas, con polo en  $\theta$  y potencia arbitraria, son las I', 2' y 3', intersecciones con el mismo plano de las inversas de aquellas esferas. Estas esferas inversas deberán ser tangentes en un mismo semiespacio a un cierto plano, T'T', que por esta circuntancia deberá cortar al de la figura según la recta P'P', que coincide con el eje de semejanza directo de las tres circunferencias 1', 2' y 3'. Dicho plano es inverso de la solución en la inversión efectuada y, según lo dicho respecto a la figura 1.º, la circunferencia E0, inversa de P'P', nos da el epicentro buscado.

Se deduce, por tanto, que una vez planteado el problema, este epicentro se determinaría por las siguientes construcciones:

- a) Con el polo en 0 y potencia positiva, K, arbitraria, circunferencias inversas 1', 2' y 3' de las dadas.
- b) Centros de semejanza directos (en el caso de la figura) de 1', 2' y 3', dados por los puntos  $S_{l'-2}$ ,  $S_{l'-3}$  y  $S_{2-3'}$ , y eje de semejanza correspondiente, P'P'.
- c) Perpendicular desde 0 a este eje y, siempre hacia él, segmento 0E = K/2·0P'. Existen, naturalmente, dos planos tangentes a 1', 2' y 3' y que dejen a estas tres esferas en un mismo semiespacio, de traza común P'P' y simétricos respecto al plano SS, los cuales darán dos soluciones también simétricas, como ya dijimos, con un único epicentro y dos focos, uno el real y otro en el aire, simétrico de éste, por lo que la solución del problema sismico es virtualmente una.

Para la investigación de este foco, que se reduce ya a la de su profundidad, basta trazar desde uno cualquiera de los centros 1', 2' ó 3' (en la figura el 3') la perpendicular a P'P'



y, desde el pie de ésta, P's, la tangente a la circunferencia 3' correspondiente. El ángulo 3'P's T's es el mismo ángulo α de la figura 1.\*, abatido sobre el plano SS según la charnela 3'P's. Si hubiésemos elegido para la construcción uno de los centros 1' ó 2', este ángulo debería ser exactamente el mismo, sin otros errores que los de dibujo, y las tangentes P'sT's, P'sT's y P'sT's (las dos primeras no trazadas en la figura) paralelas, si se dibujan al lado conveniente.

Basta, por tanto (figura 2.5B), tomar sobre una recta, SS, un segmento  $\overline{E0}$ , dado por la construcción horizontal, y trazar en E la perpendicular, construyendo luego el triángulo rectángulo 0EH, con el ángulo  $\alpha=EH0$ , que nos dará la profundidad, EH, del foco.

Como comprobación gráfica, y tomando a uno u otro lado de E los segmentos E1, E2 y E3, iguales a las distancias correspondientes obtenidas en la construcción horizontal, la circunfe-

rencia trazada con H como centro y radio H0 deberá ser tangente exterior —en este caso— a las circunferencias de centros 1, 2 y 3 y los radios respectivos que correspondan al planteamiento del problema.

Conocidas las distancias hipocentrales  $\overline{0H}$ ,  $\overline{1H}$ ,  $\overline{2H}$  y  $\overline{3H}$ , y en función de la velocidad de propagación adoptada y las horas de registro  $H_0$ ,  $H_1$ ,  $H_2$  y  $H_3$ , puede calcularse fácilmente la hora en el origen, con lo que el problema queda totalmente resuelto.

En el caso de que los datos de las cuatro estaciones fuesen incompatibles, no existiría ninguna esfera capaz de cumplir las condiciones del problema y, por tanto, el plano inverso T'T' (que forzosamente, por razón de su inversión, ha de transformarse en una superficie esférica que pase por 0), no tangentearía a las tres esferas 1', 2' y 3'. Esto se delataría por el hecho de cortar el eje de seme-

janza P'P' a las circunferencias inversas (caso en que éstas se encuentran sensiblemente alineadas).

En las operaciones, gráficas o numéricas, de comprobación, puede hacerse intervenir cualquier otra estación cuyos datos no hayan servido de base en la resolución del problema, lo que nos dará ya una idea de la precisión de las observaciones. También pueden utilizarse otras estaciones en la resolución misma, con objeto de obtener una solución compensada, en cierto modo, de los errores de observación. Tendremos entonces una serie de ejes de semejanza condicionados al problema que, si bien teóricamente debieran coincidir, darán en la práctica un conjunto de rectas; adoptada una recta media como representativa de este conjunto, o bien el centro de gravedad de la figura formada por los epicentros que determinan cada una de ellas, tendremos una solución ajustada, en lo posible, a los datos de la totalidad de las estaciones utilizadas.

Observaremos que, en el caso expuesto (figura 2.º), las tres circunferencias 1, 2 y 3 deben ser exteriores a la E0 (proyección horizontal), y a la H0 (proyección vertical), como realmente sucede.

Todos los razonamientos expuestos pueden seguirse sobre la figura 3.°, donde se presenta otro caso en que la estación-origen no es la más próxima al foco, existiendo otra, la 1, tal

que H<sub>1</sub> < H<sub>n</sub>; le corresponde, por tanto, un radio negativo, símbolo que nos manifiesta que la esfera 1 debe ser tangente interior a la buscada y, por ello, debemos operar con el eje de semejanza inverso determinado por los centros de semejanza inversos de su transformada, 1', con las transformadas de las otras, 2' y 3', y, naturalmente, con el directo de estas dos últimas. Este eje de semejanza será el condicionado al problema, puesto que dejará a 1' en distinto semiplano que 2' y 3'. La circunferencia 1 será interior, como corresponde, a la E0 (figura 3.\*-A) y a la H0 (figura 3.\*-B), siendo exteriores las 2 y 3. La construcción es, por lo demás, idéntica a la del caso anterior.

\* \* \*

El haber abordado el problema con la generalidad que supone la adopción de una estación-origen arbitraria obedece a razones de orden práctico, con miras al dibujo a efectuar. En efecto: a poco que se aproximen entre sí las horas registradas en dos o más estaciones, los centros de semejanza directos se alejarán rápidamente, y la determinación del eje se complica, dentro de un espacio de papel limitado. Los centros de semejanza inversos siempre estarán, por el contrario, en los límites del dibujo, y como bastan dos para determinar el eje correspondiente, la construcción siempre será posible (1).

En muchos casos deberemos adoptar, por lo tanto, un origen intermedio, a fin de plan-

tear el problema con los radios  $r_i, r_i$  y  $r_i$  más favorables en cada caso.

Otra consideración que debe hacerse es la de que esta elección del polo, condicionada por lo acabado de exponer, y la de la potencia K de inversión, absolutamente libre, sea tal que los centros I', I' y I' de las circunferencias inversas —no debe olvidarse que los centros no se corresponden en la inversión—, así como sus radios, conduzcan a una buena figura I' (2). Para ello, y una vez adoptado el polo, conviene calcular sus potencias respecto a las circunferencias-dato I, I' y I'

Si eligiésemos como potencia de inversión uno de los valores  $p_i$ ,  $p_i$  ó  $p_i$ , una de las circunferencias-dato se invertiría en sí misma, y nos evitaríamos una parte de la construcción (3). Sin embargo, y por razones de dibujo, puede convenir adoptar una potencia diferente.

En fin, una vez establecidos el polo y potencia más favorables, cabe seguir un procedimiento exclusivamente gráfico, apoyándose en la circunferencia de autoinversión, procedimiento que no aconsejamos. Como quiera que se pretende no sólo una pura solución teórica, sino un método práctico, hemos tratado de sistematizar las operaciones por una vía gráfico-analítica que a nuestro juicio presenta muchas ventajas, y que detallaremos paso a paso. Incluso, para mejor ordenación de las operaciones, hemos ideado un estadillo, en el que se recogen los sencillos cálculos auxiliares, y al cual nos referiremos en la siguiente exposición.

Previamente, figuran en él los datos físicos del problema, constituídos por las estaciones consideradas, horas de registro y velocidad de la onda registrada. Una vez adoptado el origen, se asigna a las estaciones la numeración y se calculan los radios que les corresponden, en kilómetros y afectados de signo, según la fórmula conocida:

#### $r = (H - H_0) \nu$ .

Planteado así el problema, necesitamos obtener los datos para el gráfico, constituídos por:

— Valor, en milímetros, de las distancias, D, de cada estación al origen, que serán conocidas en función de la escala del gráfico.

— Valor, en milímetros, de los radios r que corresponden a cada estación.

<sup>(1)</sup> Sin embargo, puede presentarse como contrapartida el caso de que estos centros de semejanza inversos, por demasiado próximos, no basten para determinar el eje con la necesaria exactitud.

<sup>(2)</sup> Es ésta una cuestión sobre la que no es fácil dar normas, y en la que el golpe de vista del operador juega un papel muy importante. Toda la construcción ulterior depende de esta acertada combinación de polo y potencia.

<sup>(3)</sup> Tal es el caso del segundo ejemplo que presentamos al final de este trabajo.

— Potencias del polo respecto a cada una de las circunferencias 1, 2 y 3, dadas por las fórmulas:

$$p={\rm D}^{\rm g}-r^{\rm g}\,.$$

— Coeficientes de homotecia, C. de cada una de las circunferencias-dato con su inversa, dados por la fórmula:

$$C = \frac{K}{p}$$
.

— Distancias en milímetros, D', del polo a los centros de cada una de las circunferencias inversas 1', 2' y 3', dadas por el producto:

$$D' = C \cdot D$$

— Radios en milímetros, r', de cada una de estas circunferencias inversas, dados por el producto:

$$r = C \cdot r$$
.

Con estos datos numéricos podemos ya entrar en la construcción gráfica, fijando los puntos I', 2' y 3' sobre los rayos  $\vec{01}$ ,  $\vec{02}$  y  $\vec{03}$  por sus distancias, D', al polo. No es necesario el trazado de las circunferencias 1, 2 y 3, ni tampoco el de sus inversas, con lo que el dibujo se reduce a un esquema de rectas y puntos (4).

Situados ya los centros 1', 2' y 3', se unen entre sí para, sobre estas rectas, determinar los centros de semejanza directos o inversos, según corresponda en cada caso. Aunque dos cualesquiera bastarían para determinar el eje de semejanza, es preferible situar los tres; de este modo, y puesto que deben resultar colineales, se obtiene una doble comprobación del cálculo y del dibujo efectuados.

Para ello, se miden sobre el gráfico las distancias  $D_{\Gamma-2}$ ,  $D_{\Gamma-3}$  y  $D_{2-3}$ , que se anotan en el estadillo, y se calcula la posición del centro de semejanza por la fórmula:

$$\overline{h'}\mathbf{S}_{h'-k'} = \frac{r'_h \cdot \mathbf{D}_{h'-k'}}{r'_h + r'_k} \quad \left\{ \begin{array}{l} - \text{Centro de semejanza directo.} \\ + \text{Centro de semejanza inverso.} \end{array} \right.$$

Donde h' y k' representan dos de los centros l', 2' y 3' (los considerados en cada caso), y  $r'_k$  y  $r'_k$  los radios correspondientes. En cuanto al sentido en que se ha de tomar el segmento  $\overline{h'}\mathbf{S}_{h'-k'}$  no es preciso evidentemente fijar ninguna regla; no obstante haremos notar que, de acuerdo con la fórmula adoptada, corresponde el sentido positivo sobre la línea de los centros desde h' a k'. En el estadillo de cálculo, y con objeto de sistematizar el procedimiento, se ha supuesto que h' corresponde siempre al número inferior de la pareja.

Determinado ya el eje de semejanza P'P', se le baja la perpendicular desde  $\theta$  y se mide la distancia  $\overline{OP'}$  correspondiente. Sobre esta perpendicular, y siempre hacia P'P' (5), se fija el punto E, epicentro, por su distancia al polo:

$$OE = \frac{K}{2 OP'}$$
.

Para la determinación de la profundidad hipocentral basta seguir el procedimiento antes señalado, que exige la construcción del ángulo 3'P'<sub>4</sub>T'<sub>5</sub> (figuras 2.\* y 3.\*); el punto T'<sub>1</sub> puede determinarse como intersección de dos arcos de círculo con centros en 3' y M' (punto medio de 3'P'<sub>4</sub>) y radios conocidos.

El último cuadro del estadillo sirve para el cálculo de la profundidad hipocentral (las obtenidas para cada estación no serán exactamente iguales, por los errores de dibujo; sólo

(5) Va implicito en toda la exposición que hemos adoptado una potencia de inversión positiva.

<sup>(4)</sup> No obstante, el tener a la vista las circunferencias inversas puede ser conveniente, sobre todo si aún no se ha adquirido bastante práctica en el método.

deberán promediarse las obtenidas con las estaciones que proporcionen una construcción igualmente favorable) y la hora en el origen, partiendo para este último de las distancias hipocentrales, d, que se miden directamente sobre el gráfico vertical (figs. 2.\*-B y 3.\*-B) y se traducen a kilómetros, según la escala del gráfico.

Si se dispone de una máquina de calcular, todos estos cálculos auxiliares se realizan muy rápidamente, y la construcción gráfica, a base de ellos, es sumamente sencilla y exacta.

#### OTRAS POSIBILIDADES

Al tratar de simplificar en la medida de lo posible la construcción expuesta, se piensa naturalmente en buscar un tipo de inversión que altere lo menos posible los datos iniciales del problema. Es este un camino por el que se obtienen conclusiones interesantes, que pue-

den dar lugar incluso a un nuevo método para la localización del epicentro, variante del ideado por nuestro compañero y amigo don Juan Martín Romero, Ingeniero Geógrafo, Director del Observatorio Sismológico de Alicante.

Consideremos (fig. 4.\*) el problema reducido a tres estaciones, y sean 1, 2 y 3 las circunferencias correspondientes, y C su centro radical. Una inversión con polo en este último punto y potencia la común de él respecto a las tres circunferencias dadas no alteraría a éstas, que se invertirían en sí mismas. La esfera solución, en cambio, se transformaría en otra, H', que por ser también tangente a las 1, 2 y 3 constituíria otra solución del problema.

Esto mismo ocurriria en el caso de elegir como polo cualquier punto del eje radical, CC, de dichas tres esferas, recta perpendicular al plano de la figura y representada en ella por el punto C; naturalmente, la potencia de inversión a adoptar en cada caso debería ser la común del punto elegido respecto a las tres esferas

Sigura 5.°

consideradas. Obtendríamos así un número infinito de soluciones, como corresponde al hecho de haberse fijado sólo tres condiciones, ya que una esfera necesita cuatro para quedar determinada en posición y magnitud.

Siguiendo adelante en el razonamiento, si el eje radical CC tuviese algún punto, A, común con la solución buscada, en la inversión correspondiente a este punto dicha solución se transformaría en un plano, T'T', tangente a las tres esferas y que, por lo tanto, habría de contener al eje de semejanza de las circunferencias I, 2 y 3 (recta P'P' en la figura). El foco, centro de la esfera inversa de este plano, debería encontrarse, según las leyes de la inversión, sobre el plano vertical que pasando por A (y conteniendo por tanto al eje CC), fuese perpendicular al plano T'T'. En consecuencia, el epicentro debería estar sobre la recta CD, perpendicular desde C al eje de semejanza de las tres circunferencias que se consideran. Si la hipôtesis propuesta se verificase siempre, para todas las soluciones posibles del problema, los epicentros que correspondieran a todas estas soluciones deberían estar contenidos en dicha recta CD.

Basta, pues, demostrar que el eje CC corta necesariamente a cualquier solución. Los dos puntos de corte nos darán, por las inversiones correspondientes, los dos planos tangentes a 1, 2 y 3, simétricos respecto al plano horizontal (6).

En efecto: si consideramos el centro radical, R (fig. 5.), del conjunto de las tres esferas dadas con una solución cualquiera (7), los planos tangentes comunes de esta solución con cada una de aquéllas deberán cortarse en dicho centro radical, y este centro deberá estar, naturalmente, sobre el eje CC. Considerando la esfera I, cuyo punto de tangencia con la solución,  $T_i$ , se encuentra a mayor profundidad, es fácil ver que el eje CC debe encontrarse en el interior del círculo menor  $t_i T_i$  y, en el caso límite (foco superficial), CC deberá cortar al círculo máximo TT; en todo caso, CC estará en el interior del cilindro tangente a la esfera solución según este último círculo, luego debe cortarla.

Como consecuencia de todo lo expuesto, podemos enunciar: La figura inversa de uno cualquiera de los dos planos tangentes a las tres esferas consideradas, con respecto a un punto cualquiera del eje CC como polo, y potencia la común de este punto respecto a dichas tres esferas, es otra esfera que constituye una posible solución del problema. Y también, recíprocamente: A toda solución, corresponde sobre el eje CC un punto tal que, con él como polo y potencia la señalada, dicha solución se obtiene como inversa de uno de los dos planos tangentes a las tres esferas dadas; este punto, A, será uno de los dos de intersección del eje CC con la solución que se considere.

El foco real se encuentra, por tanto, sobre el plano vertical que, conteniendo al eje CC, es perpendicular a los dos planos tangentes a las tres esferas, y su traza horizontal, dada por la recta CD, contendrá necesariamente al epicentro y a todos los epicentros posibles.

Así, pues, cada terceto de estaciones (no es necesario que entre ellas figure la adoptada como origen) proporcionará tres circunferencias, cuyos centro radical y eje de semejanza que corresponda al planteo efectuado, determinarán una recta del tipo CD, sobre la que debe encontrarse el epicentro. También en este caso deberá operarse muchas veces con ejes de semejanza inversos, lo que implica adoptar como origen una estación cuya distancia al foco (y por tanto su hora de registro) sea intermedia.

Cuatro estaciones darán lugar a cuatro tercetos distintos, con otros tantos lugares geométricos que, sin otros errores que los de dibujo, deberán concurrir en un punto correspondiente al epicentro teórico que determina el cuarteto de estaciones.

## NOTAS

Siendo la recta CD (fig. 4.^) el lugar geométrico de los epicentros que corresponden al terceto de estaciones I, 2 y 3, puede establecerse a priori que dicha recta ha de ser idéntica a la determinante correspondiente establecida por Martín Romero en su método gráfico (8). Daremos, no obstante, una demostración directa de tal identidad.

La determinante se obtiene en esencia, en el método de Martín Romero, como línea de migración de los centros radicales de las circunferencias I, 2 y 3, cuando se dan a sus radios unos mismos incrementos  $\tau, \tau', \tau''$  ..., variables, obteniéndose así una recta que, evidentemente, contiene al centro radical C de las tres circunferencias primitivas.

Al referirnos a la figura 4.\*, utilizaremos la nomenclatura adoptada por Martín Romero en el trabajo citado. Como allí, se ha adoptado un sistema de ejes cartesianos rectangulares

<sup>(6)</sup> Dada, por el planteo, la forma de tangencia de la solución con cada una de las esferas, sólo existen dos planos tangentes a considerar, y a ellos nos referimos exclusivamente.

<sup>(7)</sup> En la figura sólo se han representado, por bastar para el razonamiento, dos de las tres esferas, con sus planos 1EH y 2EH abatidos sobre un mismo vertical.

<sup>(8) &</sup>quot;Nuevo método gráfico para la determinación del hipocentro, y su aplicación al sismo de foco profundo de 29 de marzo de 1954 y otros", Publicaciones del I. G. y C. Madrid, 1955.

en que 1 es el origen y 1-2 el eje de abscisas. El paso de la nomenclatura adoptada en el presente estudio a la de Martín Romero viene dado por las identidades:

$$r_1 = r$$
 ,,  $r_2 = K + r$  ,,  $r_3 = K' + r$  ,,  $\overline{1 - 2} = b$  ,,  $\begin{cases} x_3 = c, \\ y_3 = d. \end{cases}$ 

La ecuación de la determinante obtenida por Martín Romero es:

$$\frac{b^2 - K^2 - 2bx}{2K} = \frac{c^2 + d^2 - K'^2 - 2cx - 2dy}{2K'}.$$

Que, desarrollada y llamando Q al término independiente, se reduce a la forma:

$$y = \frac{K'b - Kc}{Kd} x + Q.$$

La ecuación del eje de semejanza será la de la recta que pase por los puntos:

$$S_{i-1} \left\{ \begin{array}{c} x' = -\frac{rb}{K} \\ y' = 0 \end{array} \right. , \qquad S_{i-3} \left\{ \begin{array}{c} x'' = -\frac{rc}{K'} \\ y'' = -\frac{rd}{K'} \end{array} \right.$$

Deducidas las segundas fácilmente por la proporcionalidad entre las coordenadas de  $S_{i-1}$  y las de 3. Aclararemos que, en el caso de nuestra figura, y por ser 1 precisamente la estación más alejada del foco, el incremento r es negativo.

La pendiente del eje de semejanza será por tanto:

$$p = - \; \frac{\mathrm{K} d}{\mathrm{K}' b - \mathrm{K} c} \; .$$

Y vemos en primer lugar que, por ser esta pendiente una función independiente del incremento r, el eje de semejanza se desplaza paralelamente a sí mismo, al incrementar los radios de las tres circunferencias en una misma magnitud. Y en segundo lugar, que dicho eje es siempre perpendicular a la determinante, puesto que sus pendientes son inversas y de signo contrario, como se quería demostrar.

El hecho de desplazarse paralelamente a sí mismo el eje de semejanza en las condiciones apuntadas puede proporcionar un procedimiento gráfico para determinar la dirección invariable de dicho eje y poder trazar así la perpendicular CD, cuando algunos de los centros de semejanza se salen fuera de los límites del papel. En este caso, basta determinar el eje correspondiente a las tres circunferencias con sus radios decrementados, por ejemplo, en el radio de la menor, eje que habrá de pasar por el centro de ésta. La perpendicular desde el centro radical a este eje nos dará la determinante buscada.

# APLICACION AL SISMO DE 19 DE ABRIL DE 1956 EN LA REGION DE GRANADA (CAPITAL) (\*)

Para la localización del hipocentro de este importante sismo, que causó siete muertos, más de cuarenta heridos y daños por valor de unos veinte millones de pesetas, se han utilizado los datos de registro de Cartuja, Málaga, Almería y Toledo (fig. 6.\*). La onda considerada ha sido la Pg; hay que hacer constar que no siempre esta fase constituyó el primer impulso en los sismogramas de las estaciones utilizadas, pues, como es sabido, a distancias superiores a unos 200 kilómetros la onda Pn es la primera registrada. En este caso se encuentra Toledo, donde el primer impulso (iPn) se inscribió siete segundos antes que el iPg.

Se ha adoptado como origen Cartuja, que es la estación más próxima (prácticamente inmediata) al foco, y una potencia de inversión K=200. Con este planteo, el eje de semejanza directo de las tres circunferencias inversas queda bien determinado.

La determinación de la profundidad sólo puede hacerse en la práctica sobre la circunferencia 1', correspondiente a Almeria, pues, por tratarse de un sismo superficial (y ello

<sup>(\*)</sup> Ver al final el cuadro de cálculo.

explica en parte los destrozos producidos), las circunferencias 2' y 3' se aproximan demasiado al eje de semejanza, y las parejas de puntos P'<sub>1</sub>, T'<sub>1</sub> y P'<sub>3</sub>, T'<sub>1</sub>, por su excesiva proximidad, no hubieran permitido determinar la dirección de las tangentes con la necesaria aproximación. En general, notemos que siempre conviene efectuar esta construcción sobre la circun-

SISMO DEL 19 DE ABRIL DE 1956 DESTRUCTOR IN ARBOLOTE Y ATARES (GRANADA) \$3(10LEDO) b) Proyección horizontal OLUCANTE B) Proyección vertical 2(MILAGE) OCCUPIUSAN (CALMERIA) Figura 6.ª

ferencia inversa de radio mayor, por ser la que más se separa del eje de semejanza.

El valor obtenido para la profundidad es de cuatro kilómetros, dato que debemos interpretar con un criterio amplio; la determinación de la profundidad del foco, tanto en los métodos gráficos como en los analíticos, pero muy especialmente en los primeros, debe aceptarse con bastante reserva, sobre todo si —como en nuestro caso—se opera con datos de registro aproximados solamente al segundo.

El epicentro obtenido se encuentra a 13 kilómetros al NO. de Granada, a unos cinco kilómetros del real. Este es, sin embargo, el epicentro teórico dado por el cuarteto de estaciones utilizado, como lo demuestra el riguroso acuerdo de las horas en el origen calculadas. Naturalmente, esta localización se supedita a la velocidad standard adoptada para la onda sísmica Pg (5,6 Km./seg.), hecho que por si solo puede explicar la diferencia.

Se trata de un sismo cuyo estudio presentamos sin ningún propósito de investigación,

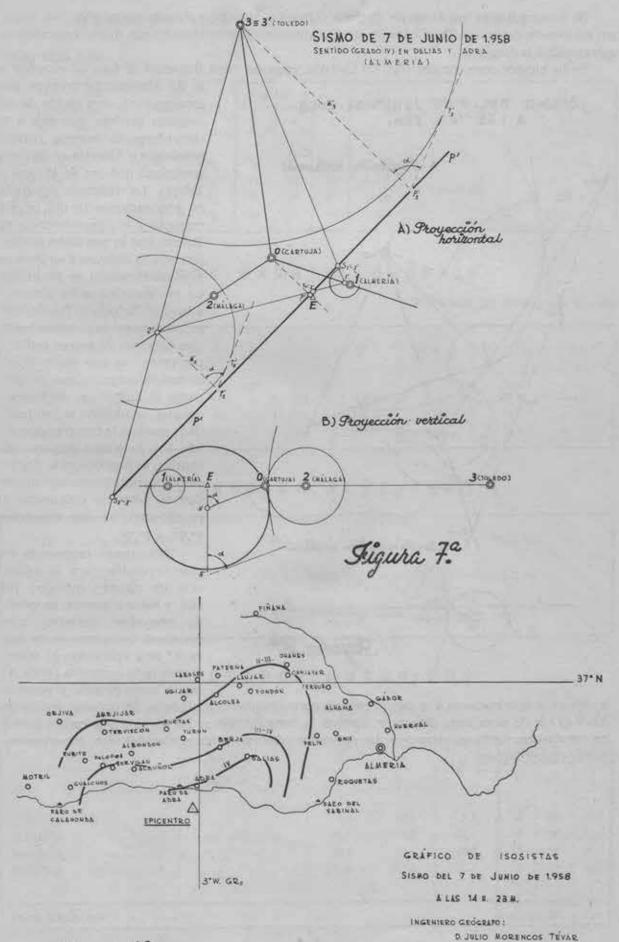
con la sola idea de mostrar una aplicación de nuestro método a un caso de epicentro bien definido, y poco favorable en cuanto a la construcción gráfica se refiere. Un trabajo de más altos vuelos ha sido publicado por nuestros compañeros los Ingenieros Geógrafos D. Juan Bonelli Rubio y D. Luis Esteban Carrasco, en la "Revista de Geofisica" (9), y a él nos remitimos.

# APLICACION AL SISMO DE 7 DE JUNIO DE 1958 EN LA COSTA DE ADRA (ALMERIA) (\*)

Presenta este sismo una circunstancia interesante a nuestro propósito, y es que las curvas isosistas fueron trazadas, de acuerdo con los datos de información macrosísmica recibidos, con anterioridad a la localización del epicentro. Situado posteriormente este punto sobre el mismo gráfico (fig. 8.\*), parece concordar sensiblemente con el trazado de dichas curvas.

(\*) Ver al final los cuadros de cálculo.

<sup>(9)</sup> Número 61. Enero-marzo de 1957. Nota: Las horas de registro de Májaga y Toledo utilizadas en dicho estudio difieren de las nuestras en un segundo. Nosotros nos hemos atenido a los datos publicados en los "Boletines" definitivos de ambos Observatorios.

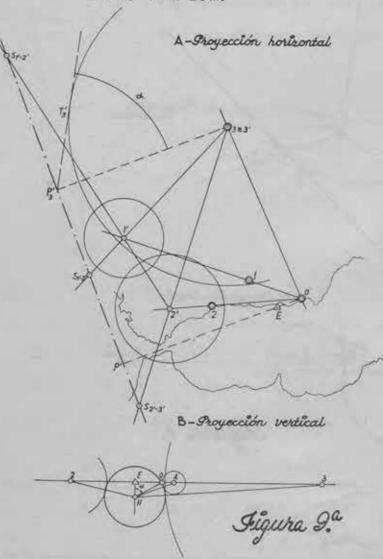


Iigura 8.ª

Se han utilizado los datos de Cartuja, Almería, Málaga y Toledo, todos ellos con registro en impetu de la fase Pg. Como en el caso anterior, Toledo registró con nueve segundos de anterioridad la fase Pn.

Se ha elegido como origen (fig. 7.º) Cartuja, estación cuya distancia al foco es superior a

SISMO DEL 7 DE JUNIO DE 1.958 A LAS 14 h. 23 m.



la de Almería. Se trabaja, por consecuencia, con un eje de semejanza inverso, que deja a la circunferencia inversa correspondiente a Almería en distinto semiplano que las de Málaga y Toledo. La potencia adoptada es precisamente la del origen respecto a la circunferencia de Toledo, con lo que dicha circunferencia es idéntica a su inversa y la construcción se simplifica. La profundidad se ha obtenido a base de Málaga y Toledo, que proporcionan las circunferencias inversas de mayor radio y, por tanto, las que mejor determinan la tangente que proporciona el ángulo a, en función del cual se obtiene la profundidad; aunque la construcción sobre Toledo ofrece mayores garantías, se han obtenido dos resultados completamente concordantes, como lo demuestra el paralelismo de las tangentes P'T', y P'T'.

Este sismo representa un caso favorable para la aplicación de nuestro método; por ello, y fieles a nuestro propósito de presentar distintos casos prácticos, incluímos en la figura 9.º otra aplicación al mismo sismo, pero tomando ahora Almería como origen, y potencia

la de este origen respecto a la circunferencia correspondiente a Toledo. Se trabaja, por tanto, sobre el eje de semejanza directo y, aunque la construcción se ha hecho a una escala menor, los resultados, tanto en situación del epicentro como en profundidad del foco, son absolutamente concordantes.

# OBSERVATORIO GEOFISICO DE ALMERIA

SISMO NUM. 57/56

FECHA: 19 de abril de 1956

ESTACION	NUM.	FASE	HORA			H-Ho	VELOCIDAD DE	$r = (H - H_0) v$	
ESTACION			b	m	*		PROPAGACION	3 - 42 5000	
CARTUJA	0	i.Pg	18	38	54	O*		0 km.	
ALMERIA		i Pg	18	39	13	+19	5,6 km/seg.	+ 106,4 >	
MALAGA	2	i Pg	18	39	07	+13	ojo kurjecgi	+ 72,8 *	
TOLEDO	3	i Pg	18	39	44	+50		+ 280,0 ×	

# DATOS PARA EL GRAFICO

ESCALA: 1 km = 0,412 mm. (\*)

POTENCIA DE INVERSION: K = 200

ESTACION	NUM.	D mm.	r — mm.	$\bar{p} = D^g - r^g$	$C = \frac{K}{p}$	$D' = D \cdot C$	$r' = r \cdot C$
ALMERIA	1	44,4	+ 43,8	52,92	3,779	167,8	+ 165,5
MALAGA	2	36,2	+ 30,0	410,44	0,487	17,6	+ 14,6
TOLEDO	3	125,0	+115,4	2.307,84	0,087	10,9	+ 10,0

# CENTROS DE SEMEJANZA

$$D_{1'-2'} = 178,9 \text{ mm.}$$

$$D_{1'-2'} = \frac{r'_1 \cdot D_{1'-2'}}{r'_1 - r'_2} = + \frac{29,607,95}{150,9} = + 196,2 \text{ mm.}$$

$$D_{1'-2'} = 172,7 *$$

$$D_{2'-2'} = \frac{r'_1 \cdot D_{1'-2'}}{r'_1 - r'_3} = + \frac{28,581,85}{155,5} = + 183,8 *$$

$$D_{2'-2'} = 24,5 *$$

$$\overline{2' \cdot S_{2'-2'}} = \frac{r'_2 \cdot D_{2'-2'}}{r'_2 - r'_3} = + \frac{357,70}{4,6} = + 77,8 *$$

# RESULTADOS OBTENIDOS

OP' = 18,7	33	2 QP' = 37,4	33.	$\overline{OE} = \frac{K}{2\overline{OP'}} = 5,3$	ar (i)	E	$\phi=37^{\circ}14'$ N. $\lambda=~3^{\circ}43'$ W. Gr.
------------	----	--------------	-----	---	--------	---	--

173/10		h mm.	h Km.	d	d	$t = \frac{d}{v}$	HORA EN EL ORIGEN		
ESTACION	NUM.			mm.	Km.	, - v	h	m	8
CARTUIA	0			5,4	13,1	2*,3	18	38	51,7
ALMERIA	I	1,6	4	49,3	119,7	21,4	18	38	51,6
MALAGA	2			35,6	86,4	15,4	18	38	51,6
TOLEDO	3			120,9	293,4	52,4	18	38	51,6
PROMEDIOS	45 K S		4				18	38	51,6

<sup>(\*)</sup> Escala del dibujo original.

#### OBSERVATORIO GEOFISICO DE ALMERIA

SISMO NUM. 69/58

FECHA: 7 de junio de 1958

	NUM.	FASE	HORA			H - Ho	VELOCIDAD DE	1995 350	
ESTACION			h	m	s	n-n <sub>0</sub>	PROPAGACION	$r = (H - H_0) \nu$	
CARTUJA	0	i Pg	13	18	35	0*		0 km.	
ALMERIA	1	i Pg	13	18	31	- 4	E A toutage	- 22,4 »	
MALAGA	2	i Pg	13	18	44	+ 9	5,6 km/seg.	+ 50,4 >	
TOLEDO		i Pg	13	19	26	+51		+ 285,6 >	

# DATOS PARA EL GRAFICO

ESCALA: 1 km = 0,412 mm. (\*)

POTENCIA DE INVERSION: K = 1.748,16

13

18

20,8

ESTACION	NUM.	D mm.	r mm.	$p = D^2 - r^2$	$C = \frac{K}{p}$	$D' = D \cdot C$	$r' = r \cdot C$
ALMERIA	1	44,4	- 9,2	1.886,72	0,927	41,2	- 8,5
MALAGA	2	36,2	+ 20,8	877,80	1,992	72,1	+ 41,4
TOLEDO		125,0	+117,7	1.748,16	1	125,0	+117,8

# CENTROS DE SEMEJANZA

$$D_{1'-2'} = 102,4 \text{ mm.}$$

$$D_{1'-2'} = \frac{r'_{1} \cdot D_{1'-2'}}{r'_{1} + r'_{2}} = + \frac{870,40}{49,9} = + 17,4 \text{ mm.}$$

$$D_{1'-2'} = 148,0 \quad *$$

$$D_{2'-3'} = \frac{r'_{1} \cdot D_{2'-3'}}{r'_{1} + r'_{3}} = + \frac{1.258,00}{126,3} = + 10,0 \quad *$$

$$D_{2'-3'} = 168,9 \quad *$$

$$D_{2'-3'} = \frac{r'_{2} \cdot D_{2'-3'}}{r'_{2} - r'_{3}} = - \frac{6.992,46}{76,4} = -91,5 \quad *$$

# RESULTADOS OBTENIDOS

ESTACION.		h	h Km.	d mm.	d Km.	,_ d	HORA EN EL ORIGEN		
	NUM. mm.	mm.				$t = \frac{u}{v}$	h	m	1.8
CARTUJA	0		- 34.1	32,8	79,6	14,2	13	18	20,8
ALMERIA	1		THE .	24,0	58,3	10,4	13	18	20,6
MALAGA	2	11,6	28	53,6	130,1	23,2	13	18	20,8
TOLEDO	3	11,6	28	150,5	365,3	65,2	13	18	20,8

PROMEDIOS

<sup>(\*)</sup> Escala del dibujo original.

# OBSERVATORIO GEOFISICO DE ALMERIA

SISMO NUM. 69/58

FECHA: 7 de junio de 1958

ESTACION	NUM.	FASE	HORA			H – H <sub>0</sub>	VELOCIDAD DE	$r = (H - H_0) v$
			ъ	ш	4	11110	PROPAGACION	7 = (11 - 11 <sub>0</sub> ) v
ALMERIA	0	i Pg	13	18	31	Q*		0 km.
CARTUJA	Y-1	i Pg	13	18	35	+ 4	E & Dominion	+ 22,4
MALAGA	2	i Pg	13	18	44	+13	5,6 km/seg.	+ 72,8 >
TOLEDO	3	i Pg	13	19	26	+55		+308,0 *

# DATOS PARA EL GRAFICO

ESCALA: 1 km = 0,275 mm. (\*)

POTENCIA DE INVERSION: K = 2.825,91

ESTACION	NUM.	D — mm,	nm.	$p = D^2 - r^2$	$C = \frac{K}{p}$	$D' = D \cdot C$	$r' = r \cdot C$
CARTUJA	î	29,5	+ 6,2	831,81	3,397	100,2	+21,1
MALAGA	2	48,2	+ 20,0	1.923,24	1,469	70,8	+ 29,4
TOLEDO	3	100,0	+84,7	2.825,91	1	100,0	+84,7

# CENTROS DE SEMEJANZA

# RESULTADOS OBTENIDOS

OP' = 101,5	(95)	$2\overline{\mathrm{OP'}}=203,0$	22.	$OE = \frac{K}{2 \text{ OP'}} = 13.9$	32	E $\left\{ \begin{array}{l} \phi = 36^{\circ}  42'  \text{ N.} \\ \lambda = \ 3^{\circ}  01'  \text{ W. Gr.} \end{array} \right.$

ESTACION	NUM. h _ mm.	ĥ	ħ	d	d	$t = \frac{d}{v}$	HORA EN EL ORIGEN		
		Km.	mm.	Km.	r = v	b	m		
ALMERIA	0			16,4	59,6	10°,6	13	18	20,4
CARTUJA				22,4	81,5	14,6	13	18	20,4
MALAGA	2			35,6	129,5	23,1	13	18	20,9
TOLEDO	3	8,0	29,0	100,2	364,4	65,0	13	18	21,0
PROMEDIOS			29,0				13	18	20,7

<sup>(\*)</sup> Escala del dibujo original.

# MEMORIAS DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

Tomo XXVIII

V

# BOBINA DE INDUCCION PARA EL ESTUDIO DE LAS VARIACIONES RAPIDAS DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

POR

LUIS DE MIGUEL INGENIERO GEOGRAFO



TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

MADRID

MEMORIAS DEL ESTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTICAL

OPHILL LIST FEBRUARY OF THE EXTENSE

HE LAS FABRICADES RAPPORS DELEGIOUS STREET

133318 3.0 2111

# BOBINA DE INDUCCION PARA EL ESTUDIO DE LAS VARIACIONES RAPIDAS DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

#### RESUMEN

Para el estudio de las variaciones rápidas del campo magnético terrestre, se ha construído, en el Observatorio Central Geofísico "Alfonso Rey Pastor", de Foledo, una bobina de inducción, cuyas características se indican en este trabajo, con la que se comprueba que las pulsaciones rápidas de período inferior al minuto se detectan en la bobina igual que en corrientes telúricas, demostrándose así que estas últimas son corrientes inducidas en la corteza terrestre por la variación del campo magnético. En cambio, variaciones más lentas, como son las bahías, no son detectadas por la bobina de inducción y, sin embargo, se registran en corrientes telúricas, apareciendo la bahía con tanta más intensidad cuanto mayor o más rápida, sea la pulsación que la acompaña, por lo que no es aplicable en este caso la ley de Lenz para explicar su origen.

# INTRODUCCION

El estudio de las corrientes telúricas ha demostrado que la Tierra se comporta como un conductor sumergido en el campo magnético terrestre en el que se engendran corrientes inducidas debidas a las variaciones de éste. Cuanto más intensa o más rápida es la variación del campo magnético, más intensidad tiene la corriente engendrada.

Y así en el estudio comparativo de las corrientes telúricas y el campo magnético terrestre se encuentra una estrecha relación entre los saltos bruscos registrados en ambos fenómenos, observando que, cuando la variación es suficientemente rápida, la curva de variación de la corriente telúrica es la derivada de la curva de variación del campo magnético; es decir, que a un crecimiento del campo magnético corresponde una corriente en la corteza terrestre en el sentido dado por la ley de Lenz, y cuando el campo magnético deja de crecer, la corriente es de sentido contrario. Así ocurre en los principios bruscos s. s. c. y en los grandes impulsos rápidos s. i. También se encuentra la misma correspondencia en las pulsaciones continuas y trenes de pulsaciones p. c. y p. t.

Pero el fenómeno no es tan claro cuando las variaciones son más lentas, como ocurre con las bahías. A una bahía simple en el campo geomagnético debía corresponder una bahía doble en corrientes telúricas. Además, una variación tan lenta del campo debía engendrar corrientes inducidas muy pequeñas comparadas con las que producen los saltos bruscos antes mencionados, y sin embargo no ocurre así. A una bahía simple en magnetismo corresponde una bahía simple en corrientes telúricas y la amplitud de esta última es mucho mayor de lo que corresponde a una corriente inducida.

Tampoco se ha visto la correspondencia que debía existir entre las variaciones lentas de doce y veinticuatro horas de período, y así, Chapman hace observar que la componente E de la corriente telúrica varía paralelamente con la componente S del campo magnético, mientras que la componente N de la primera es semejante a la derivada de la componente E del segundo.

A la vista de estos fenómenos, para confirmar la hipótesis de que las corrientes telúricas no son más que corrientes inducidas por las variaciones del campo magnético terrestre y estudiar las anomalías apuntadas en el último lugar, es para lo que se ha construído en el Observatorio Central Geofisico de Toledo, dependiente del Instituto Geográfico y Catastral, una bobina de inducción capaz de captar las variaciones del campo magnético registrando la corriente inducida.

# CARACTERISTICAS DE LA BOBINA DE INDUCCION

Para la instalación de la bobina se ha elegido el terreno que circunda el pabellón de magnetismo, por ser el que ofrece mejores condiciones dentro del Observatorio. Sin embargo, no es el terreno ideal por sus múltiples ondulaciones que han obligado a hacer una bobina

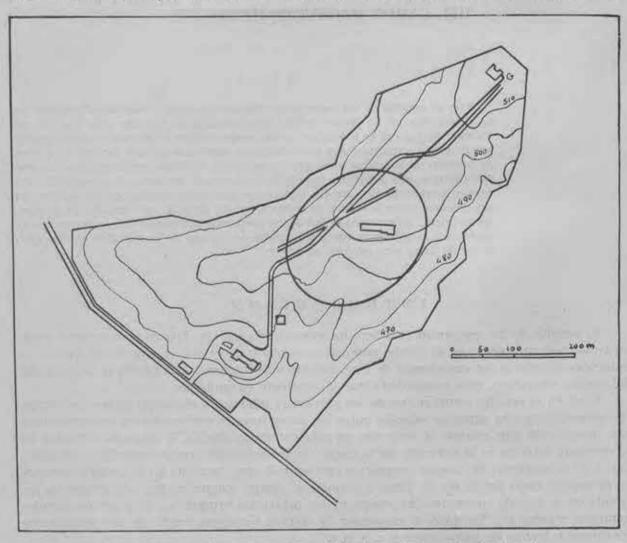


Fig. 1.—Plano del Observatorio Central Geofísico "Alfonso Rey Pastor", de Toledo, con la situación de la bobina de inducción.

ligeramente elíptica, con diámetros de 180 y 240 metros, abarcando así una superficie de 33,929 metros cuadrados. La bobina está formada por 18 espiras, resultando una superficie total aproximada de 0,61 kilómetros cuadrados.

Se ha empleado hilo de cobre de 1,5 milímetros cuadrados de sección, con aislamiento de goma y algodón impregnado, y va enterrado en conductos de uralita a 60 centímetros de profundidad.

La resistencia total de la bobina es de 120 ohmios y la autoinducción resulta ser de 0,2 henrios, aproximadamente.

La bobina está unida a la instalación interior mediante un ramal bifilar, de hilo de las

mismas características, de una longitud de 215 metros, penetrando en el pabellón de Geoelectricidad.

La figura 2 muestra el panel de entrada e instalación interior de la bobina de inducción

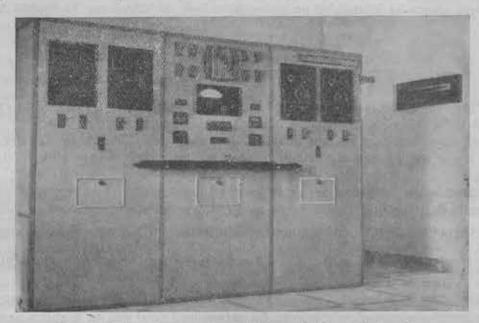


Fig. 2.-Equipo de corrientes telúricas y bobina de inducción.

y corrientes telúricas. Los dos paneles laterales corresponden a las instalaciones de corrientes telúricas: el de la izquierda es el de la línea exterior aérea, y el de la derecha el de la línea subterránea.

En el panel del centro está la unidad de calibrado, el cuadro de distribución de hilos y la instalación de la bobina.

El esquema del circuito interior está representado en la figura 3. Lleva una resistencia reductora en serie, variable, y un shunt de tal manera dispuesto que el circuito del galvanómetro está cerrado siempre por una resistencia próxima a su resistencia crítica.

El galvanômetro empleado, marca "Laboratorio Electrofísico", tiene las siguientes características:

Período: 7 segundos. Sensibilidad: 12 × 10 <sup>-10</sup> amp/mm. Resistencia interior: 160 ohmios. Resistencia critica: 1,200 ohmios.

Teniendo en cuenta el conjunto de características del circuito, veamos cómo responde a una varíación de tipo p. c., por ejemplo, consistente en una pulsación continua sinusoidal de una gamma de amplitud y 15 segundos de período, que es un caso frecuente:

Suponiendo que el campo inductor es de la forma

 $H = Ho + h \operatorname{sen} \omega t$ ,

la f. e. m. inducida será

$$e = \frac{d\Phi}{dt} = S \frac{dH}{dt} = Shocosot,$$

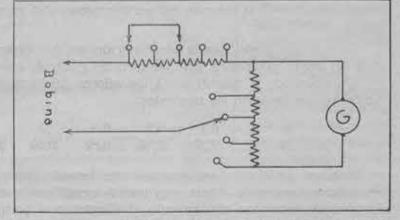


Fig. 3.—Esquema del circuito interior de la bobina de inducción.

y la amplitud máxima, en el caso considerado, tendría por valor

$$E = 5 \pi \omega = 6.1 \times 10^6 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{2\pi}{15} \cdot 10^{-8} = 2.55 \times 10^{-8} \text{ voltios}.$$

Si en el circuito de la bobina colocamos en serie una resistencia de (2,400 — 120) 2.280 ohmios y el shunt está también formado por una resistencia de 2,400 ohmios, para que la resistencia del conjunto exterior al galvanómetro resulte de 1,200 ohmios, equivalente a su resistencia crítica, la intensidad de la corriente que circulará por la bobina tendrá una amplitud

$$1 = \frac{E}{R} = \frac{2,55 \times 10^{-6}}{2.400 + \frac{2.400 \times 160}{2.560}} = 100 \times 10^{-10} \text{ amperios.}$$

Por el galvanómetro pasarán  $94 \times 10^{-10}$  amperios y, por tanto, producirán en la banda de registro pulsaciones de unos ocho milímetros de amplitud.

En esta determinación se han simplificado mucho los cálculos, prescindiendo de una serie de factores que afectan al valor final, pero en un grado despreciable. Tales son las siguientes:

En primer lugar, defectos de aíslamiento en los conductores disminuyen algo el valor de la intensidad. En segundo lugar, no se ha tenido en cuenta el valor de la autoinducción de la bobina, que es de 0,2 henrios, aproximadamente. Con la frecuencia indicada de  $\frac{1}{15}$ , la reactancia resulta ser de  $_{60}L=2\pi\cdot\frac{1}{15}\cdot0,2=0,084$  ohmios; valor despreciable al lado de la resistencia ohmica de la bobina.

Por último, no se ha tenido en cuenta la sensibilidad dinámica, sino la estática. En realidad, la ecuación que rige el movimiento del galvanómetro, al que se le aplica una f. e. m. de la forma  $e = sh_{00}\cos_{0}t$  es:

$$\frac{d^2h}{dt^2} + 2\alpha w_0 \frac{d\theta}{dt} + w_0^2\theta = \omega_0^2 K s h w \cos \omega t, \qquad [1]$$

donde  $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$  es la pulsación propia del galvanómetro;  $\alpha_r$  el grado de amortiguamiento y K una constante del galvanómetro que depende del flujo de sus imanes y de la torsión del hilo.

Resolviendo la anterior ecuación, se halla una elongación para el cuadro del galvanómetro, de la forma

$$\theta = A \cos(\omega t - \varphi),$$
 [2]

teniendo la amplitud A por valor

$$A = KShw \frac{\omega_0^2}{V(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\alpha^2\omega_0^2\omega^2} = KShw \frac{1}{V(1 - n^2)^2 + 4\alpha^2n^2} = KShwf,$$
 [3]

siendo  $n=\frac{T_0}{T}=\frac{\omega}{\omega_0}$  la relación del período propio del galvanómetro al de la pulsación magnética.

Vemos, por tanto, que la amplificación no sólo depende de la frecuencia de la oscilación del campo magnético, sino también del grado de amortiguamiento.

Considerando el caso de  $\omega=1$  los valores del factor de amplificación dinámica, para distintos valores de n son los siguientes:

es decir, que en el caso que estamos considerando, siendo  $T_0 = 7$ , para valor de T superiores a catorce segundos, difiere muy poco la amplificación dinámica de la estática, mientras que la primera disminuye rápidamente al disminuir el período de la oscilación aplicada. Por otra parte, la f. e. m. inducida disminuye al aumentar el período. Como suma de los efectos aparece una curva de sensibilidad con un máximo para oscilaciones de período igual al del galvanómetro y disminuyendo rápidamente para las frecuencias menores y lentamente para las mayores, que en nuestro caso son las más frecuentes. El aparato se comporta, pues, como con filtro de paso-banda con una sensibilidad muy variable en toda esta banda.

El registro fotográfico se efectúa en un registrador rápido, con velocidad de 240 milímetros por hora. El registrador es una variante del rápido La Cour, ideado y construído en el Observatorio de Toledo. En él, un haz de 13 rayos, procedentes de un foco múltiple, refleja-

dos en el espejo del galvanómetro, inciden sobre un obturador, en el que una ventanita deia pasar uno solo de los 13. de tal forma que cuando éste, por desviación del galvanómetro, sale por uno de los bordes de la ventana, entra el siguiente por el otro borde. De esta forma sobre la banda de papel fotográfico colocada detrás, pueden registrarse en un ancho de un centimetro oscilaciones de hasta 13 centímetros de amplitud. A diferencia del modelo La Cour, en el que se esta describiendo la ventana es fija

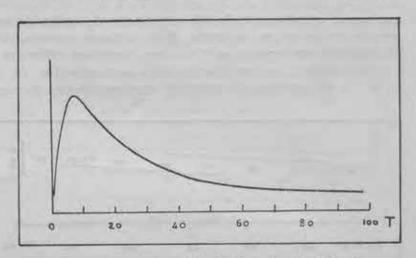


Fig. 4.—Curva de sensibilidad del equipo de inducción.

y el tambor registrador se desplaza con movimiento helicoidal avanzando en el sentido del eje 12 milímetros por vuelta. Una descripción más detallada del registrador ha sido publicada por el Instituto Geográfico y Catastral.

#### RESULTADOS OBTENIDOS

No se dispone de una larga experiencia para llegar a conclusiones definitivas porque es muy reducido el tiempo que lleva funcionando la bobina de inducción en Toledo. Sin embargo, se han encontrado coincidencias y discrepancias entre los registros de corrientes telúricas (c. t.) y los obtenidos con la bobina (b. i.), que son los que pasamos a considerar, haciendo un análisis separado de los distintos tipos de variaciones rápidas.

Pulsaciones continuas (p. c.).—Uno de los fenómenos que más claramente se manifiestan en la bobina de inducción son, sin duda alguna, las pulsaciones continuas, habiendo observado un absoluto paralelismo entre los registros de ésta y los de corrientes telúricas, no

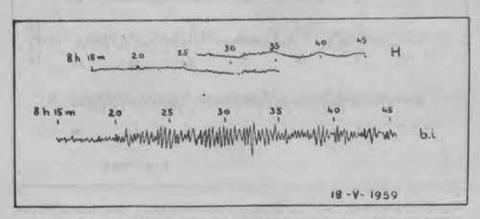


Fig. 5.—Pulsaciones (p. c.) registradas en la componente H del campo magnético y bobina de inducción. Registro rápido.

sólo en lo que se refiere a periodo y amplitud relativa, sino hasta en la forma de las mismas, incluso cuando no son sinusoidales.

Ya hemos visto, por los cálculos realizados más arriba, que oscilaciones del campo magnético de una gamma de amplitud producían en los registros amplitudes del orden de ocho

milímetros, que es aproximadamente diez veces mayor que la amplitud alcanzada en los registros magnéticos, donde los variómetros más sensibles, los La Cour rápidos, tienen una sensibilidad de 1,7 gammas por milímetro en H y 1,1 en D.

Esto hace que en los registros magnéticos no pueda precisarse con exactitud la forma de la oscilación, por ser sus amplitudes inferiores al milimetro. Sin embargo, aunque la exactitud en la apreciación no sea grande, puede observarse también un perfecto paralelismo entre ambos fenómenos. Teóricamente debe existir un desfasaje  $\varphi$  dado por

$$tg\varphi = 2 \alpha n (1 - n^2)^{-1}$$
,

que para el ejemplo tratado más arriba sería del orden de los 50°. Como en dicho ejemplo el período era de quince segundos, dicho defasaje corresponde a unos dos segundos de tiempo, imposible de precisar en el registro, donde un milímetro corresponde a quince segundos.

En la figura 5 se han reproducido unos fragmentos de las bandas magnéticas —valor de H— y de la bobina de inducción correspondientes al mismo intervalo de tiempo, del día

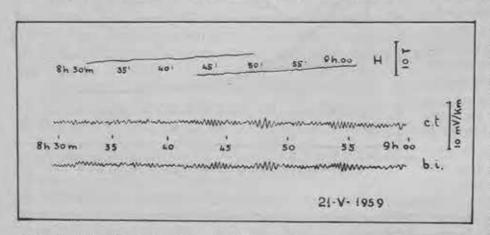


Fig. 6.—Pulsaciones (p. c.) registradas en la componente H del campo magnético, componente E-W de corrientes telúricas y bobina de inducción. Registro rápido.

18 de mayo de 1959, en que tuvieron lugar pulsaciones de este tipo, de gran amplitud y veinte segundos de período. Se caracterizan por su gran regularidad en el período, si bien su amplitud es irregularmente variable, presentando el aspecto de una onda modulada.

En la figura 6 se presentan simultáneamente las variaciones de H, de co-

rrientes telúricas y de la bobina de inducción, donde aparece una pulsación de menor amplitud que la anterior, pero que presenta la misma regularidad en el período. Puede observarse la absoluta semejanza entre los dos últimos registros.

Los períodos de oscilación más frecuentes son de diecisiete a veinte segundos y las má-

ximas amplitudes tienen lugar entre las ocho y las diez de la mañana, que es cuando son más frecuentes. Suelen iniciarse a la salida del Sol y la duración es variable, dependiendo en general de la intensidad. En casos extraordinarios pueden durar hasta doce o catorce horas; pero nunca tienen lugar durante las primeras horas de la noche,

No siempre la pulsación es tan regular como las ante-

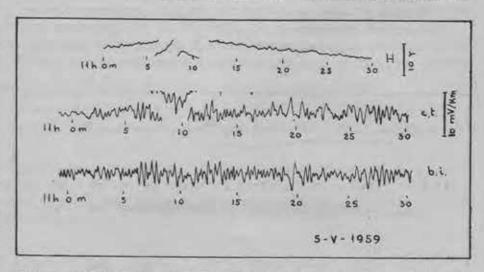


Fig. 7.—Pulsaciones (p. c.) irregulares registradas en la componente H del campo magnético, corrientes telúricas y bobina de inducción. En las dos primeras acompañan a una pequeña bahía.

riormente indicadas. Así, en la figura 7 aparece una pulsación más irregular, no sólo en amplitud, sino en período. En la b. i. y en c. t. aparece como una superposición de oscilaciones de pequeño período, mientras que en H es una oscilación aún más irregular, pero de amplitudes relativamente mayores, que no dan origen a corrientes inducidas mayores, por ser variaciones más lentas. La irregularidad de estas pulsaciones invita al observador en muchos casos a no

considerarlas como típicos p. c.; máxime teniendo en cuenta que este tipo de perturbación se manifiesta principalmente en períodos tormentosos, como ocurrió en el ejemplo antes citado.

Por último, debe considerarse otro tipo de p. c. de mayor período, comprendido entre los treinta y los cuarenta segundos que aparece de forma claramente sinusoidal en los registros magnéticos (fig. 8), y, en cambio, en la b. i, y en c. t. apenas se insinúan, es decir, que

aunque también se manifiestan, no se distinguen del resto de las perturbaciones que aparecen a lo largo de la banda.

Trenes de pulsaciones (p. t.). — Son
pulsaciones de corta
duración, unos minutos nada más, y largo período, que oscila entre los sesenta y
cien segundos, más o
menos variable, dentro de la misma oscilación. Es frecuente
que no se produzcan

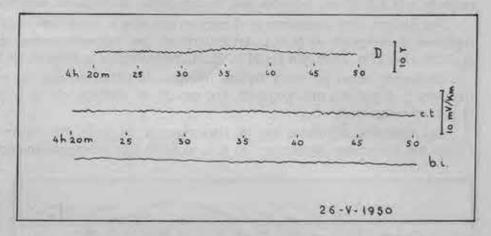


Fig. 8.—Pulsaciones (p. c.) de gran período registradas con amplitud normal en la componente D del campo magnético y con pequeña amplitud en corrientes telúricas y bobina de inducción.

aisladas, sino que se produzcan varias veces en el intervalo de pocas horas. Tal es el caso típico reproducido en la figura 9, correspondiente a los días 11 y 12 de agosto de 1959, donde puede observarse que se manifiestan muy claramente en los registros magnéticos y de c. t.,

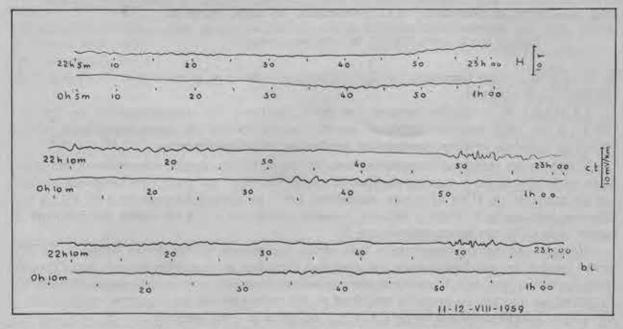


Fig. 9.—Trenes de pulsaciones (p. t.) registrados simultáneamente en H, corrientes telúricas y bobina de inducción.

y de manera más confusa en la b. i., hasta el punto de que hay ocasiones en que no se aprecia en este último registro.

Los p. t. tienen lugar a última hora de la tarde y primeras de la noche, como ocurre con las bahías, y efectivamente son fenómenos tan ligados, que frecuentemente son simultáneos; aunque sobre esta simultaneidad deben hacerse algunas observaciones. Los trenes más regulares, es decir, los de forma más sinusoidal y período más uniforme, no van acompañados de bahía en ningún registro; son los que deben considerarse como típicos p. t. Tal

ocurre con el primero, que tuvo lugar el día 11 antes mencionado, a las 22 h. 06 m. Pero en ocasiones, el tren va acompañado de una ligera bahía que se manifiesta solamente en los registros magnéticos, concretamente en H. y no aparecen en D y en Z, como tampoco en c. t. (en la b. i. no aparecen nunca bahías). Así ocurrió en los dos p. t. sucesivos del mismo día 11, a las 22 h. 48 m. y 23 h. 45 m., mientras que el del día 12, a las 0 h. 34 m. y otro más pequeño a la 1 h. 37 m., tampoco van acompañados de bahía en ningún registro.

Por último, debe considerarse el caso en que el p. t. va acompañado de bahía en todos los registros, a excepción de la b. i. Así ocurrió en las perturbaciones del día 17 de agosto de 1959 a las 17 h. 13 m. y a las 21 h. 21 m., reproducida la primera en la figura 10.

Obsérvese cómo en estas bahías intensas, la pulsación que las precede es mucho más irregular y el período más pequeño. Por eso en el registro de la b. i. aparece claramente el p. t. en estos casos.

Los ejemplos expuestos son de tipo general. Es decir, que deben considerarse diferenciados los tres casos siguientes; a) p. t. aislados, sin acompañamiento de bahía de aspecto

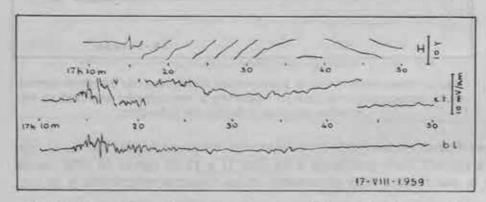


Fig. 10.—Trenes de pulsaciones (p. t.) acompañados de bahía. En H la bahía tiene una amplitud muy superior al p. t. En c. t. el p. t. es más intenso que la bahía. En b. i. la bahía no aparece.

regular, b) p.t. con alguna irregularidad, acompañados de suaves bahías en H, pero sin bahía en c. t. c) p. t. muy irregulares, de período pequeño, no uniforme, acompañado de bahias en registros magnéticos y en c. t. Como existen, además, todos los tipos intermedios, en algunos casos resulta dificil diferenciar unos

de otros, y un mismo fenómeno puede considerarse como b. p. o como p. t., dependiendo del registro que se observe.

La bobina de inducción registra con gran amplitud las irregularidades de los p, t, tipo c), y con muy pequeña amplitud los de tipo a), si bien en estos casos hace resaltar pequeños impulsos bruscos que puedan producirse simultáneamente.

Tanto en los registros magnéticos como en los de c. t. ha podido comprobarse que la primera oscilación de un p. t. tiene siempre el mismo sentido; es decir, que empieza siempre con un aumento de H en el campo magnético, como ya apuntó Angenheister en 1912 y confirmaron más tarde Y. Kato y Billaud, correspondiente en c. t. a un vector perturbación dirigido hacia el W con ligera componente S.

Bahías.—Ya hemos mencionado más arriba las características de las bahías y los diferentes modos de manifestarse en los distintos registros, si bien debe hacerse notar que son raras las bahías que en c. t. aparecen sin una pulsación previa o acompañando a su iniciación. Es pulsación que por su pequeña amplitud puede escaparse en los registros magnéticos, y, en cambio, manifestarse en los de c. t. y b. i. debido a su corto período.

Si la corriente inducida en la bobina de inducción ha de seguir fielmente la ley de Lenz, es natural que una oscilación de tipo bahía no se manifieste en su registro, puesto que al ser una variación de un periodo próximo a la hora, el factor ω de la formula (3) tiene aquí un valor de 0.0017, que hace que la amplitud del registro sea 180 veces menor que en el caso de una oscilación de tipo p. c. de veinte segundos de período.

Esta es la razón por la cual las bahías no se registran en la bobina de inducción. Y, sin embargo, aparecen, y en ocasiones con gran amplitud en corrientes telúricas, y tanto mayor es esta amplitud, cuanto mayores o más rápidas son las pulsaciones que las acompañan al principio. Esto hace pensar que la corteza terrestre no se comporta como un conductor perfecto, sino como si en ella, debido a la enorme capacidad que entra en juego, existiese una

especie de inercia para el establecímiento y ruptura de la corriente, de tal manera que sucesivos impulsos, todos del mismo sentido, crean una corriente residual que es la que da origen a la bahía; y viene a confirmar esta teoría, el hecho antes apuntado, de que bahías de la misma amplitud y duración (período) en magnetismo dan origen a bahías de distinta amplitud en c. t., siendo las mayores las que corresponden a mayores o más rápidas pulsacio-

nes, y, por tanto, a las más amplias pulsaciones registradas en la b. i.

Por ejemplo, comparando las bahías del 28 de junio de 1959 a las 0 h. 44 m. y la del mismo día a las 23 h. 52 m. (fig. 11), puede observarse que las dos tienen sensiblemente la misma amplitud en la componente magnética H. u n a s 20 7, y, sin embargo, en c. t. la primera

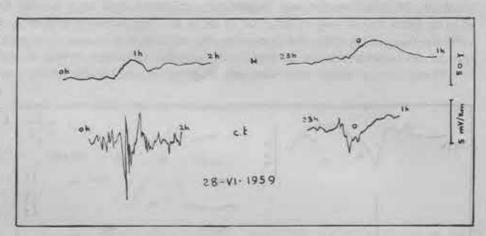


Fig. 11.—Dos bahías acompañadas de p. t. Las dos tienen la misma amplitud en H. La primera, con más intensas pulsaciones, tiene mayor amplitud en c. t. Registro lento.

alcanza una amplitud de 10 mV/Km, en la componente E y la segunda sólo llega a 4.4 mV/Km; al mismo tiempo, la duración de la primera en magnetismo es de veinticuatro minutos y la de la segunda de una hora.

Además, en general la bahía alcanza su valor máximo cuando cesan las pulsaciones, al

21h 20 25 30 21h 45 50 22h 45 50 H 2

21h 20 25 21h 45 50 22h 45 50

21h 20 25 21h 45 50 22h 45 50

21h 20 25 21h 45 50 22h 45 50

7-VI-1959

Fig. 12.—Saltos bruscos rápidos registrados con gran amplitud en c. t. y b. i. y apenas perceptibles en los registros magnéticos.

menos, cuando su periodo aumenta y disminuye su amplitud. Es frecuente también que las bahías tengan una duración mayor en magnetismo que en c. t. Así, la que tuvo lugar el 3 de mayo de 1959, a las 22 h. 43 m., tuvo una duración de más de cien minutos en H y, en cambio, en c. t. se había recobrado el valor normal a los treinta y cinco minutos. Igual ocurrió

con la del 21 del mismo mes, a las 21 h. 16 m., que sólo duró doce minutos en c. t. y una hora en D.

Sultos bruscos (s. i.).—Los saltos bruscos registrados en c. t. y en la b. i. siguen, en general, las leyes de la inducción, registrándose con mayor amplitud los más rápidos, hasta el punto que, con alguna frecuencia, se registran saltos en la b. i. de sólo unos segundos de duración y gran amplitud, y que, en cambio, no aparecen en los registros magnéticos o aparecen con pequeñisima amplitud. Por ejemplo: el 7 de junio de 1959 se produjeron tres saltos consecutivos a las 21 h. 24 m., 21 h. 48 m., y 22 h. 46 m. (fig. 12), que se destacan muy claramente en la b. i., se aprecian bien en c. t. y no se observa apenas nada en los registros magnéticos. Eran de período inferior a los diez segundos. El día 25 del mismo mes, a las 22 h. 33 m., se produjo otro salto brusco, algo más lento. Consistia en una sola oscilación

doble de unos cincuenta segundos de duración. También aparece con gran amplitud en la b. i. y en c. t.; en este último con más de 12~mV/Km, de amplitud, y en magnetismo se percibe un pequeño impulso que en H es de unas  $3~\gamma$  nada más. En cambio, el impulso del día 27~del citado mes, a las 13~h. 47~m., producido en plena tormenta, es de los que en magnetismo se han considerado como típicos s. i. (fig. 13). Alcanzó en H una amplitud de  $42~\gamma$ ; es decir, 14~veces mayor que la anterior, mientras que en c. t. sólo llegó a 17.4~mV/Km..; sólo un poco mayor que el anterior, y en la b. i. no aparece más que una ligerísima desviación apenas perceptible. La duración del salto fué de unos siete minutos, 60~veces mayor que la del considerado en primer lugar, y ocho veces mayor que la del segundo.

Como vemos, sigue observándose lo dicho al hablar de las bahías. Los registros de sal-

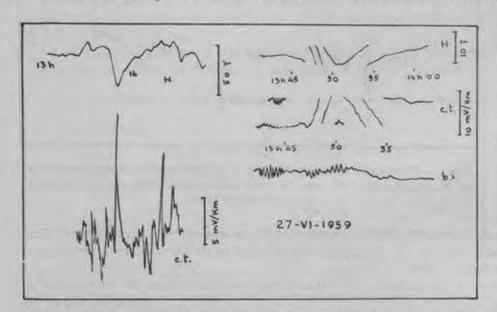


Fig. 13.—Salto brusco producido en plena tormenta. A la izquierda; registrador lento. A la derecha, el mismo salto registrado en el registrador rápido. En la bobina de inducción sólo aparece la vibración que le acompaña.

Los registros de saltos bruscos c. t. y b. i. son iguales para variaciones muy rápidas, inferiores al minuto; pero son distintos cuando las variaciones son lentas, para las que la bobina de inducción es completamente insensible.

Principios bruscos (s. s. c.) y tormentas.—Con los ejemplos citados anteriormente ha quedado bien definido el comportamiento de la bobina de inducción ante los diferentes tipos de variaciones que pueden presentarse

en el campo magnético terrestre, y puede intuirse cómo queda registrada una tormenta en los diferentes registros. En trabajos anteriores del mismo autor se indicaron las características del registro de corrientes telúricas: Cuando existía salto brusco, éste quedaba patente de manera muy clara, y todas las perturbaciones rápidas magnéticas daban origen a perturbaciones análogas en corrientes telúricas; pero aquí no se distinguían las tres fases de la tormenta magnética: aumento de H, disminución por debajo del nivel normal y restitución. Es decir, que en c. t. no aparecían desviaciones lentas que hicieran variar el valor medio.

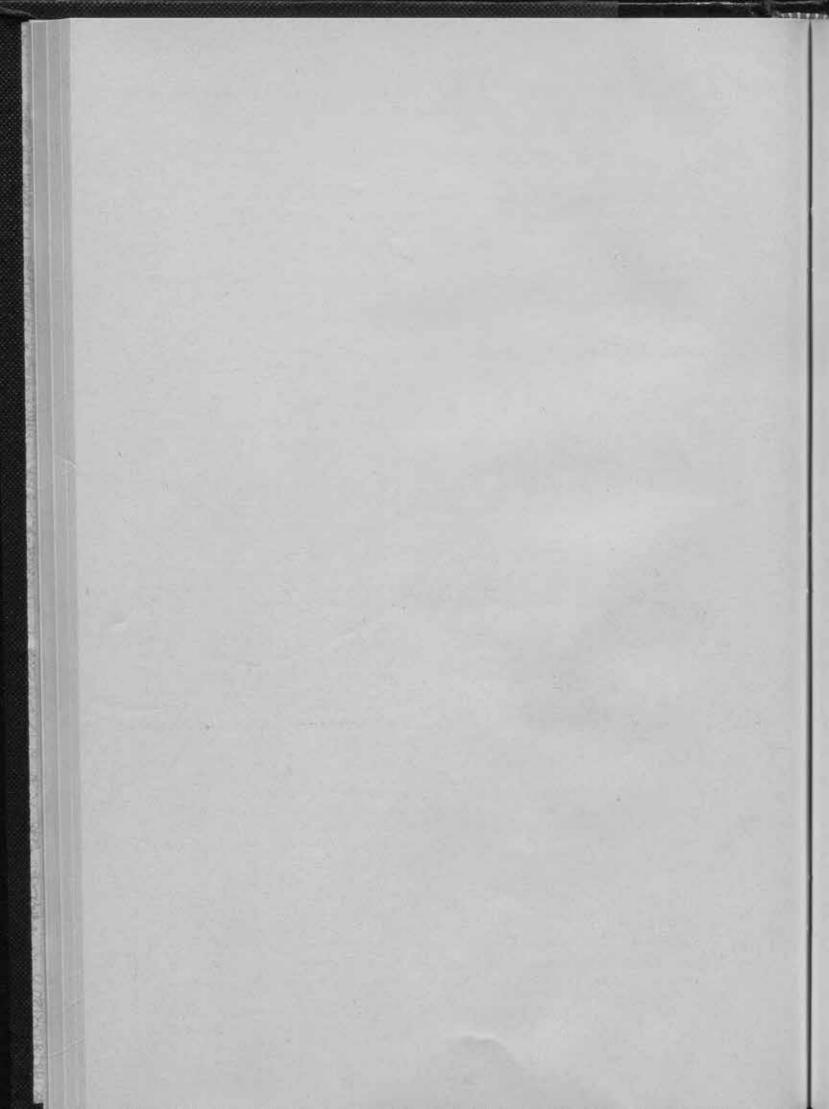
En la bobina de inducción aún se acentúa más esta propiedad: aparece el salto brusco y aparecen todas las perturbaciones de tipo muy rápido, mejor diriamos vibratorio, que acompañan a la tormenta. Pero no aparecen las variaciones, que aún aparecían en c. t., si su duración es superior a varios minutos. Mucho menos aparece la variación lenta correspondiente a las tres fases antes citadas.

#### CONCLUSION

En conclusión, puede decirse que en la bobina de inducción sólo se registran claramente las variaciones muy rápidas, entendiendo por tales las que tienen un período inferior al minuto; por lo que debe suponerse que las variaciones registradas en corrientes telúricas no es un puro fenómeno de inducción, sino que hay otros fenómenos, tales como la gran capacidad de la Tierra y su gran volumen, que permite pensar en la posibilidad de una acumulación de cargas en un momento y en un punto determinado, dando origen a las variaciones más lentas que por un simple fenómeno de inducción no pueden explicarse.

#### BIBLIOGRAFIA

- E. Thellier: Enquête sur les appareils enregistreurs des variations rapides du champ magnetique terrestre.
- Y. Kato and J. Ossaka: Time Variation of the Earths Magnetic Field at the time of bay-Disturbance.—
  "Sc. Rep. Töhoku University". Vol. 4. Págs. 61-63.
- Y. Kato and J. Ossaka: Magnetic disturbance by the induction magnetopraph. "Sc. Rep. Tohoku Univ.". Vol. 5. Págs. 10-21. Vol. 5. Págs. 85-92. Vol. 6. Págs. 137-149.
- Y. Kato and T. Watanabe: Observational Knowlegde of the geomagnetic pulsation.—"Sc, Rep. Tôhoku Univ.". Vol. 8. Págs. 157-181.
- Y. Karo and T. Sairo; Damped type rapid pulsation accompanying ssc.—"Sc. Rep. Tôhoku Univ.". Vol. 9. Págs. 99-105.



Tomo XXVIII

VI

# Determinación de características de sismógrafos electromagnéticos

Luis de Miguel González-Miranda Ingeniero Geógrafo



INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

JASES ATAN T CONTANTO REPORTED TO SACROVATE

Terms Docum

TRA

Determinación de características de sismógrafos electromagnéticos.

Lois de Mignel Connider-Mirmote



Depósito Legal: M-1020-1960

### Determinación de características de sismógrafos electromagnéticos

Luis de Miguel González-Miranda

Son muchas las obras y trabajos publicados hasta la fecha relativos a la determinación de características de sismógrafos electromagnéticos, entre los que pueden citarse como más importantes: Conferencias sobre Sismometría, de Galitzin; Calibrado de Sismógrafos Electromagnéticos Modernos, de Gaston Grenet, y otros de Eaton, Tazime, Matumoto, Hagiwara, etcétera.

En ellos nos hemos basado para buscar un procedimiento aplicable a los sismógrafos Sprengnether, que si bien no es el más preciso, si puede considerarse el más sencillo y práctico por no necesitarse aparatos especiales auxiliares y ser de rápida realización, exigiendo muy cortas interrupciones en un servicio continuo. De esta forma pueden determinarse dichas características con una mayor frecuencia, llevando así una mejor inspección del funcionamiento de los aparatos.

Tal es el método que vamos a exponer a continuación, suprimiendo, para una mayor brevedad en la exposición, las transformaciones de cálculo que no se consideren necesarias para el conocimiento del procedimiento seguido. Y como ejemplo práctico daremos los valores obtenidos en la primera determinación efectuada en el equipo de sismógrafos Sprengnether del Observatorio Central Geofísico de Toledo.

#### I. SISMOMETROS

I. 1. Longitud reducida del péndulo horizontal.—El procedimiento más simple sería dejar oscilar libremente el péndulo, colocando horizontalmente el eje de rotación para que quede suspendido por su propio peso. Entonces la longitud reducida L y el período propio de oscilación T quedarían ligados por la fórmula

$$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\ .$$

Pero así como los sismógrafos Askania están dispuestos para esta experiencia, con dispositivos especiales, no ocurre lo mismo con los Sprengnether, en los que habría que colocar, entre otras cosas, láminas auxiliares en el eje de rotación.

Por ello es preferible deducir la longitud, reducida en función del período de oscilación que se obtenga, dando a la plataforma una ligera inclinación i alrededor de un eje horizontal perpendicular al plano determinado por el eje de giro del péndulo y su centro de gravedad.

Ahora el período de oscilación viene dado por la fórmula

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g \cdot \sin i}} ,$$

de donde se deduce

$$L = \frac{g}{4\pi^2} \cdot \frac{\sin i}{1/\Gamma^2}.$$

La dificultad de este método está en la determinación del valor absoluto de i, por ser difícil determinar con precisión la posición horizontal de la plataforma. En cambio, es fácil determinar las variaciones de i tomando como origen un valor cualquiera. A cada valor de i corresponderá un valor de T y entonces puede determinarse L trazando en un sistema de ejes coordenados la recta que se obtiene tomando como ordenadas los valores de sen i y como abscisas los correspondientes de  $1/T^i$ . La inclinación de dicha recta sirve para hallar L. Como los ángulos i suelen ser muy pequeños, puede sustituirse sen i por i o por tang i, sin cometer un error apreciable.

El camino a seguir será el siguiente: Se quitan los imanes de amortiguamiento para que el péndulo pueda oscilar libremente. Se coloca un espejito en la parte móvil del péndulo, lo más próximo posible al eje de giro. Dirigiendo un rayo luminoso a dicho espejo, con escalas horizontales y verticales, para recoger la imagen a suficiente distancia, podrá determinarse la desviación del péndulo en escala horizontal y la inclinación de la plataforma en escala vertical. Se evita esta duplicidad de escalas colocando en su lugar una hoja de papel milimetrado, trazando en ella dos ejes perpendiculares, uno horizontal y otro vertical, que se crucen en el punto inicial de la observación, correspondiente al péndulo en reposo y la plataforma sensiblemente horizontal. Los ángulos se determinan por cociente de la semidesviación del punto luminoso por la distancia de la escala al eje de giro.

Los valores obtenidos en los sismógrafos de Toledo fueron los indicados en la Tabla I.

TABLA I

COMP.	1	T	1/T=
Este	0,00278	14,87	0,00453
	0,00555	11,50	0,00757
	0,00833	9,61	0,01082
	0,01111	8,48	0,01390
	0,01390	7,71	0,01682
	0,01666	7,02	0,02030
Norte	0,00084	12,48	0,00643
	0,00282	10,90	0,00842
	0,00563	9,46	0,01119
	0,00845	8,34	0,01438
	0,01127	7,65	0,01709
	0,01410	7,07	0,02001

Trazadas las rectas correspondientes (Fig. 1) y aplicando la fórmula anterior se obtuvieron los siguientes valores:

$$\begin{split} L_{e} &= \frac{980}{4\,\pi^{2}} \times 0,885 = 22,0 \text{ cm}. \\ L_{tr} &= \frac{980}{4\,\pi^{2}} \times 0,975 = 24,2 \text{ cm}. \end{split}$$

I. 2. Longitud reducida del péndulo vertical.—Supongamos que el péndulo vertical tiene una masa M (Fig. 2), cuyo centro de gravedad, a una distancia L<sub>i</sub> del eje de giro está en un plano que, pasando por dicho eje de giro, forma con la plataforma P un ángulo a. Suponemos también que la plataforma forma con el plano horizontal H un ángulo  $\theta$ . A cada valor de  $\theta$  corresponde un valor de  $\alpha$  y un valor del período T de oscilación del pendulo.

El par ejercido por el resorte de suspensión es función de  $\alpha$ ; lo llamaremos  $f(\alpha)$ , mientras que el debido al peso propio del péndulo depende de  $\alpha + \theta$  y tiene por valor.

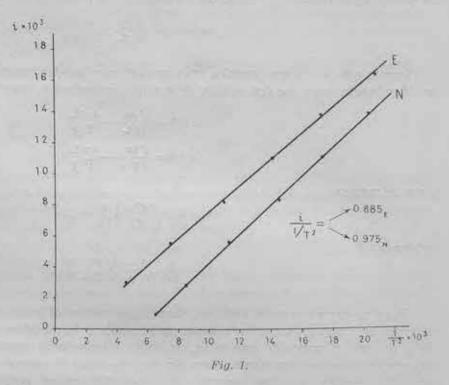
 $MgL_1 \cos(\alpha + \theta)$ .

En la posición de equilibrio el par total será nulo, es decir

$$f(\alpha) + MgL_1 \cos(\alpha + 9) = 0$$
 [1]

En las proximidades de la posición de equilibrio el primer par sufrirá un incremento de valor

$$f'(\alpha) \cdot d\alpha = \operatorname{MgL}_1 \operatorname{sen}(\alpha + \left\{ + \theta \right\} \cdot \left( 1 + \frac{d\theta}{d\alpha} \right) d\alpha,$$
 [2]



mientras que el incremento del segundo par vadrá

$$-MgL_1 \operatorname{sen} (\alpha + \theta) d\alpha$$
.

El par total tendrá por valor

$$C = \left[ MgL_1 \operatorname{sen} \left( a + \theta \right) \cdot \left( 1 + \frac{d\theta}{da} \right) - MgL_1 \operatorname{sen} \left( a + \theta \right) \right] da = MgL_1 \operatorname{sen} \left( a + \theta \right) \frac{d\theta}{da} da = Uda.$$

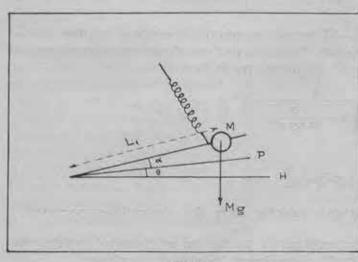


Fig. 2.

Sabemos que el período propio del péndulo viene dado por

$$T=2\pi\sqrt{\frac{K}{L!}}\,,$$

siendo K el momento de inercia

$$K = ML_1L_2$$

y L<sub>2</sub> la longitud reducida del péndulo. Con los valores anteriores deducimos

$$L_{z} = \frac{T^{o}g}{4\pi^{d}} \, sen \, (\alpha + \theta) \, \frac{d\theta}{d\alpha} \, , \label{eq:Lz}$$

fórmula que no es práctica para determinar la longitud re-

ducida  $L_0$ , puesto que no conocemos  $\frac{d^h}{d^a}$  y es difícil determinar el valor absoluto de  $\alpha + \theta$ ; pero nos sirve para deducir que si  $\alpha + \theta = 0$ , tiene que verificarse  $\frac{d^\alpha}{d\theta} = 0$ . Es decir, que el ángulo  $\alpha$  pasa por un mínimo cuando el centro de gravedad del péndulo está en el plano horizontal que pasa por eje de rotación. Siendo así, habrá dos valores  $\theta_1$  y  $\theta_2$  de  $\theta$  para los cuales  $\alpha$  toma el mismo valor, si bien los períodos correspondientes serán distintos. También tendrá el mismo valor en las dos posiciones  $f'(\alpha)$ , puesto que sólo depende de  $\alpha$ .

Basándonos en esta propiedad, podemos hallar un método práctico para determinar L. En efecto, eliminando  $\frac{d\,\theta}{d\,\pi}$  entre las fórmulas [2] y [3] se halla

$$\mathrm{sen} \; (\alpha + \theta) = \frac{f'(\alpha)}{\mathrm{M} g \, \mathrm{L}_1} - \frac{4 \cdot \pi^2 \, \mathrm{L}_1}{\mathrm{T}^2 g} \; .$$

Puesto que  $\alpha+\theta$  son ángulos muy pequeños se pueden sustituir los senos por los ángulos. Y entonces, para los dos valores de  $\theta$  antes encontrados, podemos escribir

$$\alpha + \theta_1 = \frac{f'(\alpha)}{MgL_1} - \frac{4\pi^2 L_2}{T^2_1 g}$$

$$\alpha + \theta_2 = \frac{f'(\alpha)}{MgL_1} - \frac{4\pi^2 L_2}{T^2_2 g}$$

y por diferencia

$$\theta_1-\theta_2=\frac{4\pi^3L_2}{g}\left(\frac{1}{\Gamma^2_2}-\frac{1}{\Gamma^2_1}\right),$$

de donde

$$\label{eq:La} {\rm L}_{\rm d} = \frac{g}{4\pi^2} \; \frac{(\theta_1 - \theta_2) \; {\rm T^2}_1 \; {\rm T^2}_2}{({\rm T}_1 + {\rm T}_2) \; ({\rm T}_1 - {\rm T}_2)} \; .$$

Para su determinación práctica, después de quitar el imán de amortiguamiento del sismógrafo, se busca en un primer tanteo la posición de la plataforma, para la cual  $\alpha$  alcanza su valor mínimo. A partir de este valor, subiendo y bajando el tornillo nivelante anterior, pueden encontrarse dos posiciones, para las cuales  $\alpha$  toma el mismo valor. Para una mayor precisión es necesario alejarse bastante de la posición crítica, porque en sus proximidades la variación de  $\alpha$  es muy pequeña. Así, en el sismógrafo de Toledo, para conseguir que el extremo del péndulo subiera un milímetro por encima del valor mínimo, hubo que llegar a un valor  $\theta_1 - \theta_2 = 0.0757$ .

Los períodos correspondientes fueron:  $T_1=1,715$  y  $T_2=1,480$ , con lo que se obtuvo una longitud reducida

$$L_2 = \frac{g}{4\pi^2} \, \frac{9,0757 \times 2,94 \times 2,19}{2,94 - 2,19} = 16,1 \ \text{cm}.$$

I. 3. Período propio del péndulo T.—El período propio del péndulo es un dato teórico que corresponde a un péndulo no amortiguado. Teniendo siempre algún amortiguamiento, el período aumenta y toma un valor T', ligado al anterior por la fórmula

$$T = T' \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\epsilon}{T}\right)^2}} = T' \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda^2}{(\pi \log e)^2}}} = T' \frac{1}{V + \frac{1}{0.5372 \lambda^2}}$$
 (\*)

siendo \(\lambda\), el decremento logarítmico

$$\lambda = \log_{10} \frac{\theta_i}{\theta_{i+1}}$$

y  $\frac{\theta_i}{\theta_i + 1} = v$  la relación de amortiguamiento o relación entre dos elongaciones sucesivas.

En los péndulos Sprengnether se encontró para » valores tan próximos a la unidad que, sin error apreciable, pudo considerarse T=T', obteniéndose los siguientes valores

Sismógrafo vertical 
$$T=1,64 \text{ s}$$
  
Sismógrafo horizontal (N)  $T=16,2 \text{ s}$   
Sismógrafo horizontal (E)  $T=13,3 \text{ s}$ 

Para una mayor precisión, el pseudo-periodo T se determina midiendo la duración de diez oscilaciones completas.

<sup>(\*)</sup> La demostración de esta fórmula puede encontrarse en "Conferencias sobre Sismometría", de Galitzin, cap. V, sec. 2,

#### II. GALVANOMETROS

II. 1. Período propio de los galvanómetros.—Los galvanómetros empleados en los sismógrafos Sprengnether, principalmente los de período largo, presentan un amortiguamiento apreciable, por lo que hay una pequeña diferencia entre el período propio de los mismos y el pseudo-período determinado experimentalmente.

Así, en los galvanómetros de las componentes horizontales se hallaron los valores siguientes:

Comp. N ,, 
$$v=1,28$$
 ,,  $\lambda=0,1072$  ,,  $T=\frac{T'}{1,003}=\frac{13,20}{1,003}=13,19$    
Comp. E ,,  $\nu=1,40$  ,,  $\lambda=0,1461$  ,,  $T=\frac{T'}{1,005}=\frac{16,02}{1,005}=16,00$ 

Vemos que las diferencias entre períodos y pseudo-períodos afectan a las centésimas de segundo. Pero como los errores de observación son superiores a este error, como pudo comprobarse al repetir la experiencia varias veces, se consideró como exacta únicamente la primera cifra decimal, es decir, que se tomaron como valores del período.

$$T_N = 13.2 \, s$$
.  $T_E = 16.0 \, s$ .

El período del galvanómetro de la componente vertical puede obtenerse con menos error por su mayor velocidad, habiéndose obtenido el valor T'=1,70, resultando también éste el valor de T por ser mucho más pequeño en este galvanómetro el decremento logarítmico.

Las relaciones de amortiguamiento de los tres galvanómetros se determinan con precisión registrando sus oscilaciones sobre papel fotográfico colocado en los correspondientes tambores de registro.

II. 2. Resistencia interna.—Si bien la resistencia interna del galvanómetro es un dato suministrado por el constructor, vamos a indicar el procedimiento seguido en el laboratorio para su comprobación o determinación, teniendo en cuenta que en este caso no debe medirse

por medio del puente de Wheatstone, puesto que al colocarle en uno de los brazos del puente, sin otra precaución especial, pasaría por él una corriente demasiado fuerte que podría dañarle.

El método consiste en un puente de Wheatstone (Fig. 3), en el que el galvanómetro de 0 de la diagonal se sustituye por un simple interruptor I, y la pila de la otra diagonal se coloca con una resistencia en serie R de valor muy grande, para reducir la corriente que pase por el puente a valores apropiados para el galvanómetro. La desviación obtenida en el galvanómetro sirve para la determinación que buscamos. Para valores de R, y R, fijos, se varía el de R. hasta que la corriente que pase por g no varie al cerrar

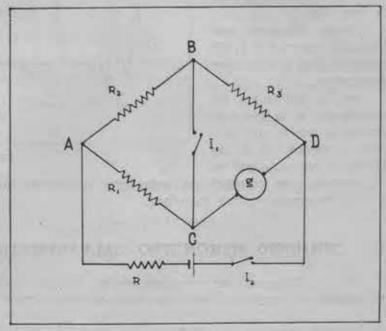


Fig. 3.

y abrir el interruptor I,. Esto quiere decir que por la diagonal de I, no pasa ninguna corriente y, por tanto, el equilibrio del puente está conseguido, es decir, que los puntos B y C están al mismo potencial, o sea,

$$\begin{split} V_{\rm B} - V_{\lambda} &= V_{\rm C} - V_{\lambda} \quad ,, \quad i_1 R_2 = i_2 R_1 \\ V_{\rm D} - V_{\rm B} &= V_{\rm D} - V_{\rm C} \quad ,, \quad i_1 R_3 = i_2 g \\ \frac{R_2}{R_3} &= \frac{R_1}{g} \; . \end{split}$$

 Resistencia crítica.—Sabemos que el amortiguamiento de un galvanómetro es tanto mayor cuanto más pequeña es la resistencia del circuito exterior, hasta alcanzar un valor,

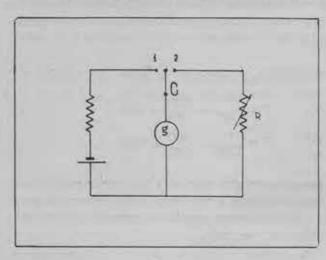


Fig. 4.

a partir del cual, el galvanómetro deja de ser periódico para ser aperiódico. Este valor es el llamado resistencia crítica, y es un dato interesante, puesto que cerrado el circuito del galvanómetro con esta resistencia, se habrá conseguido su mayor velocidad de respuesta dentro de la aperiodicidad y, con ello, su movimiento seguirá con la mayor fidelidad las variaciones de la corriente.

Varios métodos se han propuesto por distintos autores para su determinación, en función de los decrementos logarítmicos con distintos valores de la resistencia del circuito; pero, sin duda, el más práctico y más rápido es el método directo, que consiste en disponer de un circuito

como el de la figura 4, para poder dar un impulso rápido al galvanómetro (posición 1 del conmutador C) y cerrar en seguida el circuito a través de la resisten-

cia R variable (posición 2). Se va disminuyendo su valor hasta conseguir su aperiodicidad y, por tanto, se busca el mayor valor de R, para el cual el galvanómetro, en su retroceso, no pasa de cero (Fig. 5).

Puede obtenerse una precisión superior a 1/100 suficiente para el objeto que se persigue.

En la instalación del sismógrafo, si la resistencia de la bobina del péndulo es menor que la resistencia crítica —que es

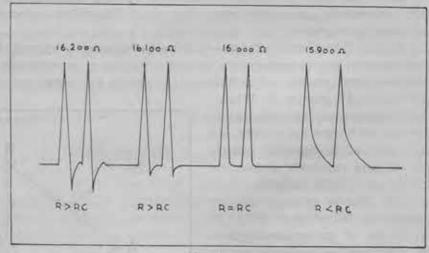


Fig. 5.

lo normal—, se colocará en serie una resistencia que, sumada con la de la bobina, dé la resistencia crífica calculada.

#### III. CONJUNTO SISMOMETRO-GALVANOMETRO

III. 1. Constante de amortiguamiento.—Hemos llamado relación de amortiguamiento del péndulo a la relación entre dos máximos consecutivos

$$v = \frac{\theta_i}{\theta_{i+1}}$$

y de ella se deduce el valor de la constante de amortiguamiento µque viene dada por

$$\mu^{\sharp} = \frac{\pi^{\sharp}}{\pi^{\sharp} + \log_e^{\sharp} \nu} \; , \label{eq:mu_psi_psi_psi}$$

donde p varía en valor absoluto entre 0 (límite de aperiodicidad) y 1 (péndulo no amortiguado). La fórmula anterior no puede aplicarse directamente en el caso de grandes amortiguamientos, como es el caso de los sismógrafos electromagnéticos. Para estos casos recomienza Galitzin

un procedimiento práctico de fácil realización, cuya explicación puede encontrarse en su obra ya mencionada (Cap. VII, 3), por lo que nos limitamos a indicar y aplicar las fórmulas allí deducidas.

Conectado el péndulo al galvanómetro y cerrado el circuito de éste con su resistencia cri-

tica se da un pequeño impulso al péndulo que alcanzará una desviación máxima  $\theta_m$  para volver a su posición de reposo asintóticamente, como indica la figura 6. No es necesario determinar el valor de  $\theta_m$ .

Al mismo tiempo, el galvanómetro, cuyas desviaciones son proporcionales a las velocidades del péndulo, alcanzará un máximo φ<sub>1</sub> en un sentido, seguido de otro más pequeño φ<sub>2</sub> en sentido contrario, pasando por 0 en el instante en que el péndulo alcanza su desviación máxima —velocidad nula

 $\phi_1$  y  $\phi_2$  pueden determinarse por observación directa en una escala colocada a suficiente distancia; pero es más exacta la observación registrando el movimiento del galvanómetro en papel fotográfico y efectuando las medidas sobre el registro

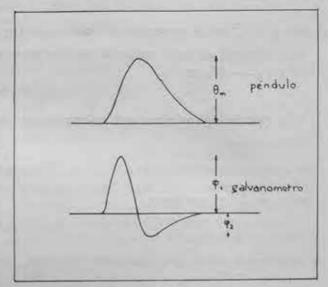


Fig. 6.

con lo que se alcanza una mayor precisión, sobre todo en los galvanómetros de período corto.

Determinamos así  $\alpha = \frac{\phi_1}{\phi_4}$ .

También es conocido el valor  $\xi = \frac{T-T_i}{T_i}$ , donde T es el período del péndulo y  $T_i$  el del galvanómetro,  $\xi = 0$  cuando  $T = T_i$ .

Y de estos valores deducimos

$$\beta = 2.2937 (1 + 0.17325)$$
.

Y también

$$\phi_1 = -0,006538 (1 + 5,5981\xi + 1,5556\xi^a)$$
  
 $\phi_2 = 0,34 (1 + 0,4019\xi - 0,6342\xi^a)$ 

Y, por último,

$$\mu^2 = \frac{\beta - \sigma}{\alpha \psi_2 - \beta \psi_1}$$

Vemos que el valor más conveniente de  $\mu$  ( $\mu=0$ ) se obtendrá cuando el péndulo y el galvanómetro tengan el mismo período y

$$\alpha = \frac{\phi_1}{\phi_2} = 2.2937$$
.

Así, pues, por tanteos variaremos la posición de los imanes de amortiguamiento del péndulo hasta conseguir un valor de lo más aproximado posible al indicado.

III. 2. Factor de transformación.—Entre los diversos métodos para la determinación del factor de transformación k hemos elegido el siguiente por su sencillez.

Consiste en producir una desviación angular en el péndulo  $\theta_m$ , con lo cual se comunica al galvanómetro una velocidad inicial  $\varphi'_n$ . El factor de transformación relaciona estas dos magnitudes en la forma

$$\frac{d\psi_0}{dt} = k\theta_m \, .$$

Para la determinación de  $\theta_m$  se limita el movimiento del pendulo entre dos topes. Apoyando con la mano el pendulo en uno de los topes durante un tiempo para que el galvanómetro quede en reposo, se desvía suave, pero rápidamente, hasta el otro tope. Con un espejo próximo al eje del giro y una escala alejada puede determinarse la desviación del rayo reflejado que, dividida por el doble de la distancia del espejo a la escala, da el valor de  $\theta_m$ . Simultáneamente el galvanómetro se habrá desviado un ángulo  $\phi_m$ , fácil de determinar.

En función de  $\theta_m$  y  $\varphi_m$  se halla el factor k de la siguiente forma. La ecuación del movimiento del galvanómetro viene dada por

$$\phi^{\prime\prime}+2n_{1}\phi^{\prime}+n^{\sharp}_{1}\phi+k\theta^{\prime}=0\,,$$

donde  $n_i = \frac{2\pi}{\Gamma_i}$  es la pulsación del galvanómetro.

La integral de esta ecuación, teniendo en cuenta las condiciones iniciales, para t=0,  $\varphi_0=0$  y  $\varphi_0=-k\theta_m$  es

$$\varphi = -k\theta_m t e^{-n_i t}$$

La desviación máxima del galvanómetro tiene lugar al cabo del tiempo  $t_m$  para el cual  $\frac{d\psi}{dt}=0$ , es decir,

$$e^{-n_1t}(1-n_1t_m)=0,$$

o sea,  $t_m = \frac{1}{n_1}$  y, por tanto,

$$\varphi_m = -k\theta_m \frac{1}{n_1 e} ,$$

de donde deducimos, prescindiendo del signo, que nada significa

$$k = n_1 e \frac{\gamma_m}{\theta_m} = \frac{2\pi e}{\Gamma_1} \frac{\varphi_m}{\theta_m}.$$

Ahora bien, para un valor apreciable de  $\theta_m$ ,  $\varphi_m$  es demasiado grande y debe reducirse colocando un "shunt" al galvanómetro. Ahora obtenemos una desviación  $\varphi_n$  mucho más pequeña, de la que deducimos  $\varphi_m$  de la siguiente forma:

Sea E la f. e. m. producida en la bobina del péndulo en su movimiento entre topes. La intensidad que pasa por el galvanómetro sin "shunt" era

$$I_1 = \frac{E}{R_c + g} ,$$

siendo g su resistencia interior y R, la resistencia del circuito exterior, que debe ser igual a

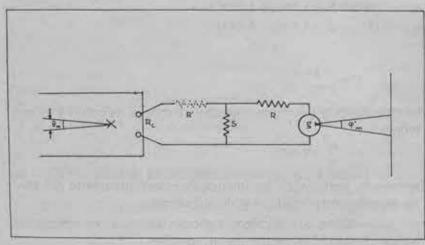


Fig. 7.

la resistencia crítica del galvanômetro. Al colocar un "shunt" de resistencia s (figura 7), la intensidad total i es

$$i = \frac{E}{R_c + \frac{s(R+g)}{s+R+g}}$$

y la que pasa por el galvanómetro

$$i_{\mathtt{S}} = i \, \frac{s}{s + \mathsf{R} + \mathsf{g}} \, .$$

Siendo R una resistencia que debe intercalarse en el circuito del galvanómetro, igual a su resisten-

cia crítica, puesto que s es muy pequeña con relación a R.

Haciendo reducciones, y teniendo en cuenta que  $R_s$  es mucho mayor que s y que 1, se llega a la relación

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{R_c}{s}$$

y. por tanto.

$$\varphi_m = \varphi_n \frac{R_c}{s}$$

He supuesto que la resistencia de la bobina tiene por valor Re. Si fuera menor, añadiríamos en serie una resistencia adiccional R' para que la suma de las dos fuese precisamente R.

Como ejemplo se indican a continuación los valores obtenidos en los sismógrafos de Toledo aplicando la fórmula final

$$k = \frac{2\pi e}{\Gamma_1} \frac{R_e}{s} \frac{\psi_n}{\theta_m}$$

$$\text{Vertical } k = \frac{17,079}{1,70} \cdot \frac{2200}{1} \frac{0,01857}{0,0353} = 11.620$$

$$\text{Horizontal (N) } k = \frac{17,079}{16,0} \cdot \frac{14400}{100} \cdot \frac{0,04720}{0,0332} = 221$$

$$\text{Horizontal (E) } k = \frac{17,079}{13,2} \cdot \frac{15870}{100} \cdot \frac{0,04575}{0,0344} = 273$$

III. 3. Amplificación.—Se llama amplificación a la relación de la desviación máxima del punto luminoso sobre el tambor registrador al máximo movimiento del terreno correspondiente.

Para determinar dicha amplificación debe aplicarse la siguiente fórmula, cuya demostración, que aparece en el tantas veces citado texto de Galitzin (Cap. VI, 4), se sale de los límites de este trabajo:

$$A = k \frac{d}{\pi L} \frac{T_{\rho}}{\left(1 + u^{2}_{t}\right)\left(1 + u^{2}\right)} \sqrt{1 - u^{2}\left(\frac{2u}{1 + u^{2}}\right)^{2}}$$

donde

$$d = \begin{cases} \text{distancia del espejo del galvanómetro} \\ \text{al tambor registrador} \end{cases}$$
L = longitud reducida del péndulo

$$u = \frac{T_p}{T} = \frac{\text{periodo de oscilación del terreno}}{\text{periodo del péndulo}}$$
 $u_i = \frac{T_p}{T_i} = \frac{\text{periodo de oscilación del terreno}}{\text{periodo del galvanómetro}}$ 

$$u_i = \frac{\Gamma_p}{\Gamma_i} = \frac{\text{periodo de oscilación del terreno}}{\text{periodo del galvanómetro}}$$

μ = coeficiente de amortiguamiento

Esta fórmula queda más reducida cuando previamente se ha dado al péndulo el amortiguamiento crítico, en cuyo caso es  $\mu = 0$  y, además, péndulo y galvanómetro tienen el mismo periodo propio, con lo que  $u=u_t$ ; y entonces

$$A = k \frac{d}{\pi L} T \frac{u}{(1 + u^2)^2}$$

Vemos que la amplificación depende del período de oscilación del terreno, que hace variable la magnitud

$$s = \frac{u}{(1+u^s)^s}$$

Obtendremos el valor máximo, haciendo

$$\frac{ds}{du} = 0 \qquad , \qquad \frac{1 + u^2 - 4u^2}{(1 + u^5)^8} = 0$$

que da el valor

$$u_m = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,577$$

$$s = \frac{3\sqrt{3}}{16} = 0,3248$$

es decir, que la amplificación máxima tiene por valor

$$A_m = 0,3248 k \frac{d}{\pi L} T$$

#### SISMOGRAFO VERTICAL

A = 11620 
$$\frac{1050}{\pi 161}$$
 1,64  $\frac{u}{(1+u^2)^2}$  = 39560  $\frac{u}{(1+u^2)^2}$ 
A<sub>m</sub> = 12849

T <sub>p</sub>	$\frac{u}{(1+u^2)^{\pm}}$	A
0,3	0,0711	2813
0,5	0,2778	10990
1,0	0,3240	12817
1,5	0,2711	10725
2	0,1970	7793
3	0,0968	3829
4	0,0505	1998
5	0,0287	1135
6	0,0176	696
7	0,0115	455
8	0,0079	313
9	0,0057	225
10	0,0042	166

SISMOGRAFO HORIZONTAL (Comp. N) SISMOGRAFO HORIZONTAL (Comp. E)

$$A = 221 \frac{1050}{\pi \cdot 242} 16,2 \frac{u}{(1+u^2)^2} = 4945 \frac{u}{(1+u^2)^2}$$

$$A_m = 1606$$

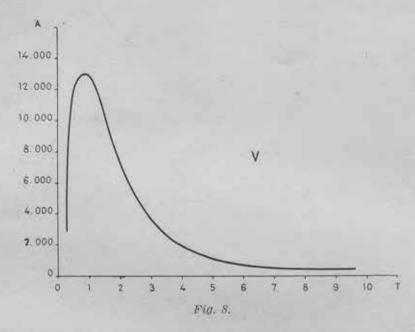
$$A = 273 \frac{1050}{\pi 220} 13,3 \frac{u}{(1+u^2)^2} = 5516 \frac{u}{(1+u^2)^2}$$

$$A_m = 1792$$

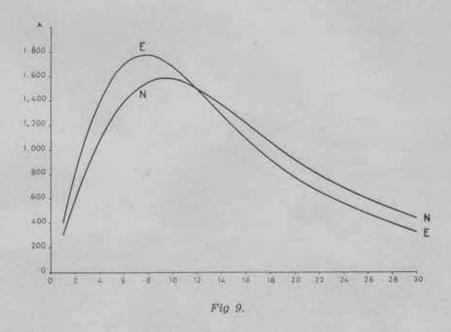
T <sub>p</sub>	$\frac{u}{(1+u^z)^z}$	A
1	0,0624	309
2	0,1212	599
3	0,1750	865
4	0,2214	1095
5	0,2594	1283
6	0,2828	1425
7	0,3082	1524
8	0,3200	1582
9	0,3246	1605
10	0,3232	1598
11:	0,3171	1568
12	0,3072	1519
13	0,2948	1458
14	0,2807	1388
15	0,2656	1313
20	0,1904	942
25	0,1319	652
30	0,0920	455
60	0,0190	94

$T_p$	$\frac{u}{(1+u^2)^{\circ}}$	A
1	0,0748	413
2	0,1449	.799
3	0,2055	1134
4	0,2542	1402
5	0,2897	1598
6	0,3122	1722
7	0,3230	1782
7 8	0,3242	1788
9	0,3177	1752
10	0,3058	1687
11	0,2902	1601
12	0,2725	1503
13	0,2538	1400
14	0,2349	1296
15	0,2164	1194
20	0,1395	769
25	0,0900	496
30	0,0598	330
60	0,0097	54

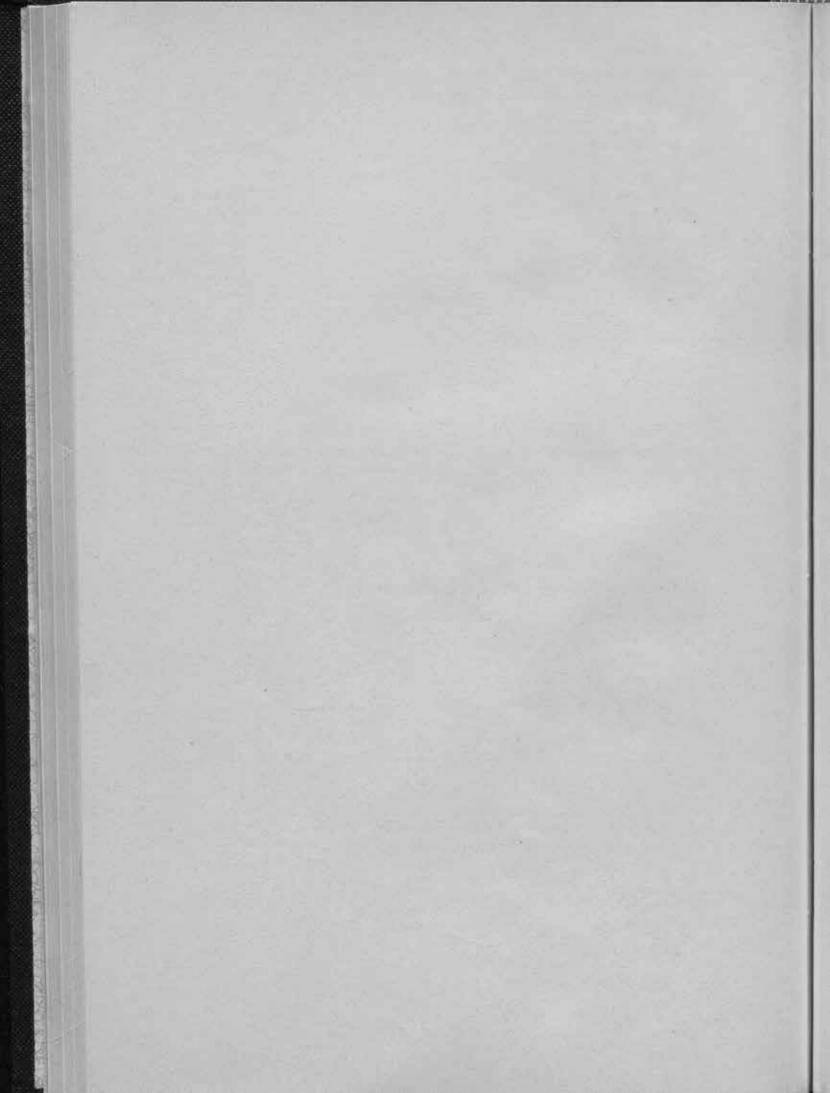
Con las indicadas tablas se construyeron las curvas de amplificación de las figuras 8 y 9, que facilitan la determinación del movimiento del suelo correspondiente a una onda deter-



minada del sismograma. Pero para el trabajo diario de observatorio resulta mucho más práctica la construcción de ábacos de doble entrada, tomando en abscisas los períodos de la

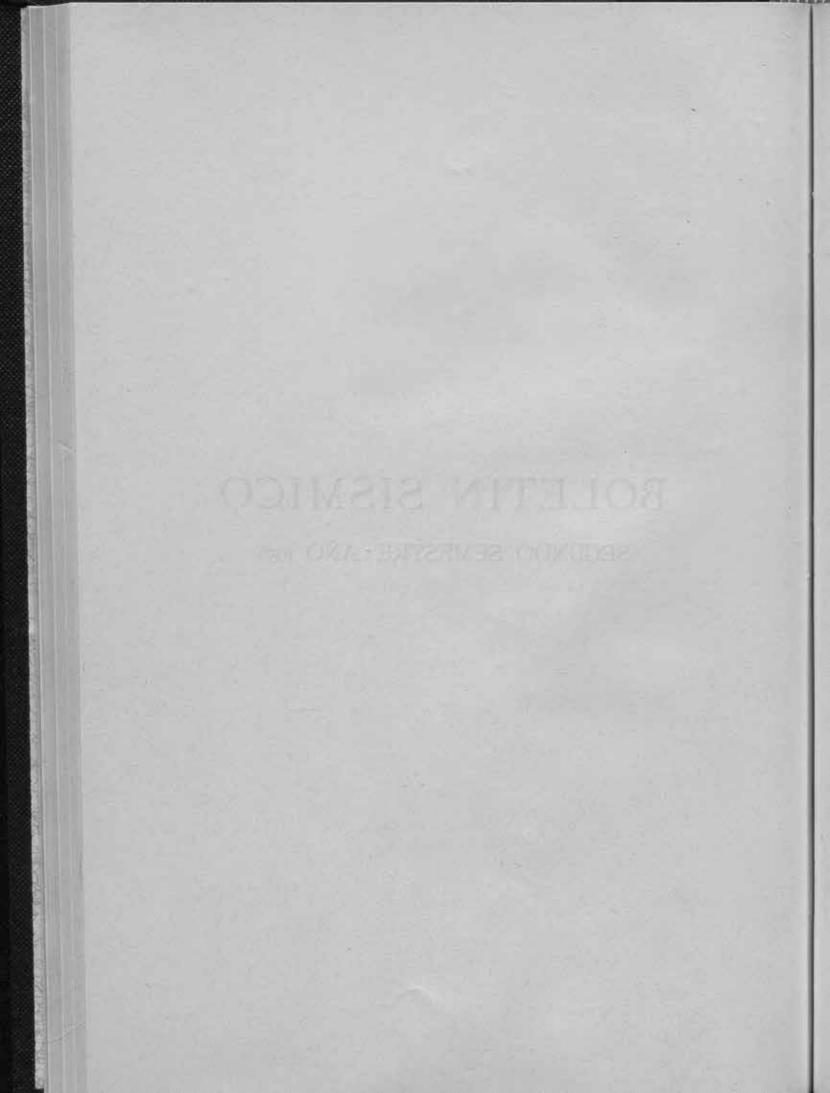


onda del sismograma, en ordenadas las amplitudes de la onda en milímetros, y en el punto de cruce se encuentra, en la curva correspondiente, el movimiento del suelo en micrones.



## BOLETIN SISMICO

SEGUNDO SEMESTRE - AÑO 1956



#### MEMORIAS DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

Tomo XXVIII

VII

# BOLETIN SISMICO

SEGUNDO SEMESTRE - AÑO 1956

DEPÓSITO LEGAL M-7387-1958



MADRID

TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

1 9 6 1

CONTRACTOR OF COUNTRICOS CONTRACTORS AND ASSESSED ASSESSED AND ASSESSED ASSESSED AND ASSESSED ASSESSED AND ASSESSED ASSESSEDANCE ASSESSED ASSESSED ASSESSED ASSESSED ASSESSED ASSESSEDANCE ASSESSED ASSESSED ASSESSED ASSESSED ASSESSED ASSESSED ASSESSED ASS

HIVXX omeT

1375

# BOLETIN SISMICO

SECUVIO SEMESTRE - AND 1956

III LIBERAJO

### LABORATORIO CENTRAL DE SISMOLOGIA

La situación geográfica y los equipos que constituyen los Observatorios dependientes del Laboratorio Central de Sismología, son los siguientes:

#### OBSERVATORIO SISMOLOGICO DE ALICANTE

#### COORDENADAS

Lat. = 38° 21' 19",22 N. Long. = 0° 29' 14",06 W. Gr. a = 35 metros. Subsuelo = Cretáceo superior.

SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA — Kgs.	PERIODO Te	AMPLIFICA- CION V	To2	AMORTIGUA- MIENTO §
Mainka	N.S. E.W. Z	1.000 1.000 800	11,2 10,9 0,5	240 560 200	0,003 0,005	4,0 4,3

#### OBSERVATORIO GEOFISICO DE ALMERIA

#### COORDENADAS

 $\begin{array}{l} \text{Lat.}=36^\circ\ 51'\ 09'',\!07\ \text{N}.\\ \text{Long.}=2^\circ\ 27'\ 35'',\!18\ \text{W}.\ \text{Gr}.\\ \text{a}=65\ \text{metros}.\\ \text{Subsuelo}=\text{Tosca marina}\ (\text{Caliza del plioceno}). \end{array}$ 

SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA Kgs.	PERIODO To	AMPLIFICA- CION — V	ROZAMIENTO  r To <sup>2</sup>	AMORTIGUA- MIENTO - §
Mainka	Z	500	5,5	229	0,014	1,06
	EW.	750	9,1	359	0,008	4,93
	NS.	750	9,3	510	0,014	4,96

#### OBSERVATORIO SISMOLOGICO DE MALAGA

COORDENADAS

Lat.= 36° 43' 39" N. Long. = 4° 24' 40" W. Gr. a = 60,3 metros. g = 9,799. Subsuelo = Caliza triásica.

SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA  Kgs.	PERIODO To	AMPLIFICA- CION — V	ROZAMIENTO  r To <sup>2</sup>	AMORTIGUA- MIENTO — §
Málaga Vertical	NESW.	1.600	2,8	780	0,03	2
SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA — Kgs.	PERIODO To	PERIODO To	AMPLIFICA- CION — V	AMORTIGUA- MIENTO - §
Victoria	Z Z	100 80	0,3 12,5	7 7	1600 1600	30 5

#### OBSERVATORIO CENTRAL GEOFISICO DE TOLEDO

COORDENADAS

Lat. = 39° 52′ 53″ N. Long. = 4° 02′ 55″ W. Gr. a = 480,46 metros. Subsuelo = Mioceno superior.

SISMOGRAFO	COMPONENTE	MASA	PERIODO	AMPLIFICA- CION	ROZAMIENTO —	AMORTIGUA- MIENTO
	COM OFFICE	Kgs.	To	v	To <sup>2</sup>	§
Wiechert	EW.	1,200 1,000 1,000	2,6 11,4 11,3	1478 510 500	0,0534 0,0090 0,0096	4,3 3,9 3,8

#### 200.—SISMO DE 2 DE JULIO DE 1956

H = 23h 57,9m

Atlántico Sur, A 700 kms. ap. (B. C. I. S.) al S. de Tristan da Cunha.

#### MALAGA

00h 41m 38a (dia 3) 48 40 M

F 54 —

#### 201.—SISMO DE 3 DE JULIO DE 1956

H = 10h 17m 56s

28° 1/4 N., 85° E.

(B. C. I. S.)

Nepal.

#### MALAGA

10h 47m 05#

53 37 M F

impreciso D = (8.200) kms. = (73° 8)

#### 202.—SISMO DE 3 DE JULIO DE 1956

H = 15h 46m 49s

Mag: 5,8 (Kiruna)

12° 55′ N., 91° 05′ W.

h = 100 kms.

Cerca de la costa de Guatemala.

(Tacubaya)

#### MALAGA

16h 25m 44s Ĺ

32 22 M

45 — D = (8.890) kms. = (80°) F

#### 203.—SISMO DE 3 DE JULIO DE 1956

H = 23<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 17\*

Mag: 6,2 (Uppsala)

h=250 kms, ap. 36° 1/2 N., 71° E.

Hindu-Kush.

(U. S. C. G. S.)

#### ALICANTE

P 23h 35m 23n

38 57 PPP

(S) 42 44

46 35

53 — D = 6.150 kms. = 55° 3 F

#### ALMERIA

iP 23 35 43 (PcP) 36 58

#### MALAGA

i(PP) 23h 37m 10s

L 55 — F impreciso D = (6.440) kms. = (58°)

#### TOLEDO

iP 23 35 44

compresión

36 59

43 11 D = (6.390) kms = 57°.5 (S)

#### 204.—SISMO DE 4 DE JULIO DE 1956

 $H = 00^h 39^m 55^s$ 

18° S., 178° 1/2 W.

h = 450 kms. ap.

Islas Fidji, (U. S. C. G. S.)

#### TOLEDO

iP 00h 59m 40\* (compresión)

#### 205.—SISMO DE 4 DE JULIO DE 1956

H = 03h 04m 14s

7° S., 155° 1/2 E. (U. S. C. G. S.)

Islas Salomón,

(segun Rabaul)

Sentido (G. IV) en Aropa.

#### MALAGA

iP' 03h 23m 53s

F en el siguiente D = 16.100 kms.  $= 145^{\circ}$ 

#### 206.—SISMO DE 4 DE JULIO DE 1956

H = 03h 42m 50s

7° S., 155° 1/2 E.

(U.S.C.G.S.)

Islas Salomón.

Réplica del anterior.

#### ALMERIA

04h 02m 25s

#### MALAGA

iP' 04 02 27

L 31 45

37 49 M

— D = 16.100 kms, = 145° 05 40 F

#### 207.—SISMO DE 6 DE JULIO DE 1956

 $H = 02^{h}\ 22^{m}\ 00^{s}$ 

Mag: 5 ap. (Berkeley)

42° 1/2 N., 126° W.

(U.S.C.G.S.)

Estado de Oregón, U. S. A.

A lo largo de la costa del Estado de Oregón, U. S. A.

#### MALAGA

L	03h	$07^m$	318
M		13	05
F		24	_

#### 208.—SISMO DE 7 DE JULIO DE 1956

Datos discordantes.

(B. C. I. S.)

#### MALAGA

#### 209.—SISMO DE 9 DE JULIO DE 1956

 $H = 03^h 11^m 39^s$ 

Mag: 71/2 (Pasadena)

37° N., 26° E. (U. S. C. G. S.) Mar Egeo.

Sismo destructor en las Cicladas, principalmente Santorin y Amorgos, 48 muertos, 64 heridos, Daños muy importantes. Sentido en las islas Santorin (G. VIII-IX), de Therasia (G. VII-VIII), de Amorgos (G. VII-VIII), de Paros (G. VIII), de Naxos (G. VII), de Astypalaea (G. VII-VIII), de Pholegandros (G. VI), de Tinos (G. V-VI), de Kimolos (G. VI-VIII), de Milos (G. V-VI), de Kalymnos (G. VIII), de Leros (G. VII), de Patmos (G. VIII), de Kos (G. VIII), de Tilos (G. VI), de Ikaria (G. V), de Samos (G. V), de Nisyros (G. V-VI), de Karpathos (G. V), de Creta (G.V-VI en Ardon), de Chios, de Lesbos, de Enbea, de Skyros, de Spetsae y de Kythira, así como en Atica en Peloponeso.

Superficie macrosismica = 270.000 km<sup>2</sup>,

Sismo seguido de un maremoto con olas de más de tres metros de altura que afectaron a las islas del Mar Egeo y causaron grandes daños (según Atenas).

#### ALICANTE

iP	03h	16 <sup>m</sup>	24"	
PP		16	49	
is		20	19	
Mo		23	45	
M		25	31	
F	06	00	-	D = 2.330 kms = 21°

#### ALMERIA

iP	03	16	53	
iS		20	59	
L		24	20	
M		29	33	D = 2.560 kms. = 23°

#### MALAGA

iP	03h	16 <sup>m</sup>	59s	
iPP		17	55	
iPcP		20	45	
is		21	21	
L		24	05	*
M		27	05	
F		35	-	$D = 2.690$ kms, $= 24^{\circ} 2$

#### TOLEDO

iP.	03	16	54	
PP		17	37	
PPP		17	50	
PcP		20	41	
iS		21	14	
SS		22	14	
SSS		22	34	
L		24	47	
F	04	22	-	D = 2.720 kms. = 24° 5

#### 210.—SISMO DE 9 DE JULIO DE 1956

H = 03h 24m 05\*

Mag: 7,2 (Uppsala)

37° N., 26° E. Réplica del anterior.

(U.S.C.G.S.)

Sentido en las islas Cicladas (G. V-VI en Folegandros, Tinos, Ven Seriphos; G. IV en Milos), de Creta (G. V en Hierapetra, Rethimmon; G. IV-V en Heraklion, Foirni, Sitia Mochos), de Samos (G. IV en Aghios Kirykos, Corintia y Argolida) (según Atenas).

#### TOLEDO

iP 03<sup>h</sup> 29<sup>m</sup> 14<sup>s</sup>

#### 211.—SISMO DE 9 DE JULIO DE 1956

H = 06<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> 07<sup>s</sup> Mag: 5,7 (Uppsala)

Mar Egeo.

(U.S. C.G.S.)

Réplica del número 210.

#### TOLEDO

IP 06<sup>31</sup> 24<sup>81</sup> 17<sup>31</sup>

#### 212.—SISMO DE 9 DE JULIO DE 1956

H = 06h 22m 49s

Mag: 5,6 (Uppsala)

37" N., 25° 1/2 E.

(U.S. C. G. S.)

Mar Egeo.

Sentido en las islas de Creta (G. IV-V en Mochos) (según Atenas).

IP. 06h 27m 58s

#### 213.—SISMO DE 9 DE JULIO DE 1956

H = 07h 36m 27s

Mag: 51/2 (Atenas)

36° 9 N., 26° E.

(B. C. I. S.)

Mar Egeo.

Réplica del número 210.

Sentido en Folegandros (según Atenas).

#### TOLEDO

eP 07h 41m 38s

#### 214.—SISMO DE 9 DE JULIO DE 1956

H = 09h 56m 13s

Mag: 61/2-63/4 (Pasadena)

Algunos daños en Port de Paix.

#### ALICANTE

iP	10 <sup>b</sup>	06 <sup>m</sup>	475	
S		15	24	
SS		19	36	
L		26	56	
Mo		32	16	
F		50	_	D = 7.150 kms. = 64° 3

#### ALMERIA

iP	10	06	38	
eS		15	06	
L		25	40	$D = 7.110 \text{ kms.} = 64^{\circ}$

#### MALAGA

JP.	10	06	25				
iPcP		07	09				
iPP		08	43				
IPPP		10	45				
ScP		11	09				
iS ScS		14	49				
ScS		15	51				
SS		19	05				
L		24	51				
M		29	51				
F	en el	sigui	ente	D = i	5.890	kms.	- 62°

#### TOLEDO

iP	10 06	27	
	dilatac	ión	
pP	06	40	
F	09	20	
e	14	48	
(S)	15	14	
L	25	20	
Mo	27	40	
F	50		D = (6.890) kms. = 62°
L	25	2000	D = (6.890) kms. = 6

#### 215.—SISMO DE 9 DE JULIO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### MALAGA

10b 35m 33s impreciso

#### 216.—SISMO DE 9 DE JULIO DE 1956

 $H = 20^h 13^m 53^s$ 

Mag: 5,4 (Uppsala)

36° 9 N., 26° E.

(B. C. I. S.)

Mar Egeo.

Réplica del número 210.

#### ALICANTE

#### ALMERIA

20 19 01

#### MALAGA

iP	20	19	10	
iPP		19	52	
PcP		22	50	
iS		23	22	
SeP		26	08	
L		26	16	
M		28	40	
F		43	-	$D = 2.720 \text{ kms.} = 24^{\circ} 5$

#### TOLEDO

20 19 07

#### 217.—SISMO DE 10 DE JULIO DE 1956

H = 03h 01m 25s

Mag: 5,7 (Uppsala)

37° N., 26° E. (B. C. J. S.)

Mar Egeo.

Réplica del número 210.

Sentido en las islas de Kos (G. IV en Kos) y de Samos (G. IV en Limin Vatheos) (según Atenas).

#### ALICANTE

eP	03h	06m	41 5			
eS		11	01	D -	2.720	kms. = 24° 5

#### 218.—SISMO DE 11 DE JULIO DE 1956

H = 19h 22m 06s Mag: 4,2 (Pasadena)

35° 3/4 N., 117° 3/4 W. (U. S. C. G. S.) Circunscripción de Kern, California. (Lake)

Sentido en China.

#### MALAGA

19h 48m 36\* e F impreciso

#### 219.—SISMO DE 12 DE JULIO DE 1956

H = 15h 01m 26s Mag: 6,3 (Uppsala)

h = 100 kms. ap. 23° N., 94° 1/2 E. Birmania. (U.S. C.G.S.)

#### ALICANTE

P	15 <sup>h</sup>	13 <sup>m</sup>	25"		
PP		16	29		
S		23	24		
SS		28	37		
F		50	-	D = 8.800 kms, = 79° 2	

#### 220.—SISMO DE 13 DE JULIO DE 1956

H = 13h 36m 03\*

27° S., 70° W. h = 100 kms. ap. Norte de Chile. (U. S. C. G. S.)

Sentido en Copiapo, Vallenar y La Serena.

#### MALAGA

i(SKS) 13h 59m 30s L 14 18 26 impreciso D = (9.850) kms. = (88° 7)

#### 221.—SISMO DE 14 DE JULIO DE 1956

H = 19h 01m 04s Mag: 41/2 (Moskva)

40° 1/4 N., 31° E. (B. C. I. S.) Turquia.

#### MALAGA

iP	19h	07m	13 <sup>n</sup>	
PP		08	19	
IS		11	53	
L		15	23	
M		19	37	
F		30		$D=3.100\ \mathrm{kms.}=28^{\circ}$

#### 222.—SISMO DE 16 DE JULIO DE 1956

H = 15h 07m 10\*

Mag: 7 (Pasadena)

22° N., 95° 1/2 E. h = 100 kms. ap. Centro de Birmania,

(U.S.C.G.S.)

30 muertos y daños materiales importantes en Mandalay y Sagaing.

#### ALICANTE

P	15h	190	228	
PP		22	29	
is		29	29	
L		46	00	
Mo		51	54	
F	16	57	-	D = 8.930 kms. = 80° 4

#### ALMERIA

eP	15	19	32	
1		21	43	
iPP		22	46	
PPP		24	37	
eS		29	55	D = 9.330 kms. = 84°

#### MALAGA

iP	15	19	42	
iPP		23	00	
iPPP		24	48	
IS		30	12	
PS		31	00	
SS		36	04	
L		48	48	
M		52	32	
F	18	27		D = 9.500 kms, = 85° 5

#### TOLEDO

eP	15	19	32			
PP		22	52			
PPP		24	47			
i		27	30			
iS iS PS SS		29	55			
iS		29	53			
PS		30	56			
SS		35	32			
(SSS)		38	16			
Lq		42	16			
Lr		54	10			
Mo		56	00			
F	17	05	58	D = 9.240	kms, $= 8$	4º

#### 223.—SISMO DE 17 DE JULIO DE 1956

 $H = 05^{11} \ 00,5^{14}$ Región islas Tonga (?). (B. C. I. S.)

i(P')	05h	22 <sup>m</sup>	07°
i(PP)		24	35
F	im	precis	0

#### 224.—SISMO DE 17 DE JULIO DE 1956

Mag: 63/4 (Pasadena)

7° S., 126° 1/2 E. (U. S. C. G. S.) Mar de Banda.

Sentido en Tual (según Djakarta).

#### ALICANTE

P'	07h	52m	175	
PP		53	54	
SKS		58	21	
SS	08	10	17	
L		32	31	
F		55	2	D = 13.620 kms. = 122° 6

#### ALMERIA

iP'	07	52	20	
iPP		54	05	
i		55	32	
<b>IPKS</b>		55	48	
L		40	-	D = 13.560 kms, = 122°

#### MALAGA

IP'	07	52	20	
iPP		54	05	
ī		55	32	
PKS		55	48	
L		40	-	D = 13.560 kms. = 122°

#### TOLEDO

(P')	07	52	31
i		54	08
i		55	51
e	08	07	01
e		10	32

#### 225.—SISMO DE 17 DE JULIO DE 1956

H = 15h 19m 38

41° N., 27° W. (U.S.C.G.S.) Región de las Azores.

#### MALAGA

#### 226.—SISMO DE 18 DE JULIO DE 1956

H = 06h 19m 15h

Mag: 71/4-71/2 (Pasadena)

5° S., 130° E. II = 150 M. Mar. de Banda. (U. S. C. G. S. y B. C. I. S.)

#### ALICANTE

P'	06 <sup>b</sup>	38m	248
PP		40	12
SKS		45	05
L	07	18	30
Mo		27	40
F	08	39	- D = 13.780 kms. = 124°

#### ALMERIA

iP'	06h	38tn	228	
iPP		40	18	
i		43	57	
SKKS		47	07	
L	07	18	40	D = 13.970 kms. = 125° 6

10-120-2

#### MALAGA

F	in	preci		D =	14.220	kms. =	128°
ePP		40	30				
iP'	06	38	24				

#### TOLEDO

eP'	06	38	16	
e		38	22	
i		38	27	
F		39	24	
i		40	00	
PP		40	15	
SS		57	16	
SSS	07	01	50	
L		11	15	
F	08	30	5-	D = 14.000 kms. = 126°

#### 227.—SISMO DE 19 DE JULIO DE 1956

H = 20h 40m 548

Mag: 6 (Uppsala)

15° N., 120° 1/2 E.

Cerca de la costa W. de Luzón, Filipinas.

Sentido en Iba (G. VI), en Manila, Dagupan y Baguio (G. IV) (Manila).

#### MALAGA

#### 228.—SISMO DE 19 DE JULIO DE 1956

H = 23h 26m 25s

Mag: 6,2 (Uppsala)

9° 1/2 N., 84° 1/2 W.

(U. S. C. G. S.)

Cerca de la costa de Costa Rica.

Sentido en San José.

#### ALICANTE

(P)	23h	38 <sup>m</sup>	36⁵				
eS		48	36				
SS		53	51				
P	00	10	2	D =	8.865	kms.	= 79° 8

#### ALMERIA

iP	23	38	26		
L		07	00	(dia	20)

#### MALAGA

iP	23h	38m	16 <sup>8</sup>	
PS		48	38	
sS		49	52	
SSS		57	16	
L	24	03	12	
M		10	44	
F		44	2200	$D = 8.520 \text{ kms.} = 76^{\circ} 7$

#### TOLEDO

iP	23	38	19
(S)		48	
(L)	00	20	— D = (8.550) kms. = 77°

#### 229.—SISMO DE 21 DE JULIO DE 1956

H = 00h 08m 31s Mag: 5,6 (Uppsala)

1° N., 26° W. (U. S. C. G. S.) Cresta mediana del Atlántico.

#### ALICANTE

(P)	00y	16m	47		
S		23	23		
L		30	01		
Mo		33	43		
F		40	_	D = 4.955	$kms. = 44^{\circ} 6$

#### ALMERIA

L	.00	25	40	
M		38	22	

#### MALAGA

iP	00	16	20		
iPP		17	58		
eScP	ė.	21	- 50		
is		22	38		
L		28	42		
M		32	20		
E	01	02		D - 4 580 Vmc - 41" 2	ı

#### TOLEDO

eP	00	16	39				
(S)		23	15				
L		39	45	D-	(5.000)	kms	45°

#### 230\*.—SISMO DE 21 DE JULIO DE 1956

Local.

#### ALMERIA

ePg 
$$00^{\rm h}$$
  $30^{\rm m}$   $16^{\rm s}$  iSg  $30$   $18$  D = 15 kms. =  $0^{\rm h}$  15

#### 231.—SISMO DE 21 DE JULIO DE 1956

H = 15<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> 25<sup>s</sup> Mag: 61/2 (Pasadena

23° N., 70° E. (U. S. C. G. S.) Oeste de la India. Numerosos muertos. Daños materiales importantes en Anjar.

#### ALICANTE

P	15h	42m	429			
(S)		51	01			
L	16	01	51			
Mo		06	47			
F		40	-	D = 6.780	kms.	- 61°

#### ALMERIA

iP	15	42	54
PcP		43	32

#### MALAGA

iP	15	43	03	
iPcP		43	37	
PP		45	31	
PPP		46	57	
iS		51	29	
SS		55	31	
L	16	03	11	
M		08	17	$D = 7.110$ kms. $= 64^{\circ}$
F	en e	sigui	ente	

#### TOLEDO

iP	15	42	59	
	(co	mpres	ion)	
eS		51	34	
e		56	43	
L.		59	.00	
M	16	18	00	
F		30	-	D = 7.110 kms. = 64°

#### 232.—SISMO DE 21 DE JULIO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### MALAGA

#### 233.—SISMO DE 22 DE JULIO DE 1956

H = 03<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> 59<sup>s</sup> Mag: 5,6 (Uppsala)

37° N., 26° 3 E. Mar Egeo. (B. C. I. S.)

Réplica del número 210.

Sentido en las islas de Leros (G. VII en Leros), de Amorgos (G. V-VI en Amorgos), de Samos (G. IV-V en Limin Vathéos), de Patmos (G. IV-V en Patmos y de Naxos) (según Atenas).

iP	03h	34 <sup>m</sup>	21"
PP		35	17
PcP		37	29
iS		38	59

#### TOLEDO

#### 234.—SISMO DE 22 DE JULIO DE 1956

Sentido en Arica.

#### MALAGA

#### TOLEDO

eP	09	37	36				
1		38	03				
eS		47	52	D -	9.390	kms 8	40

#### 235.—SISMO DE 23 DE JULIO DE 1956

Sín más datos (L. C. S., Madrid).

#### MALAGA

#### 236\*.-SISMO DE 23 DE JULIO DE 1956

H - 15h 48m 43h

(Málaga).

#### ALMERIA

e(P) 15h 49m 35n

#### MALAGA

ePn	15	49	12	
iPg		49	16	
iSn		49	32	
iSg		49	39	
F		51	-	$D = 185 \text{ kms.} = 1^{\circ} 7$

#### 237.—SISMO DE 23 DE JULIO DE 1956

H = 19<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> 58<sup>s</sup> Mag: 63/4 (Pasadena)

24° S., 112° W. (U. S. C. G. S.) Región isla de la Pascua.

#### ALICANTE

L	20 <sup>h</sup>	10m	51#				
Mo		28					
F		40	-	D =	12.540	kms.	= 112° 9

#### ALMERIA

L 20 27 40

#### MALAGA

iPP	19	46	02	
iPPP		48	10	
L	20	26	43	
M		33	28	
F	21	58	_	D = 13.100 kms. = 118°

#### TOLEDO

(P')	19	45	35	
(PP)		45	08	
L	20	25	15	
M		33	15	
F		50	-	D = (12.380) kms. = 111°

#### 238.—SISMO DE 27 DE JULIO DE 1956

H = 23<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> 31<sup>a</sup> 14<sup>a</sup> 26′ N., 49<sup>a</sup> 29′ W. (Tacubaya) Golfo de Tehuantipec, Méjico.

#### MALAGA

eP	00 <sup>th</sup>	$05^{m}$	448	(dia	28)
L		43	06		
M		48	38		
F		50	=	D -	8.890 kms. = 80°

#### 239.—SISMO DE 30 DE JULIO DE 1956

 $H = 05^{h} 41^{m} 00^{s}$  Mag: 51/2 (Atenas) $35^{\circ} 3/4 \text{ N., } 25^{\circ} 3/4 \text{ E.}$  (B. C. J. S.)

A lo largo del NE, de la isla de Creta.

Premonitorio del siguiente.

Sentido en las islas de Creta (G, V en Fourni, G, IV en Nepolis y Vsachasi), de Astypalaea, de Paros y de Kalymnos (según Atenas).

#### ALICANTE

P	05h	45m	55°	
PPP		46	31	
S		49	49	
L		51	37	
F	06	10	-	$D = 2.400 \text{ kms.} = 21^{\circ} 6$

IP.	05	46	21	
PcP		49	55	
iS		50	49	
L		53	53	
M		56	29	
ScS		56	57	
F	06	20	-	D = 2.890 kms. = 26°

#### TOLEDO

eP	05h	46 <sup>m</sup>	19 <sup>8</sup>				
(S)		50	30	D =	(2.670)	kms. = 2	4°

#### 240.—SISMO DE 30 DE JULIO DE 1956

H = 09h 15h 00s Mag: 6 (Atenas)

37° N., 26° E. (U. S. C. G. S.)
A lo largo del NE, de la isla de Creta.

Sentido en la isla de Creta (G. V-VI en Hierapetra, G. V en Neapolis y Fourni, G. IV-V en Vrachasi, Heraklion, Ano Viannos, Rethymnon Anoghia, G. IV en Sitia, G. III en Chania); G. III-IV en Amorgos, Karpathos, G. III en Folegandros, Paros, Astypalaga, y G. II en Atenas (según Atenas).

#### ALICANTE

P	009	19m	41*			
PP		20	20			
is		23	47			
E		25	36			
Mo		27	36			
F	sig	uien	te	D = 2.400	kms 21° 6	ĕ

#### ALMERIA

iP	09	20			
eS		24	15	D = 2.610 kms. =	23° 5

#### MALAGA

iP	09	20	17	
PcP		23	33	
iS		24	41	
L		27	51	
M		30	23	
ScS		30	45	
F	10	11	-	$D = 2.830 \text{ kms.} = 25^{\circ} 5$

#### TOLEDO

eP	09	20	13
iS		24	26
L		29	30
M		31	00
F		48	-

#### 241.—SISMO DE 30 DE JULIO DE 1956

H = 09<sup>h</sup> 21<sup>m</sup> 16<sup>s</sup> Mag: 51/4 (Atenas)

Mar Egeo. (B. C. I. S.)

A lo largo del NE, de la isla de Creta,

Réplica del anterior.

Sentido en las islas de Creta (G. IV-V en Heraklion, Ano Viannos, Fourni, Chrysopirghi, G. IV en Rethymnon, G. III-IV en Vrachasi, G. III en Anoghia, Zaros), de Astypalaea y de Paros (según Atenas).

#### ALICANTE

L	09h	32 <sup>m</sup>	145		
Mo		34	12		
F	10	00		D = 2.420	kms. = 21° 8

#### TOLEDO

eP 09 26 32

#### 242.—SISMO DE 30 DE JULIO DE 1956

 $H = 10^h \ 39^m \ 56^n$ 

Mag: 53/4 (Atenas)

36° 1/2 N., 26° E. (U. S. C. G. S.) Mar Egeo, al NE. de la isla de Creta.

Réplica del número 210.

Sentido en las islas de Creta, G. V en Neapolis, Fourni, Hiezapetra, G. IV - V en Chrysopigli, Anoghia, G. IV en Rethaymnon, Heraklion, Zaros, G. III-IV en Vrachasi, Ano Viannos, de Amorgos, de Astypalaea, de Paros y de Kalimnos (según Atenas).

#### ALICANTE

IP.	10h	44m	45	
PP		45	20	
PP iS		48	45	
L		50	45	
F	11	10	-	$D = 2.450$ kms. = $.22^{\circ}$

#### MALAGA

iP	10	45	17	
PcP		48	39	
IS		49	41	
L		53	01	
M		54	09	
SeS		56	03	
F	11	10	_	$D = 2.830 \text{ kms.} = 25^{\circ} 5$

#### TOLEDO

iP	10	45	13
eS		49	27
L		55	25

#### 243.—SISMO DE 31 DE JULIO DE 1956

Probable Mar Egeo. Datos discordantes. (B. C. I. S.)

#### ALMERIA

(L) 06h 52m 10s

#### 244.—SISMO DE 1 DE AGOSTO DE 1956

 $H = 20^h 28^m 26^s$ 

18° 1/2 N., 71° W. (U. S. C. G. S.) República Dominicana.

iP	20h	38 <sup>en</sup>	45ª	
L	21	40	01	
M		46	35	
F	22	23	-	D = 6.800 kms. = 61° 2

#### 245.—SISMO DE 2 DE AGOSTO DE 1956 249.—SISMO DE 4 DE AGOSTO DE 1956

H = 20<sup>h</sup> 02,6<sup>m</sup>

Sur de las islas Tonga. (B. C. I. S.)

#### MALAGA

eP'ı	20 <sup>h</sup>	22m	345	
iP'2		23	24	
iPP		27	00	
iPPP		30	52	
SKKS		33	.56	
L.	21	31	02	
M		44	04	
F	22	01	-	D = 17.780 kms. = 160°

#### 246.—SISMO DE 3 DE AGOSTO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### MALAGA

L	135	00m	32"
M		05	12
F		08	1

#### 247.—SISMO DE 3 DE AGOSTO DE 1956

H = 17h 37m 42m

Islas Sandwich, Atlántico Sur, (B. C. I. S.)

#### MALAGA

#### 248.—SISMO DE 4 DE AGOSTO DE 1956

H = 09h 48m 45s

Mag: 61/4-61/2 (Pasadena)

5° S., 153° E. Nueva Bretaña. h = 60 kms. ap. (U. S. C. G. S.)

Sentido (G. III) en Rahaul (según Rahaul),

#### ALICANTE

P*	10h	07 <sup>m</sup>	548	
PP		10	50	
PKS		12	14	
(SKS)		14	34	
SS		29	02	
L		54	56	
F	Si	guient	e	D = 15.400 kms. = 138° 6

#### MALAGA

iP'	10 <sup>h</sup>	08m	07*	
iPP		11	15	
L		59	43	
M	11	05	51	
F	12	14		D = 15,950 kms. = 143°6

H = 10h 00m 25\*

5° S., 152° E.

(U.S.C.G.S.)

Nueva Bretaña.

Sentido (G. II) en Rabaul (según Rabaul).

#### ALICANTE

(P')	10 <sup>tt</sup>	19m	53"	
SKKS		29	37	
PS		33	07	
PPS		34	59	
SS		40	59	
SSP		41	31	
SSS		46	09	
F	11	15	-	D = 15.400 kms. = 138° 6

#### 250.—SISMO DE 4 DE AGOSTO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### MALAGA

L	17h	150	46°
M		19	.08
F		25	-

#### 251.—SISMO DE 5 DE AGOSTO DE 1956

H = 09h 09m 12s Mag: 5,4 (Uppsala)

41° N., 144° E.

(U.S.C.G.S.)

A lo largo de la costa E. de Hokkaido, Japôn,

#### MALAGA

#### 252.—SISMO DE 7 DE AGOSTO DE 1956

H = 00h 29m 53s

22° 1/2 N., 93° 1/2 E. h = 150 kms. ap. Birmania.

(U. S. C. G. S.)

#### MALAGA

#### 253.—SISMO DE 7 DE AGOSTO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

eP	02h	56m	468
L	03	31	54
F		36	56

#### 254\*.-SISMO DE 7 DE AGOSTO DE 1956

 $H = 22^h \ 01^m \ 21^s$ 

Sentido en Lagoa, Algarve (según Lisboa).

#### ALICANTE

1	22h	03m	23#			
i		04				
i F		05	25	D -	830	kms 7° 5

#### MALAGA

iPn	22	02	21		
1		02	52		
iSn		03	05		
F		07	-	D = 390 kms. =	3°5

#### TOLEDO

iPn	22	02	43	
iSn		03	43	
eSg		04	17	
M		04	32	
F		06		$D = 577 \text{ kms.} = 5^{\circ} 2$

#### 255\*.-SISMO DE 7 DE AGOSTO DE 1956

Local, Grado II, Sentido en Rojales. (Alicante)

#### ALICANTE

Pg	23h	49m	05°				
Sg		49					
F		50	35	D =	46	kms	0° 4

#### 256.—SISMO DE 8 DE AGOSTO DE 1956

 $H = 23^{h} \ 02^{m} \ 10^{n}$   $32^{e} \ N., \ 67^{e} \ E.$   $Sur \ del \ Afganistán.$  (U, S, C, G, S.)

#### MALAGA

#### 257.—SISMO DE 9 DE AGOSTO DE 1956

H = 21<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> 42<sup>s</sup> Mag: 5,6 (Wellington)

31° 1/2 S., 178° W. (U. S. C. G. S.) Islas Kermadec,

#### MALAGA

i(P'1)	22 <sup>h</sup>	05m	39=		
iP'2		07	41		
iPP		11	15		
SKS		12	39		
PPP		15	43		
SKKS		18	07		

1	23h	$10^{\rm m}$	578	
M		18	53	
F	en el sig	guien	e	$D = 19.600 \text{ kms.} = 176^{\circ} 4$

#### 258.—SISMO DE 9 DE AGOSTO DE 1956

 $H = 23^h \ 00^m \ 42^n$ Mag: 6 3/4 (Pasadena)

15° S., 176° W. h = 250 kms. ap. Región islas Samoa. (U. S. C. G. S.)

Sentido en Apia.

#### ALICANTE

P',	23 <sup>h</sup>	20 <sup>m</sup>	00°	
PP		24	12	
(SKS)		26	34	
PPP		27	50	
SKKS		31	34	
ScSP'		36	04	
F	00	30	-	D = 17,335 kms. = 156°

#### ALMERIA

iP'	23	20	14
(SS)		44	01
SSS		49	51

#### MALAGA

iP',	23	20	11	
jP',		21	21	
iPP		25	01	
SKS		27	13	
PPP		28	57	
SKKS		31	41	
L	24	20	29	
M		30	29	
F	25	1.4	120	D = 17.950 kms. = 161° 8

#### TOLEDO

23	20	-09	
	20	35	
	21	24	
	21	45	
	26	44	
	36	20	$D = 17.110 \text{ kms.} = (153^{\circ})$
		23 20 20 21 21 21 26	23 20 09 20 35 21 24 21 45 26 44

#### 259.—SISMO DE 12 DE AGOSTO DE 1956

iP'	00 <sup>th</sup>	45 <sup>m</sup>	23"	
P's		46	09	
ePP		48	35	
IPKS		49	49	
PPP		52	03	
L	01	53	41	
M		56	15	
F	02	00	-	D = 18.150 kms. = 163° 4

#### 260\*.-SISMO DE 12 DE AGOSTO DE 1956

H = 16<sup>h</sup> 17<sup>m</sup> 28<sup>s</sup>

Sentido (G. III) en Granada,

(Málaga)

#### ALMERIA

iPg 16h 17m 50h

#### MALAGA

iPg	16	17	46	
RiPS		17	53	
iSg		17	58	
RiS		18	01	
F		19	-	$D = 90 \text{ kms.} = 0^{\circ} 8$

#### TOLEDO

eP'g 16 18 57

#### 261.—SISMO DE 12 DE AGOSTO DE 1956

H = 16h 59m 31s

Mag: 61/2-63/4 (Pasadena)

33° 8 N., 138° 8 E.

h = 40-60 kms.

Cerca de la costa S. de Hondo, Japón. Sentido (J. M. A., Japón).

#### ALICANTE

P	17h	139	138	
PPP		19	19	
S		24	38	
SS		31	19	
L		46	15	
Mo		53	51	
P	18	20		D = 10.880 kms. = 97° 9

#### ALMERIA

L	17	45	00
M		56	55

#### MALAGA

iPP	17	17	54	
iPPS		27	08	
SSP		32	08	
1.		44	34	
M		49	22	
F	19	18		D = 11.100 kms. = 100°

#### TOLEDO

(P)	17	13	13	
e		17	27	
(S)		24	31	
e		35	04	20 10
L		48	20	
Mo		53	20	
F	18	15	-	$D = (10.890)$ kms. $= 98^{\circ}$

#### 262.—SISMO DE 13 DE AGOSTO DE 1956

H = 09h 07m 38s

Mag: 5,8 (Wellington)

28° 1/2 S., 176° W.

(U. S. C. G. S.)

Región islas Kermadec.

#### MALAGA

L	10 <sup>h</sup>	40m	498
M		47	29
F	11	20	-

#### 263.—SISMO DE 14 DE AGOSTO DE 1956

Mag: 6,5 (Uppsala)

53" S., 22° E. ap. (B. C. I. S.) Sur del Océano Indico, Región ista Principe Eduardo.

#### ALICANTE

eP	03h	03 <sup>m</sup>	42°	
PP		07	42	
S		14	42	
SS		20	56	
L		34	24	
Mo		41	30	
F	04	12	_	D = 10.200 kms. = 91° 8

#### ALMERIA

eP	03	03	36		
eS		14	39		
L		37	40		
M		43	23	D = 10.300  km	$s_{c} = 92^{\circ} 6$

#### MALAGA

iP	03	03	34	
PP		07	08	
PPP		08	56	
iSKS		14	18	
PS		15	26	
SS		20	12	
L		34	40	
M		38	40	
F	05	44	-	D = 10,220 kms. = 92°

#### TOLEDO

(P)	03	04	01
L		37	20
M		40	55
F	04	15	-

#### 264.—SISMO DE 14 DE AGOSTO DE 1956

H - 10h 47,5m

Cresta mediana del Atlántico. (B. C. I. S.) Región roca de San Pablo.

#### MALAGA

eP	10h	55 <sup>es</sup>	117	
L	11	07	41	
M		11	11	
F		30	— D = 4.480 kms. = 40° 3	

#### 265\*.—SISMO DE 14 DE AGOSTO DE 1956

H = 19h 08m 10,58

37° 08′ N., 1° 45′ W. h = 50 kms. Foco submarino. (Alicante)

Sentido en Turre, Antas Cuevas, Mojaca y Los Gallardos (G. IV), en Bédar, Carboneras y Faro Mesa Roldán (G. III) y en Zurgena, Benisalin, Ulella (G. II) (según Almería).

#### ALICANTE

Pn	191	$08^{\rm m}$	488	
Pg		08	52	
Sn		09	12	
F		10	37	D = 190 kms. = 1° 7

#### ALMERIA

iPg	19	08	24				
eSg		08	31	D =	57	kms. =	= 0° 50

#### MALAGA

iPg	19	08	53	
RISP		08	56	
Sb		09	14	
ISg		09	22	
F		11	-	$D = 230 \text{ kms.} = 2^{\circ}$

#### TOLEDO

ePg	19	09	16
e		09	58
F		11	-

#### 266.—SISMO DE 15 DE AGOSTO DE 1956

43° N., 0° 6 W. (B. C. I. S.) Bajos Pirineos.

Epicentro macrosismico.

#### TOLEDO

(P) 04h 41m 53s

#### 267.—SISMO DE 15 DE AGOSTO DE 1956

H = 05<sup>th</sup> 20<sup>th</sup> 37<sup>th</sup> Mag: 6,4 (Uppsala)

0° lat., 101° 1/2 E. h = 300 kms. ap. Sumatra. (U. S. C. G. S.)

Sentido en Benkoulen y en Tapanouli (según Djakarta).

#### ALICANTE

#### ALMERIA

e(S) 05 44 07

#### MALAGA

#### TOLEDO

(P) 05h 38m 01s

#### 268.—SISMO DE 15 DE AGOSTO DE 1956

H = 10<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> 19<sup>s</sup> Mag: 6,3 (Uppsala)

1/2° S., 124° E. h = 150 kms. ap. Norte de Célebes. (U. S. C. G. S.)

#### ALICANTE

P*	115	09m	45ª	
PP		10	51	
SKS		16	33	
SS		26	47	
L		46	31	
F		55	-	D = 12.870 kms. = 115° 8

#### ALMERIA

eP	11	11	16
e		17	47

#### MALAGA

i(PP)	11	11	16		
i(PKS	S)	13	40		
SKS		16	42		
SKKS	3	18	04		
PS		20	32		
L		51	22		
M		56	54		
F	en e	sigui	ente	D = 13.300 kms	= 120°

#### TOLEDO

eP 11 11 07

#### 269.—SISMO DE 15 DE AGOSTO DE 1956

H = 12b 02m 54s

Mag: 6 (Uppsala) 43° 1/2 N., 16° 1/2 E. (U. S. C. G. S.) Cerca de la costa de Yugoeslavia.

Sentido en Zagreb, Split, Snij, Knin, Zadar (según Zagreb).

#### ALICANTE

ep	12h	06 <sup>m</sup>	16 <sup>8</sup>			
PP		06	28			
eS		08	56			
SS		09	08			
L		09	52			
Mo		11	00			
M		13	33			
F		26	-	D = 1.550	kms.	= 13° 9

#### ALMERIA

iP	12	06	36	
e		07	14	
eS		09	44	
L		11	30	
M		12	33	D = 1.880 kms. = 16°9

iP	12 <sup>h</sup>	06m	.54°	
is		10	11	
PcP-		11	14	
L		11	58	
M		13	08	
ScP		14	26	
ScS		18	14	
F		59	_	D = 1.940 kms. = 17° 5

#### TOLEDO

eP	12	06	33	
1		06	39	
(S)		09	34	
M		13	20	
F		25		D = 1.780 kms. = 16°
	i (S) M	i (S) M	i 06 (S) 09 M 13	i 06 39 (S) 09 34 M 13 20

## 270.—SISMO DE 15 DE AGOSTO DE 1956

 $H = 13^h 12^m 10^s$ Mag: 61/4 (Pasadena)

46° N., 151° E. (U. S. C. G. S.) Islas Kuriles,

#### ALICANTE

P	13b	25 <sup>m</sup>	22*
eS		36	20
SS		42	34
L		56	04
Mo	14	03	10
F		25	- D = 10,200 kms. = 91° 8

## ALMERIA

L 14 01 40

## MALAGA

iP	13	25	37	
PP		29	28	
PPP		31	28	
eS		37	02	
PS		38	12	
L	14	01	54	
M		05	44	
F	16	03	_	$D = 10.600 \text{ kms.} = 95^{\circ}$

## TOLEDO

eP	13	24	22
L	14	01	20
M		08	20
F		23	_

## 271.—SISMO DE 16 DE AGOSTO DE 1956

H = 00<sup>h</sup> 38<sup>m</sup> 31<sup>s</sup> Mag: 5,4 (Uppsala)

## ALICANTE

P 00<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> 56<sup>s</sup> PPP 43 24

S	00µ	46 <sup>m</sup>	25*	
L		47	52	
Mo		49	28	
F		58	-	D = 2.100 kms. = 18° 9

#### ALMERIA

iP	00	43	03	
e		43	52	
eS		46	50	
L		51	10	$D = 2.300$ kms. $= 20^{\circ} 7$

#### MALAGA

iP	00	43	22	
iPP		43	58	
iS		47	08	
L		49	22	
iScP		50	26	
M		51	34	
F	01	30	22	$D = 2.390$ kms. $= 21^{\circ} 5$

## TOLEDO

oD.	OO	42	10
eP:	-00	43	19

## 272\*.—SISMO DE 16 DE AGOSTO DE 1956

H = 02h 09m 38,6s

 $36^{\circ}\,50'$  N.,  $8^{\circ}\,42'$  W. Cerca de la costa SW. de Portugal. (U. S. C. G. S.) (Alicante)

Sentido (G. V-VI) en Lagoa, (G. IV-V) en Faro, (Grado III-IV) en Lisboa, Evora y Beja (según Lisboa).

Sentido en Ayamonte, Huelva (según Cartuja).

Ligeros daños en Sagres.

#### ALICANTE

Pn	02h	11m	10 <sup>8</sup>	
Pg		11	40	
Sn		12	26	
Sg		13	08	
F		25	-	$D = 730 \text{ kms.} = 6^{\circ} 6$

## ALMERIA

iPn	02	10	54		
iSn		11	50		
iSx		12	06		
L		12	20		
M		12	40	D = 520	kms 4° 7

## MALAGA

iPn	02	10	32	
4		10	41	
1		10	50	
i		-11	06	
F		31		D = 390 kms. = 3° 5

#### TOLEDO

iSn	02h	11m	40€			
Sg		12				
F		21	20	D = 465	kms.	= 4º 1

## 273.—SISMO DE 17 DE AGOSTO DE 1956

H = 01h 23m 10s

54° N., 35° W.

(U. S. C. G. S.)

Atlántico Norte.

## ALICANTE

eP	01h	29 <sup>m</sup>	048	
PP		29	52	
S		33	39	
L		36	48	
Mo		39	17	
F		45	-	$D = 3.100 \text{ kms.} = 27^{\circ} 9$

## ALMERIA

L 01 36 50

## MALAGA

		. 0.0	-00	
iP.	01	29	.02	
PP		29	33	
PcP		32	29	
iS		33	09	
L		36	11	
M		38	25	
F	en e	l sigui	ente	$D = 2,800 \text{ kms.} = 25^{\circ}$

## TOLEDO

eP	01	28	37
e		33	46
M		36	50
F		40	-

## 274.—SISMO DE 17 DE AGOSTO DE 1956

 $H = 01^h 59^m 37^s$ 

54° 1/2 N., 36° W.

(U. S. C. G. S.)

Atlántico Norte.

Réplica del precedente.

## ALICANTE

P	02h	05 <sup>m</sup>	39*			
PP		06	33			
S		10	27			
L		13	39			
F		20	-	D = 3.20	$0 \text{ kms.} = 28^{\circ}$	8

#### MALAGA

iP	02	05	25	
PP		06	01	
PcP		08	55	
iS		09	33	
ScP		12	17	
L		12	35	
M		14	45	
F		44	=	$D = 2.800 \text{ kms.} = 25^{\circ}$

## TOLEDO

eP	02b	05m	515
e		09	08
(L)		1.1	20

## 275\*.-SISMO DE 17 DE AGOSTO DE 1956

Local.

#### ALMERIA

iPg	04 <sup>h</sup>	29 <sup>m</sup>	53°				
eSg		30	07	D =	- 117	kms. =	1° 05

## 276.—SISMO DE 17 DE AGOSTO DE 1956

 $H = 14^h 15^m 53^s$ 

4° S., 151° 1/2 E. (U. S. C. G. S.) Región Nueva Bretaña,

Sentido (G. II) en Rabaul (según Rabaul).

#### MALAGA

L	15 <sup>n</sup>	32 <sup>m</sup>	25°
M		37	45
F		58	-

## 277\*.-SISMO DE 17 DE AGOSTO DE 1956

Registrado por Ebro.

## TOLEDO

## 278.—SISMO DE 18 DE AGOSTO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### MALAGA

L	13 <sup>h</sup>	48m	52*
M		55	48
F		59	_

## 279.—SISMO DE 19 DE AGOSTO DE 1956

 $H = 05^{h} 17^{m} 43^{s}$ 

## ALICANTE

P'1	054	37m	215					
P' 2		38	15					
SKS		44	03					
PcSP'		49	45					
F	06	15	-	D = 18	3.100	kms.	-162°	3

iP'	05h	38 <sup>m</sup>	321	
iPP		42	40	
SKS		45	22	
PPP		46	22	
SKKS		49	20	
L	06	37	44	
M		45	20	
F c	ambio	de ba	nda	D = 18.110 kms. = 163°

## 280.—SISMO DE 20 DE AGOSTO DE 1956

H = 05<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> 47<sup>s</sup> \*Mag: 6,3 (Uppsala)

7° 1/2 N., 80° W. (U. S. C. G. S.)

Cerca de la costa S. de Panamá.

Sentido (G. IV) en Balboa Heights.

## ALICANTE

P	05h	45m	46*
S		55	37
SS	06	00	43
F		30	_ D = 8,600 kms. = 77° 4

## MALAGA

iP	0.5	45	24	
PP		48	06	
is		54	34	
L	06	06	22	
M		14	34	
F	cambio	de ba	inda	D = 8.210 kms. = 73° 9

#### TOLEDO

iP	05	45	32	(dilatacion)
1		45	56	
eS		55	10	
(L)	06	11	20	D = 8.445 kms 76°

## 281.—SISMO DE 20 DE AGOSTO DE 1956

H = 07h 19m 59a

7° 1/2 N., 80° W. (U. S. C. G. S.)

Cerca de la costa S, de Panamá.

Sentido (G. III) en Balboa Heights, Réplica del anterior,

#### MALAGA

iP	07h	31m	41=			
L		57	07			
M	08	02	47			
F		10	200	D -	8.220 km	$18 74^{\circ}$

## 282.—SISMO DE 21 DE AGOSTO DE 1956

Registrado en Cartuja.

## MALAGA

## 283.—SISMO DE 21 DE AGOSTO DE 1956

## MALAGA

L	12h	19m	268
M		24	36
F		34	_

## 284.—SISMO DE 22 DE AGOSTO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

## TOLEDO

## 285.—SISMO DE 23 DE AGOSTO DE 1956

H = 13<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> Mag: 61/4 (Pasadena)

15° S., 68° W. h = 100 kms. ap. Bolivia. (U. S. C. G. S.)

Sentido en La Paz.

## ALICANTE

P	144	00m	38°	
PP		03	52	
PPP		05	46	
S		10	44	
SS		16	14	
F		42	-	D = 9.180 kms. = 82° 6

## ALMERIA

eP	14	00	40	
iPcP		00	47	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
ePP		03	49	
eS		10	46	
(e)		16	44	
L		30	40	$D = 8.940 \text{ kms.} = 80^{\circ} 4$

#### MALAGA

10	P.	14	00	35					
E	p		03	39					
F	PP		05	23					
1	S		10	37					
F	s es ss		11	33					
8	S		15	53					
1			27	05					
Λ	A		31	47					
F			59	_	D -	8,890	kms.	- 80°	

#### TOLEDO

iP	14	00	45	
iS		10	53	
L		28	50	
M		37	20	
F		50		$D = 9.055 \text{ kms.} = 81^{\circ} 5$

## 286\*.—SISMO DE 23 DE AGOSTO DE 1956

H = 21h 23m 48s

36° 2' N., 3° 20' W.

(Alicante)

A lo largo de la costa S, de España,

Sentido en Motril, Granada (según Cartuja).

#### ALICANTE

26 40 D = 358 kms, = 3° 2

#### ALMERIA

24 24 D = 110 kms. = 1°

## MALAGA

iP	21	24	15
RiPS		24	24
Sn		24	32

24 50

26 - D = 120 kms. = 1°1

#### TOLEDO

27 30 D = (350) kms. = 3°

## 287.—SISMO DE 24 DE AGOSTO DE 1956

H = 04h 27m 33h

Mag: 61/2 (Pasadena)

53° N., 172° 1/2 E.

(U. S. C. G. S.)

Islas Aleutianas,

#### ALICANTE

P	04h	40 <sup>m</sup>	288
PP			59
8		51	12

L 05 09 45

Mo 16 33

F 50 - D = 9.800 kms. = 88° 2

## ALMERIA

eP 40 37 ePP 44 09

eS 20 PPS 52

L 05 11 10 D = 9.800 kms. = 88° 1

## MALAGA

iP 04 40 39. PP 44 15 PPP 45 49 35 is 51 PS 52 49 L 05 10 56 15 47

F 06 22 - D = 10.110 kms. = 91°

#### TOLEDO

eP " 04h 40m 218 (PP) 43 eS 50 51 06 e (SS) 56 45 e 05 00 39 L 09 20 M 16 20

F 06 00 D = 9.780 kms. = 88°

## 288.—SISMO DE 25 DE AGOSTO DE 1956

H = 15h 57m 43s

Mag: 4,9 (Pasadena)

31° 1/2 N., 115° 1/2 W.

(U.S.C.G.S.)

Baja California.

Sentido en San Diego.

#### MALAGA

16h 43m 56s 47 54 17 05

## 289.—SISMO DE 25 DE AGOSTO DE 1956

 $H = 19^h 33^m 45^s$ 

52° 1/2 N., 172° 1/2 E. (U. S. C. G. S.)

Islas Aleutianas.

Réplica del número 287.

#### MALAGA

L 20<sup>th</sup> 30<sup>th</sup> 388 M 36 24 F 45

#### 290.—SISMO DE 26 DE AGOSTO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

## MALAGA

L 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> 37<sup>s</sup> 35 M -51 F 44

## 291.—SISMO DE 27 DE AGOSTO DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

## MALAGA

e: 04h 38m 49p 48 33 E cambio de banda

## 292.—SISMO DE 29 DE AGOSTO DE 1956 295.—SISMO DE 30 DE AGOSTO DE 1956

H = 03h 04m 328 Mag: 5,0 (Moskva)

54° N., 160° E.

(U.S.C.G.S.)

Cerca de la costa E. de Kamtchatka.

#### MALAGA

eP	034	17 <sup>m</sup>	30°	
PP		21	06	
PPP		22	36	
eS		28	12	
L		54	24	
M		59	18	
F	04	22	-	D = 9.890 kms. = 89°

## 293\*.-SISMO DE 29 DE AGOSTO DE 1956

H = 05h 14m 20s

Local.

(Málaga)

#### MALAGA

iPg	05h	14m	30°	
iSg		14	37	
RISP		14	39	
F		15	-	$D = 55 \text{ kms.} = 0^{\circ} 5$

## 294.—SISMO DE 30 DE AGOSTO DE 1956

H = 04h 24m 24h

Mag: 6 (Pasadena)

54° N., 164° W.

(U.S.C.G.S.)

Isla Unimak, Aleutianas.

## ALICANTE

P	04h	37 <sup>m</sup>	108	
PP		40	34	
S		47	48	
SSS		56	58	
P	05	20	_	D = 9.600 kms. = 86° 4

#### ALMERIA

L 05 18 30

#### MALAGA

iP.	04	36	57	
iPP		40	41	
ePPP		42	25	
iS		47	27	
PS		48	25	
L	05	10	45	
M		15	13	
F	07	00		D = 9.350 kms. = 84° 1

## TOLEDO

eP	04	37	01	
i		37	13	
eS		47	21	
e		49	15	
L	05	16	20	
M		19	20	
F		30	-	D = 9.390 kms. = 84° 5

H - 18h 11th 40h

54° 1/2 N., 35° 1/4 W.

(B. C. I. S.)

Atlantico Norte.

#### MALAGA

E	18h	24 <sup>m</sup>	545
M		28	28
F		40	

## 296\*.—SISMO DE 2 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 00t 59th 17"

42° 7 N., 1° 4 W.

(B. C. I. S.)

Provincia de Navarra, España.

Sentido en Pamplona (según Alicante).

## ALICANTE

ePn 
$$01^n$$
  $00^m$   $27^n$   
Sn  $01$   $21$   
F  $03$   $55$  D =  $500$  kms. =  $4^n$   $5$ 

#### MALAGA

iP	01	02	-00				
iS		03	08				
L		04	06				
M		05	12	D = 7	700	kms.	- 6° 3
F	in	ргесі	so				

## TOLEDO

ePg	01	00	23	
1		00	29	
43		00	48	
i iSg		01	06	
iSg		01	08	
F		04	_	D = 388 kms. = 3° 5

## 297.—SISMO DE 6 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 11h 46m 35\*

Mag: 51/2 (Atenas)

35° 3/4 N., 25° 1/2 E.

(U. S. C. G. S.)

Región islas del Dodecaneso.

Sentido en las islas de Santorin (G. V en Théra), de Creta (G. IV-V en Sitia) y de Patmos (G. III en Patmos) (según Atenas).

## ALICANTE

P	111	51 <sup>m</sup>	20°	
PP		51	41	
(S)		55	05	
L		56	45	
F	12	03	-	D = 2.300 kms. = 20° 7

## ALMERIA

L 12 04 10

iP	110	51m	558	
iPP		52	55	
ePcP		55	17	
eS		56	17	
L		58	29	
M	12	01	39	
F		42	-	$D = 2.770 \text{ kms.} = 25^{\circ}$

#### TOLEDO

eP	11	51	49	
e(S)		56	13	
(SS)		57	15	
L	12	01	20	
M		03	50	
F		12	30.00	$D = 2.890 \text{ kms}, = 26^{\circ}$

## 298.—SISMO DE 6 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 12h 58m 45s

37° N., 26° 1/2 E. Islas del Dodecaneso.

(U.S.C.G.S.)

Sentido en las islas de Santorin (G. IV-V en Théra) y de Creta (G. IV-V en Phourni y Sitia) (según Atenas).

#### ALICANTE

P	13h	03m	30°		
(S)		07	35		
SSS		08	25		
F		15	1	D = 2.400	kms. $=21^{\circ}6$

#### ALMERIA

eP 13 03 42

#### MALAGA

iP	13	04	01	
eS		08	23	
L M		10	33	
M		14	05	
F		27		D = 2.700 kms. = 24°3

#### TOLEDO

eP	13	03	53				
(S)		08	14	D -	(2.830)	kms	25° 5

## 299.—SISMO DE 6 DE SEPTIEMBRE DE 1956

Registrado en Cartuja.

## MALAGA

## 300.-SISMO DE 9 DE SEPTIEMBRE DE 1956

3° N., 129° E.	20 - 10 (20 (20)	h - 150 kms, ap.
Halmahera.		(U. S. C. G. S.)

## MALAGA

## 301.—SISMO DE 10 DE SEPTIEMBRE DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

#### TOLEDO

P	02h	26 <sup>th</sup>	26°	(dilatación)
14.	0.0	40	6413	Commence

## 302.—SISMO DE 10 DE SEPTIEMBRE DE 1956

Registrado en Cartuja.

#### MALAGA

L	03h	46m	39ª
M		50	29
F		59	

## 303.—SISMO DE 10 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 14h 04m 45\*

11° 1/2 N., 103° 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Océano Pacífico.

A lo largo de la costa S, de Méjico.

#### MALAGA

## 304.—SISMO DE 10 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 23h 51m 44s

25° 1/2 S., 175" 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Región islas Tonga.

## ALICANTE

## ALMERIA

iP	00	. 11	15	(dia 11)
1		16	45	
iS		21	10	
L		33	31	
M		41	47	
F	01	22		D = 8.470 kms. = 76° 2

## TOLEDO

P' 00h 12m 42s (dia 11)

## 305.—SISMO DE 11 DE SEPTIEMBRE DE 1956

 $H = 02^h 32^m 28^s$ 

Mag: 6 (Pasadena) 16° 1/2 S., 178° E. (U. S. C. G. S.)

Islas Fidji.

#### ALICANTE

P'1	02h	52m	26ª	
P <sub>2</sub>		53	10	
PP		56	41	
SKS		59	31	
SSS	03	22	41	
F		55		D = 17.550 kms. = 157° 9

## MALAGA

iP'ı	02	52	33	
iP'2		53	09	
iPP		56	51	
SKS		59	35	
PPP	03	00	45	
L		56	47	
M	04	15	09	
F		19	1000	D = 17.780 kms. = 160°

#### TOLEDO

iP'	02	52	57
(PP)		54	35

## 306.—SISMO DE 11 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 09h 54m 40n

Mag: 6-61/4 (Pasadena)
14° N., 91° W. h = 100 kms, ap.
Guatemala. (U. S. C. G. S.)

MALAGA

iP	10h	06m	43°	
PP		10	15	
PPP		11	55	
iS		17	09	
PS		18	07	
L		32	33	
M		38	09	
¥2	24.1	17	1123	D = 8.890 kms = 80°

## 307.—SISMO DE 11 DE SEPTIEMBRE DE 1956

 $H = 15^{h} 44^{m} 04^{s}$ 

Mag: 6 (Pasadena) 17° S., 169° E. (U. S. C. G. S.)

Nuevas Hébridas.

#### ALICANTE

P'<sub>1</sub> 16<sup>h</sup> 04<sup>m</sup> 00<sup>s</sup> P'<sub>2</sub> 04 28 PP 08 08 SKS  $16^b$   $11^m$   $05^s$ SSS 33 52F 45 — D = 17.330 kms. =  $156^\circ$ 

## MALAGA

iP'	16h	04m	130	
eP'		04	49	
ePP		08	29	
iPPP		12	15	
SKKS		15	07	
L	17	15	03	
M		25	39	
F		48	_	D = 17.780 kms. = 160°

#### TOLEDO

(P) 16 04 41

## 308.—SISMO DE 11 DE SEPTIEMBRE DE 1956

 $H=21^{h}\ 04^{m}\ 12^{s}$ 

Mag: 61/4 (Pasadena)

 $48^{\circ}$  N.,  $156^{\circ}$  E. h = 100 kms. Norte islas Kuriles. (J. M. A., Japón)

ALICANTE

ALMERIA

L 21 54 18

MALAGA

ipP 21 16 39
PP 19 33
ePPP 21 25
eS 26 27
L 46 27
M 51 27
F 22 48 — D = 10.200 kms. = 91° 8

TOLEDO

iP 21 16 55
compresión
eS 27 27
L 49 20
M 57 40
F 22 10 — D = 9.830 kms. = 88° 5

#### 309.—SISMO DE 13 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 13h 53m 49s

 $3^{\circ}$  N.,  $128^{\circ}$  1/2 E. h = 300 kms. ap. Región de Halmahera. (U. S. C. G. S.)

MALAGA

## 310.—SISMO DE 13 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 14h 30m 20s

A 800 kilómetros a to largo del (U. S. C. G. S.) S. de Tasmanía.

#### MALAGA

iP' 14h 50	9ª 08ª	
iPKS 54	44	
ePKKP 58	3 50	
ISKKS 15 0-	1 54	
L 50	48	
M 16 0	1 28	
F impre	ciso	D = 16.670 kms 150°

## 311.—SISMO DE 15 DE SEPTIEMBRE DE 1956

THE RESERVE THE PARTY OF THE PROPERTY OF

H = 07h 39m 04s

Mag: 61/4 (Pasadena)

 $20^{\rm e} \ \, \text{S., } 69^{\rm e} \ \, \text{W.} \qquad \qquad h = 100 \ \, \text{kms. ap.} \\ \text{Norte de Chile.} \qquad \qquad (U. \ \, \text{S. C. G. S.})$ 

Sentido en Antofagasta

## ALICANTE

P	07h	51 <sup>m</sup>	328	
PP		54	59	
S	08	02	00	
SS		07	49	
F		30	-	D = 9.600 kms. = 86° 4

#### ALMERIA

eP	07	51	59		
SKS	08	02	00		
S		02	30	D = 9.720	$kms = 87^{\circ} 5$

## MALAGA

iP	07	51	25	
iS	08	01	29	
iPS		02	29	
eSS		06	47	
L		18	41	
M		21	49	
F		49		D = 9.090 kms = 81° 8

## TOLEDO

iP	07	51	36	
	com	presid	5n	
ipP		52	02	
iS	08	01	53	
sS		02	36	$D = 9.500 \text{ kms.} = 85^{\circ} 5$

## 312.—SISMO DE 16 DE SEPTIEMBRE DE 1956

 $H = 08^h 37^m 22^s$ 

Mag:  $6\,1/4\text{-}6\,1/2$  (Pasadena)  $34^{\circ}$  N.,  $69^{\circ}$  1/2 E. (U. S. C. G. S.)

Frontera Pakistán-Afghanistán.

Sentido en Kohat, Parachinar y Rawalpindi.

#### ALICANTE

(HE)	UO::	40	0.0	
PP		49	06	
iS		54	45	
SSS	09	00	24	
L		03	56	
Mo		08	28	
F		50	-	D = 6.100 kms, = 54° 9

#### ALMERIA

eP	08	47	11	
PcP		48	05	
eS		55	13	$D = 6.560 \text{ kms.} = 59^{\circ}$

## MALAGA

iP	08	47	22	
iPcP		48	04	
PP		49	40	
PPP		51	10	
IPS		55	38	
L	09	08	52	
M		12	12	
F	10	58	-	D = 6.570 kms. = 59° 1

## TOLEDO

iP	08	47	14	(compresión)
i .		47	31	2020/09/09/09
PPP		50	38	
iS		55	15	
e		57	02	
e	09	03	00	
L		08	20	
L		11	20	
Mo		16	50	
F		50	-	D = 6.520 kms. = 58° 7

## 313.—SISMO DE 16 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 14h 23m 22s

34° N., 69° 1/2 E, (U. S. C. G. S.)

Frontera Pakistán-Afghanistán.

Réplica del anterior,

## MALAGA

e	14 <sup>h</sup>	42m	028	
L	15	01	10	
M		05	30	
F		22	-	D = (6.750) kms. = (59° 1)

## 314.—SISMO DE 16 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 18h 07m 38h

36° 1/2 N., 26° E. (U. S. C. G. S.)

Mar Egeo.

Sentido en las islas de Santorin (G. V en Théra) y de Creta (G. IV-V en Fourni, G. IV en Sitia) (según Atenas).

#### ALICANTE

P	18h	12m	234	
PP		12	48	
(S)		16	09	
F		23	_	D = 2.300 kms. = 20° 7

## MALAGA

iP	18	12	56	
iPP		13	38	
iS ScP		17	04	
ScP		19	42	
L		19	54	
M		22	54	
F		25	-	D = 2.690 kms, = 24° 2

## TOLEDO

iP.	18	12	52			
eS		16	56	D = 2.660	kms.	- 24°

## 315.—SISMO DE 19 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 23<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> 44<sup>s</sup> Mag: 6,3 (Uppsala)

 $\begin{array}{lll} 23^{\circ} \ 1/2 \ N., \ 94^{\circ} \ 1/2 \ E. & h = 150 \ kms. \ ap. \\ \\ \text{Oeste de Birmania.} & (U. S. C. G. S.) \end{array}$ 

Sentido en Chittagono y Dacca, Pakistán oriental.

#### ALICANTE

(P)	23h	59m	30°				
PPP		04	29				
S		09	25				
SKS		09	33				
L		26	17				
F		40	-	D -	8.900	kms	80° 1

#### ALMERIA

## MALAGA

iP	23	59	59	
iPP	24	02	59	
ePPP		04	55	
eS		10	03	
iPS		10	57	
eSS		15	47	
L		25	57	
M		30	07	
F		54	-	D = 9.170 kms, = 82° 5

## TOLEDO

## 316\*.—SISMO DE 20 DE SEPTIEMBRE DE 1956

Local.

## ALICANTE

e	00h	02m	118
e		02	22
e		02	25
F		03	15

#### ALMERIA

iPg	00	01	57			
(eSg)		02	14	D =	145	kms. $= 1^{\circ}5$

## 317.-SISMO DE 20 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 03h 02m 32s

23° 1/4 S., 69° 3/4 W. (U. S. C. G. S. y B. C. I. S.) Cerca de la costa del N. de Chile,

Sentido en Antofagasta.

## ALICANTE

(P)	03h	15 <sup>m</sup>	54°		
SKS		26	24		
S		26	47		
L F		45	50		
F		56	-	$D = 10.000 \text{ kms.} = 90^{\circ}$	m

## MALAGA

- 51	P	03	15	17	
		00			
	PP		18	37	
e	PPP		20	39	
	S		25	53	
P	S		26	51	
L			46	01	
N	1		50	07	
F		04	11	3	D = 9.620 kms. = 86° 5

#### 318\*.—SISMO DE 20 DE SEPTIEMBRE DE 1956

Local, Débil.

## ALICANTE

## 319.-SISMO DE 20 DE SEPTIEMBRE DE 1956

 $H = 20^h \ 06^m \ 09^s$ 

51° N., 159° E.

(U. S. C. G. S.)

Cerca de la costa S. de Kamtchatka.

Premonitorio del siguiente.

## 320.—SISMO DE 20 DE SEPTIEMBRE DE 1956

 $H = 21^h 52^m 01^s$ Mag: 61/4 (Pasadena)

51° 1/2 N., 159° 1/2 E. (U. S. C. G. S.)

Cerca de la costa S. de Kamtchatka.

#### ALICANTE

(P)	22h	04 <sup>m</sup>	56°
PP		08	27
S		15	41
L		34	13
Mo		41	01
F		55	— D = 9.800 kms. = 88° 2

#### ALMERIA

ePP	22	08	37
(L)		49	30

## MALAGA

iP	22	05	07	
iPP		08	41	
eSKS		15	41	
L		33	55	
M		39	11	
F	en e	simi	ente-	D = 10.130  km

#### TOLEDO

eP	22	04	50				
(S)		15	20	D-	9,660	kms.	= 87°

## 321.—SISMO DE 20 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 23h 03m 05\*

 $H = 25^{\circ} \text{ US}^{\circ} \text{ US}^{\circ}$  $1^{\circ} \text{ S}_{\circ}, 24^{\circ} \text{ W},$  (B. C. I. S.)

Cresta mediana del Atlántico. Al E. del peñón de San Pablo,

## ALICANTE

iP	234	11m	528	
S		18	09	
L		24	05	
Mo		27	45	
F	00	15		D = 4,600 kms. = 41° 4

#### ALMERIA

iP	23	11	08	
ePP		12	47	
(e)S		17	31	
SSS		20	51	
E		24	50	$D = 4.560 \text{ kms} = 41^{\circ}$

#### MALAGA

iP	23	11	15	
iPP		12	43	
iPPP		13	33	
iS		17	17	
ScS		21	15	
L		23	17	
M		26	11	
F	01	02	-	D = 4.440 kms, = 40°

#### TOLEDO

iP	23h	$11^{m}$	28 <sup>8</sup>	
PPP		13	34	
eS		17	47	
SS		21	10	
L		24	40	
M		30	30	
F	00	05	_	D = 4,710 kms. = 42° 5

## 322.—SISMO DE 21 DE SEPTIEMBRE DE 1956

 $H=03^h~34^m~46^s$ Cerca de la costa S. de Kamtchatka. (U. S. C. G. S.) Réplica del número 320.

#### ALICANTE

(P)	03h	47m	41"	
PP		51	12	
S		58	26	
L	04	16	58	
F		35	-	$D = 9.800 \text{ kms.} = 88^{\circ} 2$

## 323.—SISMO DE 21 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 19<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> 59<sup>s</sup>

 $26^{\circ}$  1/2 S.,  $63^{\circ}$  W. h = 600 kms. ap. Provincia de Santiago del Estero, (U. S. C. G. S.) Argentina.

## ALICANTE

= 91° 2

P	19h	23m	438
PP		27	19
(S)		33	31
L		53	47
F	20	05	— D = 9.700 kms. = 87° 3

## ALMERIA

iP 19 23 37

#### MALAGA

F	im	nreci	sn.	D =	9.330 kms.	= 84°
ePPP		28	11			
iPP		26	33			
iP	19	23	31			

## TOLEDO

eP	19	23	40	(compresión)
i		25	50	

## 324.—SISMO DE 22 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 15h 54h 21 s Mag: 5,8 (Uppsala) 38° N., 69° E. (U. S. C. G. S.) Tadzlick, U. R. S. S.

L	16 <sup>h</sup>	30m	33°	
M		35	05	
F		46	25010	D = (6.200) kms. = (56°)

## 325.—SISMO DE 24 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 06<sup>h</sup> 04<sup>m</sup> 37<sup>s</sup>

Mag: 6 (Pasadena)

15° 1/2 S., 173° 1/2 W. Islas Samoa. (U.S.C.G.S.)

Sentido (G. II) en Apia (según Apia).

## ALICANTE

P' <sub>1</sub> SKS	06h	24 <sup>m</sup> 31	32°		
SS		48	23		
1.	07		26		
F		25	_	D = 17.300 kms. =	155° 7

## MALAGA

iP'	06	25	04
iPP		28	16
SKKS		35	10
L	07	23	10
M		31	04
F	10	00	- D = 17.850 kms. = 160°

#### TOLEDO

20000	0.00	1,000	1920
eP'	130	24	- 222

## 326.—SISMO DE 24 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 10<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> 38<sup>s</sup> Mag: 6,2 (Uppsala)

34° N., 69° 1/2 E. (U. S. C. G. S.)

Frontera Pakistán-Afghanistán.

Sentido en Parachinar, Pakistán.

Réplica del número 312.

## ALICANTE

p	100	30 <sup>m</sup>	07"	
PP		32	12	
(S)		37	40	
L F		46	42	
F		58	-	$D = 6.000 \text{ kms.} = 54^{\circ}$

## MALAGA

iP	10	30	40	
L		52	04	
M		56	46	
F	11	32	===	D = 6.600 kms = 50° 4

## TOLEDO

## 327\*.—SISMO DE 28 DE SEPTIEMBRE DE 1956

(Malaga).

#### MALAGA

## 328\*.—SISMO DE 29 DE SEPTIEMBRE DE 1956

(Máiaga).

#### MALAGA

iPg	02h	4500	56°		
RiP		45	59		
iSg		46	03		
F		47	-	D = 55 kms.	- 0° 5

## 329.—SISMO DE 29 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 09<sup>h</sup> 03<sup>m</sup> 37<sup>s</sup>
Mag: 6,3 (Uppsala)
7° 1/2 N., 94° 1/2 E. (U. S. C. G. S.)
Islas Nicobar,

#### ALMERIA

F 10µ 01m 00s

## 330\*.-SISMO DE 29 DE SEPTIEMBRE DE 1956

 $H=18^h\ 11^m\ 18^s$  (Málaga),  $h=20\ kms.\ ap.$ 

## MALAGA

iPg 18h 11m 27s iSg 11 33 S33S 11 37 F 12 — D = 45 kms = 0° 4

## 331.—SISMO DE 29 DE SEPTIEMBRE DE 1956

 $\begin{array}{c} H=21^{h}\ 20^{m}\ 51^{s}\\ \text{Mag: 6,2 (Uppsala)}\\ 37^{\circ}\ 95\ \text{N., }140^{\circ}\ 55\ \text{E.}\\ \text{Hondo, Japón.} \end{array}$ 

Sentido.

Un herido, un muerto, ligeros daños materiales.

#### MALAGA

## 332.—SISMO DE 29 DE SEPTIEMBRE DE 1956

H = 23<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> 53<sup>s</sup> Mag: 7,0 (Uppsala)

35° 5 N., 140° 2 E. h = 70 kms. ap. Centro de Hondo, Japón. (J. M. A., Japón)

Sentido.

Cuatro muertos; algunos daños materiales.

#### ALICANTE

P	23h	34 <sup>m</sup>	16*			
PP		38	18			
PPP		40	24			
SKS		44	48			
(S)		45	32			
E	00	17		D = 10.800	2 kms	- 07° 2

## ALMERIA

iPP	23	34	31	
PP		38	38	
(SKS)		44	35	D = 11.060 kms. = 99° 5

#### MALAGA

iPP	23	38	10	
1		38	44	
L	24	16	14	
M		24	45	
F		37		D = 11.200 kms. = 101°

#### TOLEDO

iP	23	34	24
	di	lataci	ón
e		38	

## 333.—SISMO DE 2 DE OCTUBRE DE 1956

 $H = 14^h 56^m 26^s$ 

Mag: 6-1/4-61/2 (Pasadena)

53° N., 159° E. h = 60 kms. ap. Cerca de la costa SE, de Kamtchatka, (U. S. C. G. S.)

## ALICANTE

P	15h	09m	03s	
iS		19	49	
SS		25	22	
L		37	56	
F		50	200	D = 9.650 kms 86° 9

#### MALAGA

iP	15	09	21	
iPP		13	01	
ePPP		14	41	
eS		20	07	
ePS		21	13	
L		53	59	
M		57	55	
12	16	CCT		D - 9.800 kms - 80°

#### TOLEDO

iP	15	09	06	(compresión)	
eS		19	36	D = 9,555 kms	= 86°

## 334.—SISMO DE 3 DE OCTUBRE DE 1956

H - 08h 18m 49s

Mag: 61/2 (Pasadena)

20° S., 69° 1/2 W. h = 150 kms, ap. (U. S. C. G. S.) Norte de Chile.

## ALICANTE

(P)	084	31 <sup>m</sup>	138	
PP		34	40	
eS		41	38	
F	09	15		D = 9.600 kms. = 86° 4

## ALMERIA

(P) 08 31 35

## MALAGA

iP	08	31	07		
PP		34	11		
PPP		36	05		
iS		41	19		
PS		42	09		
F	in	preci	90	D = 9.230	$kms. = 83^{\circ} 9$

## TOLEDO

iP	08	31	12	
	di	lataci	ón	
1		31	22	
ipP		31	40	
iS		41	32	
e		42	29	$D = 9.500 \text{ kms.} = 85^{\circ} 5$

## 335.—SISMO DE 8 DE OCTUBRE DE 1956

H = 14h 55m 49\* Mag: 51/2 (Moskva)

20° S., 174° W. Islas Tonga.

#### ALICANTE

P',	15h	16	04#
PKS		19	24
(SKS		22	56
SS		40	19
F	16	30	— D = 17.720 kms, = 159° 5

## ALMERIA

## MALAGA

iP',	15	15	54	
iP'2		16	40	
iPP		20	18	
SKS		22	52	
SKKS	S	27	14	
L	16	23	10	
M		33	26	
12		37		D - 18 110 kms - 163°

## TOLEDO

(P) 15 16 17

## 336\*.—SISMO DE 8 DE OCTUBRE DE 1956

 $H = 18^{h} 14^{m} 43^{n}$ 

h = 18 kms. Probable Mole Bética. (Målaga)

iPg	18h	14m	58°	
P37S		15	06	
iSg		15	08	
S37S		15	11	
F		16	=	D = 78 kms, = 0° 7

## 337\*.-SISMO DE 9 DE OCTUBRE DE 1956

H - 15h 21m 35s Probable réplica del anterior. h = 18 kms. (Málaga)

## MALAGA

iPg	15 <sup>b</sup>	21 <sup>m</sup>	50s	
S37P		21	54	
P37S		21	58	
iSg		22	00	
F		23	-	D = 78 kms. = 0° 7

## 338\*.—SISMO DE 9 DE OCTUBRE DE 1956

 $H = 16^{h} 29^{m} 53^{s}$ Probable Ovalo Bético-Rifeño. h = 18 kms. (Málaga)

## MALAGA

iPg	16h	30m	02s	
S33P		30	06	
iS		30	08	
F		31		D = 45 kms. = 0° 4

## 339\*.-SISMO DE 9 DE OCTUBRE DE 1956

H = 17h 04m 17h (Málaga). h = 18 kms.

## MALAGA

iPg	17h	04m	30°	*
S37P		04	34	
iSg		04	39	
(S33S)		04	41	
F		05	-	$D = 72$ kms. $= 0^{\circ} 65$

## 340.—SISMO DE 11 DE OCTUBRE DE 1956

H = 02h 24m 33s Mag: 7-1/4-7-1/2 (Pasadena) 46° N., 150° 1/2 E. h = 100 kms ap. Islas Kuriles. (U. S. C. G. S.) Sentido en Hokkaido, Japón.

## ALICANTE

(P	02h	37 <sup>m</sup>	27"	
PP		40	55	
iS		47	57	
L	03	05	11	
Mo		13	21	
M		16	25	
F		52	-	D = 10.200 kms. = 91° 8

## ALMERIA

112	02 <sup>n</sup>	37 <sup>m</sup>	43*		
ePP		41	18		
PPP		43	27		
iSKS		48	05		
S		48	33		
PS		50	07		
SS		58	50		
L	03	09	10		
M		18	16	D = 10.220	) kms. = 92°

#### MALAGA

iP	02	37	43	
iPP		40	59	
isks		48	11	
is		49	05	
LQ	-03	13	39	
LR		18.	25	
M		24	03	
F	04	52	14	$D = 10.500 \text{ kms.} = 94^{\circ} 5$

## TOLEDO

iP.	02	37	33	(compresión)
epP		38	00	The contract of the contract o
ePP		41	10	
ePPP		43	08	
ISKS		47	57	
eS		48	10	
L	03	07	20	
L		12	00	
Mo		20	40	
F	05	00	-	$D = 10.110 \text{ kms.} = 91^{\circ}$

## 341.—SISMO DE 11 DE OCTUBRE DE 1956

H = 16h 48m 46s Mag: 6 (Pasadena) 40° 1/2 N., 126° 1/2 W. (U.S.C.G.S.) A lo largo del Cabo Mendocino, California.

Sentido en la región costera del N. de California.

## ALICANTE

P	174	Olm.	31=		
iS	1.7.				
		12	22		
PS		13	14		
SS		17	57		
L		30	16		
M		37	04		
P		58	100	D = 9.645	kms = 86° 8

#### ALMERIA

eP	17	01	35	
eS		12	19	
PS		13	11	
L		30	50	
M		37	53	D = 0.800 kms = 80°

iP	17	01	33
iPP		04	55
PPP		06	47
iS		12	19

PS	17h	13 <sup>th</sup>	118	
SS		18	25	
G		26	09	
E.		31	03	
M		35	09	
F	19	49	-	$D = 9.660 \text{ kms.} - 87^{\circ}$

## TOLEDO

eP eS	17	01	25	
eS.		11	54	
L		23	45	
M		33	45	
F	18	00	-	$D = 9.550 \text{ kms.} = 86^{\circ}$

## 342.—SISMO DE 12 DE OCTUBRE DE 1956

H = 02<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> 45<sup>s</sup> Mag: 61/2 (Pasadena)

15° 1/2 S., 75° W. (U. S. C. G. S.) Cerca de la costa del Perú.

#### ALICANTE

(P)	02 <sup>h</sup>	50m	319	
PP		53	57	
SKS	03	00	57	
S		01	21	
L		19	13	
F		42	_	D = 9.645 kms 86° 8

#### MALAGA

iP	02	50	17	
S	03	00	47	
PS		01	44	
L		18	13	
M		22	35	
F	04	08		D = 9,380 kms. = 84° 4

## TOLEDO

iP	02	50	24	
	cor	npres	ión	
(S)	03	01	07	
L		22	00	
M		27	15	
F		40	200	D = 9.660 kms = 87°

## 343.—SISMO DE 12 DE OCTUBRE DE 1956

H = 12h 22m 46"

Mag: 61/4-61/2 (Pasadena)

42° 2 N., 144° 8 E. (U. S. C. G. S.) Cerca de la costa SE. de Hokkaido, Japón.

Sentido en Hokkaido.

#### ALICANTE

## ALMERIA

L 13 15 00

## MALAGA

L:	13h	15 <sup>m</sup>	57*
M		22	31
F		45	- D = (10.500) kms. = (94° 5)

## TOLEDO

eP	12	36	03	
(PP)		38	03	
L	13	13	20	
L F		25	3	D = 10.330 kms. = 93°

## 344\*.-SISMO DE 12 DE OCTUBRE DE 1956

H = 20<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> 53<sup>h</sup>

Foco superficial.

(Málaga)

## ALICANTE

e	20 <sup>h</sup>	45 <sup>m</sup>	178
e		45	36
F		46	42

#### MALAGA

iPg	20	44	11	
P33S		44	20	
iSg		44	23	
S33S		44	27	
F		45	-	D = 94 kms. = 0° 85

## 345\*.-SISMO DE 13 DE OCTUBRE DE 1956

Local, muy débil.

#### MALAGA

iPg	175	11m	15			
iSg		11	16			
F		11	22	D -	- 8	kms. $= 0^{\circ} 1$

## 346.—SISMO DE 13 DE OCTUBRE DE 1956

H = 18h 54m 06s

Sentido (G. III-IV) en la plantación de Numuado (5° 5′ S., 150° 05′ E.) y G. III en Popondtta (8° 45′ S., 148° 15′ E.) (según Rabaul).

## MALAGA

## 347.—SISMO DE 14 DE OCTUBRE DE 1956

 $H = 21^h 05^m 32^h$ 

37° 25 N., 141° 75 E. h = 40 kms.
A lo largo de la costa E. (U. S. C. G. S.)
de Hondo, Japón (J. M. A., Japón)

Sentido en Tokyo y en el NE. de Hondo.

L	22h	$06^{m}$	54"
M		11	50
F		16	- D = (10.900) kms. = (98°)

## 348.—SISMO DE 19 DE OCTUBRE DE 1956

H = 12<sup>h</sup> 00<sup>m</sup> 38<sup>s</sup> Mag: 6 (Pasadena)

21° S., 179° W. Islas Fidji. h = 650 kms. (U. S. C. G. S.)

## MALAGA

iP'1	12h	19m	33 <sup>8</sup>			
iP'2		20	27			
iPP		24	16			
F	im	precis	0	D = 18.0	000 kms.	$=162^{\circ}$

## 349.—SISMO DE 19 DE OCTUBRE DE 1956

H = 14<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> 34<sup>s</sup> Mag: 61/2 (Pasadena)

56° 1/2 S., 122° W. (U. S. C. G. S.) Pacifico Sur.

#### MALAGA

IP .	148	21 <sup>m</sup>	37°
L	15	08	51
M		17	41
F	16	33	- D = 14.460 kms. = 130°

## 350.—SISMO DE 19 DE OCTUBRE DE 1956

H = 20<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> 33<sup>s</sup> Mag: 63/4 (Pasadena)

52° N., 177° E. (U. S. C. G. S.) Islas de las Ratas, Aleutianas.

#### ALICANTE

eP	21 h	00m	348	
eP S		11	24	
PS		12	33	
SS		17	25	
L		30	31	
Mo		37	15	
P	22	14	-	D = 9.950 kms. = 89° 5

## ALMERIA

L 21 36 20

## MALAGA

iP	21	00	30	
iPP		03	56	
PPP		05	54	
iS		11	04	
PS		12	06	
L		30	30	
M		34	34	
17	23	12	-	D = 9.660 kms. = 86° 5

## TOLEDO

iP	21h	$01^{m}$	12s	
(PP)		03	49	
eS		11	10	
(PS)		12	21	
e		12	55	
(SS)		17	05	
e		20	06	
L		32	13	
M		41	00	
M		41	15	
M F	22	00		D = 9.890 kms 89°

## 351.—SISMO DE 22 DE OCTUBRE DE 1956

 $H = 12^h \ 35^m \ 10^s$ /2 S., 150° E. (U. S. C. G. S.)

9º 1/2 S., 150° E. (U. S. C. G. S. Cerca de la costa SE, de Nueva Guinea.

Sentido en Baniara, Esa'Ala, Losuis y Sagaraï.

## ALICANTE

(P')	128	54m	42	
PPP	13	00	52	
SKS		01	51	
L		42	01	the second second second
F		58	-	$D = 15.650 \text{ kms.} = 140^{\circ} 8$

#### ALMERIA

eP 12 54 49

## MALAGA

eP'	12	54	48	
L	13	51	02	
M		58		
M	14	54	-	D = 16.000 kms. = 144°

## 352.—SISMO DE 23 DE OCTUBRE DE 1956

H = 08<sup>h</sup> 41<sup>m</sup> 22<sup>g</sup> Mag: 63/4 (Uppsala

Sentido (G. V) en Manita, (G. IV) en Calapan y Romblon (según Manita).

#### ALICANTE

P	080	.55m	11"	
PP		59	34	
PPP	09	.01	48	
SKS		06	24	
eS		06	48	
SS		14	18	
F		40	1000	D = 11.580 kms. = 104° 2

#### ALMERIA

i(PP) 08 59 58

IP"	08	59	26
pp	09	02	49

ePS PPS	09 p	10 <sup>m</sup>	04° 00	
L		29	28	
M		34	22	
F	10	06	-	$D = 11.900 \text{ kms.} = 107^{\circ}$

## 353.—SISMO DE 23 DE OCTUBRE DE 1956

 $H = 10^{h} \ 01^{m} \ 48^{g}$  19° S., 174° W. (U. S. C. G. S.) Islas Tonga.

## MALAGA

iP	10p	22 <sup>m</sup>	348		
L	11	30	00		
F	12	00	-	D = (18.110) kms.	- (163°)

## 354.—SISMO DE 24 DE OCTUBRE DE 1956

 $H = 10^b \ 59^m \ 26^s$  47° N., 27° W. (U. S. C. G. S.) Atlántico Norte.

## ALICANTE

## MALAGA

iP.	11	04	04			
ScS		15	37			
F	in	precis	80	D = (2.220)	kms. »	- (20°)

## TOLEDO

iP 11 03 40

## 355.—SISMO DE 24 DE OCTUBRE DE 1956

H = 14<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> 10<sup>s</sup> Mag: 7-1/4 (Pasadena)

12° N., 87° W. (U. S. C. G. S.) Cerca de la costa de Nicaragua.

Sentido en el S. de El Salvador,

Ligeros daños en Managua.

## ALICANTE

P	14h	54 <sup>m</sup>	238		
PP		57	29		
S	15	04	27		
L		20	47		
Mo		26	35		
M		27	26		
F	16	28		D - 8 860 kms	79° 7

## ALMERIA

iP	14	54	15
PcP		54	24
ePP		57	18
ScS	15	04	33

PS	15h	04m	58 <sup>8</sup>	
PPS		05	16	
(SS)		09	58	
(SSS)		13	00	
1.		19	50	
M		30	58	D = 8.720 kms. = 78° 5

## MALAGA

iP	14	54	09	
iPS	15	04	49	
LQ		18	15	
LR		24	19	
M		27	11	
F	17	00	-	$D = 8.600 \text{ kms.} = 77^{\circ} 3$

## TOLEDO

iP	14	54	06	
	di	lataci	ón	
iPP		56	55	
PPP		58	45	
(S)	15	03	52	
(iPS)		04	43	
SS		08	49	
(SSS)		12	24	
L		16	48	
M		25	00	
F	16	30	-	D - 8.555 kms 77°

## 356.-SISMO DE 24 DE OCTUBRE DE 1956

 $H = 17^{h} \ 22^{m} \ 49^{s}$   $6^{o} \ 1/2 \ S., \ 156^{o} \ 3/4 \ E.$  (B. C. I. S.) Islas Salomón.

## MALAGA

iP i(PS)	17 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 52			
F	imprecis	150,00	D = (8.600)  km	ns. — (77° 3)

## 357.—SISMO DE 25 DE OCTUBRE DE 1956

 $\begin{array}{c} H = 05^{h} \ 21^{m} \ 40^{s} \\ Mag \colon \ 61/4\text{-}61/2 \ \ (Pasadena) \\ 12^{o} \ N., \ 87^{o} \ W. \end{array} \tag{U. S. C. G. S.) \end{array}$ 

Cerca de la costa de Nicaragua.

Sentido en Nicaragua y El Salvador.

Réplica del número 355.

## ALICANTE

D	05h	33m	52*	
	UO-	2000		
(S)		43	56	
SS		49	09	
L	06	00	16	
Mo		06	04	
F		35	-	D = 8.860 kms, = 79° 7

#### ALMERIA

L 06 01 20

iP	05h	33m	36ª	
iL		57	36	
M	.06	01	56	
F		30	-	$D = 8.600$ kms. $= 77^{\circ} 3$

#### TOLEDO

e(P)	05	33	42	
(S)		43	57	
M	06	04	27	
F		25	-	$D = 8.555$ kms. $= 77^{\circ}$

## 358\*.—SISMO DE 25 DE OCTUBRE DE 1956

H = 11h 58m 39"

(Málaga).

## MALAGA

iP	g 1	1h 59m	03#		
es		59	16		
iS	g	59	20	74	
F		2 00	— E	= 130  kms.	= 1°2

## 359\*.—SISMO DE 25 DE OCTUBRE DE 1956 ALICANTE

		H = 22h 02m 11s	
Foco	superficial.		(Málaga

## MALAGA

iPg	22h	02m	218	
P33P		02	25	
iSg		02	29	
(S15S)		-02	31	
F		03	-	$D = 64 \text{ kms.} = 0^{\circ} 6$

## 360.—SISMO DE 26 DE OCTUBRE DE 1956

H = 22h 50m 24s Mag: 61/2 (Pasadena)

14° S., 167° E. Nuevas Hébridas.

## ALICANTE

P'1	23b	10 <sup>m</sup>	16"				
PKS		13	49				
eSKS		17	22				
PPS		27	09				
SS		33	41				
L	00	02	58				
Mo		14	30				
F		25	-	D -	17.000	kms	$s. = 153^{\circ}$

# ALMERIA

iP'	23	10	21
ePP		14	21
SKS		17	16
SKKS		20	01
SSS		39	51
L	00	13	40 D = 17.110 kms, = 154°

#### MALAGA

iP',	23h	10 <sup>m</sup>	218	
iP'2		10	45	
iPP		14	19	
PPP		17	57	
L	24	05	31	
M		12	39	
F	25	10	-	D = 17.220 kms. = 155°

## TOLEDO

eP'	23	10	12
(PP)		14	12
L		05	10
M	00	20	10
F		50	— D = 17.000 kms. = 153°

## 361.—SISMO DE 28 DE OCTUBRE DE 1956

H = 03<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> 41<sup>s</sup> Mag: 63/4-7 (Pasadena) 32° S., 179° W. (U.S.C.G.S.)

Islas Kermadec.

iP'_	03h	48m	49°s
PP		54	11
SKS		55	45
PPP		58	23
SKKKS	04	02	03
SKSP		04	38
L		50	30
F	05	25	- D = 19,200 kms, = 172° 8

## ALMERIA

## MALAGA

iP'1	03	48	48	
iP'		50	22	
PP		54	16	
SKS		55	48	
iPcPP'		57	54	
L	04	50	40	
LW2		54	32	
M		58	24	
F	05	37	-	$D = 19.330 \text{ kms.} = 174^{\circ}$

#### TOLEDO

iP"	03	48	49	(compresión)
iPP		54	00	
SS	04	15	00	
L		50	10	
Mo	05	03	30	
Mo		05	30	
F		25	-	$D = 18.960 \text{ kms.} = 170^{\circ} 5$

## 362.—SISMO DE 28 DE OCTUBRE DE 1956

H = 10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> 06<sup>s</sup> Mag: 63/4 (Uppsala)

14° N., 123° 1/2 E. (U. S. C. G. S.) Luzón, Filipinas.

Sentido (G. VI) en Daet, G. V en Aurora, G. IV en Infanta, G. III en Lucena, Legaspi y Ambulung (según Manila).

## ALMERIA

(L) 11h 53m 20s

## MALAGA

ePP	11	03	44					
L		50	14					
M		55	12					
F	12	12	-	D	-(12.00)	0)	cms. = (108°)	)

## 363\*.-SISMO DE 29 DE OCTUBRE DE 1956

Local

## ALMERIA

ePg 
$$15^{11}$$
  $28^{m}$   $21^{4}$  eSg  $28$   $23$  D = 17 kms. = 0° 15

## 364\*.-SISMO DE 30 DE OCTUBRE DE 1956

H = 034 094 091

Foco superficial.

(Málaga)

## MALAGA

iPg	03h	()9m	26 <sup>n</sup>
P33P		09	28
P33S		09	34
iSg		09	38
i		09	45
ī		09	49
F		11	- D = 100 kms. = 0° 9

## 365.—SISMO DE 31 DE OCTUBRE DE 1956

H - 14h 03m 38h

Mag: 63/4 (Pasadena)

26° 1/2 N., 54° 1/2 E. (U. S. C. G. S.)

Sur del Irán,

Varios pueblos destruídos en la región de Bastak (Laristan); numerosos muertos y heridos; daños materiales importantes (prensa).

## ALICANTE

P	145	120	188
PP		14	02
PPP		14	49
iS		19	05
ScS		22	06
SS		22	24
SSS		23	34

#### ALMERIA

eP	14	12	27				
PP		14	15				
eS		19	26				
SeS		22	16				
(L)		27	30				
M		33	27	D-	5.390	kms	- 48° 5

#### MALAGA

iP	14	12	.43	
PcP		14	15	
PcS		17	59	
iS		19	31	
L		27	21	
M		30	27	
F	en e	signi	ente	D = 5.220 kms. = 47°

#### TOLEDO

			100	
iP	14	12	36	
iPP		14	23	
(S)		20	12	
Levar	itada	la pl	uma	
dura	nte el 20-2		nuto	
SS	14	23	27	
SSS		24	24	
L		30	10	
Mo		36	30	
F	15	20	-	D = 5.555 kms. = 50°

## 366.—SISMO DE 31 DE OCTUBRE DE 1956

H = 14<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> 19<sup>n</sup> 27° N., 54° 1/2 E. (U. S. C. G. S.) Sur del Irán.

Réplica del anterior.

## ALICANTE

P	14h	30m	59*					
PP		32	51					
eS		37	55					
L		45	21					
Mo		49	19					
F	15	25		D	5.280	kms.	- 4	7° 5

## ALMERIA

(SS) 14 41 24

## MALAGA

iΡ	14	31	21	
P	15	30	-	$D = (5.220)$ kms. $= (47^{\circ})$

## 367.—SISMO DE 1 DE NOVIEMBRE DE 1956

 $\begin{array}{c} H = 05^{\rm h} \ 52^{\rm m} \ 34^{\rm s} \\ 27^{\rm o} \ 1/2 \ N., \ 54^{\rm o} \ E. \end{array} \tag{U. S. C. G. S.)}$  Sur del Irán.

iP	06h	$01^{\rm m}$	31 8			
eS		08	19			
F	im	precis	0	D=5.220	kms. =	47°

## 368.—SISMO DE 2 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 16<sup>h</sup> 04<sup>m</sup> 33<sup>s</sup> Mag: 53/4 (Uppsala)

39° 5 N., 23° E. (B. C. L. S.)

Al N. del Golfo de Volos, Grecia,

Sismo destructor en Magnesia, sobre todo en la región de Pélion. Sentido (G. VII-VIII) en Volos; (G. VII) en H. Georgios y Kato Lechonia; (G. VI) en H. Lavrentis, Tsagarada, Kanalia, Velestinon, Aerinon, Krokion, Halmyros; (G. V) en Milies, Trikkeri, Nea Anchialos y Lamia,

14 heridos; daños materiales importantes. Superficie macrosismica — 80.000 km² (según Atenas).

## ALICANTE

P	16h	08m	435	
PP		09	00	
S		12	02	
SS		12	24	
L		13	24	
F		20	22	D = 2.000 kms. = 18°

#### MALAGA

iP	16	09	30	
iS		13	20	
F	impreciso			$D = 2.330$ kms. $= 21^{\circ}$

#### TOLEDO

eP.	16	-09	17				
e		09	20				
(S)		13	02	D =	(2.335)	kms	- 21°

## 369.—SISMO DE 4 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 07<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> 43<sup>s</sup>

Mag: 61/2-63/4 (Pasadena)

22° S., 175° W. h = 60 kms. ap. (U. S. C. G. S.)

## ALICANTE

P' <sub>1</sub> PP	07 <sup>h</sup>	25 <sup>m</sup> 30	35# 07			
SKS		32	29			27176
P	08	06		D = 17.950	kms	161 5

## ALMERIA

(L) 08 41 00

## MALAGA

iP'i	07	25	45
iP'a		26	33
iPP		30	25

## TOLEDO

eP'	07	25	41	
e		26	27	
ePP		30	08	
SS		50	26	
L	08	33	10.	D = 17.780 kms. = 160°

## 370\*.-SISMO DE 6 DE NOVIEMBRE DE 1956

 $H=02^{n}\ 01^{m}\ 05^{n}$  Probable Mole Bética.  $h=18\ kms.$  (Málaga)

#### MALAGA

iPg	02h	01m	21.	
S37P		01	25	
iSg		01	32	
1		01	38	
F		02	-	$D = 86 \text{ kms.} = 0^{\circ} 77$

## 371\*.-SISMO DE 6 DE NOVIEMBRE DE 1956

Local, Grado IV. (Alicante)

## ALICANTE

Pn	194	49m	458		
Sn		49	55		
P		51	22	D -	84 kms. = 0°8

## 372\*.-SISMO DE 8 DE NOVIEMBRE DE 1956

Sin más datos (L. C. S., Madrid).

## TOLEDO

e	16 <sup>h</sup>	.32m	488
iSg F		33	03
F		34	10
	Mu	v déb	H

## 373.-SISMO DE 9 DE NOVIEMBRE DE 1956

 $H = 06^h \ 01^m \ 51^s$   $36^o \ N., \ 34^o \ 1/2 \ W.$  (U. S. C. G. S.) Cresta mediana del Atlántico.

## ALICANTE

	nah	07 <sup>m</sup>	36°				
(P)	06h	07	30-				
S		13	19				
SS		13	29				
L		14	59				
F		30	-	D -	3.000	kms.	$=27^{\circ}$

#### ALMERIA

iP	06h	07m	278	
PP		08	07	
PPP		08	18	$D=2.722\ kms.=24^{\circ}5$

#### MALAGA

F	in	npreci	50	$D = 2.670$ kms. $= 24^{\circ}$
M		16	44	
L		13	40	
iS		11	16	
iPcP		10	40	
iPP		07	52	
iP	06	07	08	

## 374.—SISMO DE 9 DE NOVIEMBRE DE 1956

 $H = 13^h \ 06^m \ 18^s$ 

Mag: 61/4-61/2 (Pasadena)

Sentido en los Estados del Centro y del SE, de Méjico.

Algunos daños materiales en Tuxtía, Gutiérrez (Chiapas), en Oaxaco y en otras localidades del istmo de Tehuantepec (Tacubaya).

#### ALICANTE

iP	13h	18 <sup>tts</sup>	23 <sup>s</sup>	
iS		28	29	
L		46	09	
M		52	16	
F	14.	05	-	D = 9.200 kms. = 82° 8

## ALMERIA

iP.	13	18	15	
pP		18	52	
PP		21	24	
PPP		23	12	
eS		28	13	
PS		29	14	
L		45	30	D = 9.090 kms. = 81° 8

#### MALAGA

iP	13	18	00	
PP		21	04	
PPP		22	38	
iS		27	58	
PS		28	42	
SS		33	18	
LQ		39	28	
LR		44	02	
M		49	28	
F	14	27	-	D = 8.780 kms. = 79°

## TOLEDO

iP	13	18	54	(dilatación)
pP		19	44	
PP		21	01	
iS		27	54	
SS		32	59	
M		49	30	
F	14	05	-	$D = 8.780 \text{ kms.} = 79^{\circ}$

## 375.—SISMO DE 14 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 00<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> 27<sup>s</sup> Mag: 51/2 (Moskva)

36° 1/2 N., 71° E. h = 150 kms. Hindu-Kush. (U. S. C. G. S.)

Sentido en Kaboul, Afghanistán y en Lahore y Parachimar, Pakistán.

## MALAGA

iP	01b (	)1m	23*				
iS	(	)9	23				
F	impreciso			D =	6.450	kms.	-58°

## TOLEDO

iP.	01	01	10	(dilatación)
i		01	35	
1		01	53	
i.		02	01	
e		04	33	
(S)		09	-	D = 6.445 kms. = 58°

## 376\*.—SISMO DE 17 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 08h 35m 20s

Probable Mole Bética. h = 18 kms. (Málaga)

#### MALAGA

iPg	08h	35m	37.8	
SP18P		35	42	
iSg		35	49	
F		37	-	$D = 95 \text{ kms.} = 0^{\circ} 85$

## 377.—SISMO DE 17 DE NOVIEMBRE DE 1956

 $H = 20^h 27^m 15^s$ 

Mag: 61/2 (Pasadena)

54° 1/2 N., 134° W. (U. S. C. G. S.)

Región islas Reina Carlota.

Sentido en Ketchikan y Petersbourg, Alaska.

## ALICANTE

P	20 <sup>h</sup>	39m	24s	
PP		42	28	
PPP		44	18	
(S)		49	25	
SS		54	33	
L	21	05	33	
Mo		11	27	
F		25	20	$D = 8.800$ kms, $= 79^{\circ} 2$

#### ALMERIA

P	20	39	17
L	21	05	00

F	impreciso			D =	8.900	kms.	- 80°	ê
M		10	36					
L	21	06	46					
eP	20	39	29					

## TOLEDO

eP	20 <sup>h</sup>	39m	12 <sup>8</sup>	
e		39	23	
(S)		48	51	
L	21	01	12	
Mo		06	57	
F		40	-	$D = 8.555 \text{ kms.} = 77^{\circ}$

## 378.—SISMO DE 21 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 07h 33m 30s Mag: 6 (Moskva)

38° 3 N., 142° 1 E. Cerca de la costa E. de Hondo, Japón. h = 70 kms. ap. (J. M. A., Japón)

Sentido.

#### ALICANTE

P	07h	46m	488	
PP		50	45	
(S)		57	58	
L	08	19	22	
F		35		D = 10.665 kms. = 96°

#### MALAGA

L	08	34	04		
M		39			
F	im	precis	so	D = (10.900) kms. =	= (98° 1)

## 379\*.—SISMO DE 24 DE NOVIEMBRE DE 1956

Local, Grado II-III.

(Alicante)

#### ALICANTE

Pg	18h	08m	10 <sup>a</sup>
Sg		08	20
F		09	14 D = 88 kms. = 0° 8

## 380.—SISMO DE 25 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 14h 15m 10s

17° S., 71° 1/2 W. h = 100 kms. ap. Cerca de la costa S, del Perú, (U. S. C. G. S.)

## TOLEDO

iP 14h 27m 36\* (compresión)

## 381.—SISMO DE 25 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 15h 19m 03\* (B. C. I. S.)

60° N., 30° W. Atlántico Norte.

TOLEDO

iP 15h 24m 38s (compresión)

## 382.—SISMO DE 25 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 18h 07 40h

h = 100 kms, ap. 15° S., 168° E. (U. S. C. G. S.) Nuevas Hébridas.

## ALICANTE

P',	18h	27111	279	
PP		31	26	
SKS		34	33	
PPP		34	57	
SS		51	01	
L	19	20	33	
P		40	-	D = 17.100 kms. = 153° 9

#### TOLEDO

(P) 18 27 30

## 383.—SISMO DE 26 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 23h 29# 41\*

Mag: 63/4 (Pasadena)

(U. S. C. G. S.) 22° S., 169° E. Islas de la Lealtad.

#### ALICANTE

P',	23h	49m	43°	
PP		54	13	
SKS		56	47	
SS	-00	14	28	
L		46	14	
F	01	10		D = 17.950 kms. = 161° 5

#### ALMERIA

P' 1	23	49	45	
P'2		50	35	
PKS		53	- 11	
PP		54	21	
PPP		58	13	(C)
I.	:00	56		D = 18.080 kms. = 162° 7

#### MALAGA

iP',	23	49	48	
iP'.		50	46	
iPP		54	42	
iPPP		57	18	
L	24	46	16	
M		53	38	STATE CONTRACTOR OF THE STATE O
F		precis		D = 18,220 kms. = 164°

#### TOLEDO

eP	23	49	43			
1		50	29			
(PP)		54	09	D = (17.870)	kms	161°

## 384\*.—SISMO DE 28 DE NOVIEMBRE DE 1956

Local. Grado I-II. (Alicante)

## ALICANTE

Pg	05h	59m	54s
e		59	59
F	06	00	18

## 385.—SISMO DE 28 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 19<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> 11<sup>n</sup> Mag: 63/4 (Pasadena)

49° 1/2 N., 155° E. (U. S. C. G. S.) Norte de las Islas Kuriles.

## ALICANTE

iP	19h	40 <sup>m</sup>	12s	
PPP		45	47	
SKS		50	43	
eS		51	03	
SSP		57	17	
SSS	20	00	37	
L		10	00	
Mo		16	53	
F		25		$D = 9.950$ kms. $= 89^{\circ} 5$

#### ALMERIA

eP	19	40	18	
eS L		51	14	
L	20	09	- 22	D = 10:240 kms. = 92° 2

## MALAGA

iP	19	40	28		
i(SKS)		50	32		
iS		51	24		
L	20	06	00		
M		10	00		
F	im	precis	80	D = 10.120 kms.	- 91°

## TOLEDO

iP	19	40	10	
iS		50	43	
SS	20	00	03	
L		14	10	
M		25	10	
F		35	-	D = 9.620 kms. = 86° 6

## 386.—SISMO DE 29 DE NOVIEMBRE DE 1956

H = 09<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> 20<sup>s</sup> Mag: 7 (Pasadena)

27° N., 141° E. (U. S. C. G. S.) Islas Bonin.

#### ALICANTE

P PP	09 n	29 <sup>m</sup> 33	32# 57		
S SS		41 48	25 51		
L	10	05	37		
Mo F		14 45	32	D = 11.720 kms. = 1	05° 5

## ALMERIA

	V 172 h	8 CM	1.000000
Sec	10h	10 <sup>m</sup>	100 100
1.00	6.50	2.57	427.2

## MALAGA

iPP	09	34	32	
<b>IPKS</b>		37	16	
SKS		40	26	
SKKS		41	21	
PS		43	.58	
L	10	18	32	
M		25	34	
F		40		D = 11.930 kms. = 107° 4

## TOLEDO

L	10	14	10
M		21	10
F		40	-

## 387\*.—SISMO DE 29 DE NOVIEMBRE DE 1956

Mar de Alborán.

Sentido (G. III) en Punta Sabiñal (Almería).

#### ALMERIA

iPg	129	31m	37=				
iSg		31	40				
i		31	46	D =	= 25.	kms. =	- 0° 2

## MALAGA

iPg	12	32	05	
1.		32	17	
iSg		32	22	
RiS		32	29	
F		33	-	D = 135 kms. = 1°2

## 388\*.—SISMO DE 29 DE NOVIEMBRE DE 1956

 $H = 15^{h} \ 49^{m} \ 00^{s}$  Registrado en Cartuja. (Málaga) Réplica del anterior.

## MALAGA

iPg	154	49 <sup>ps</sup>	24*	
1		49	36	
iSg		49	41	
RiS		49	47	
F		51	=	D = 135 kms. = 1"2

## 389\*.-SISMO DE 3 DE DICIEMBRE DE 1956

## ALICANTE

Pn	Hh	12 <sup>m</sup>	05*			
Sn		12				
P		16	27	D =	- 200 kms 1° 8	

## ALMERIA

iPg	11 <sup>h</sup>	11 <sup>m</sup>	53s			
iSg		12	11	D = 150	kms. =	1° 5

#### MALAGA

iPg	H	12	07			
iSn		12	29			
iSg		12	35			
F			-	D = 222	kms. =	= 2°

## TOLEDO

iPg 11 12 17	
1 12 23	
i 12 35	
iSg 12 49	
F 18 —	$D = 278 \text{ kms.} = 2^{\circ}$

## 390.-SISMO DE 4 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 23<sup>h</sup> 01<sup>m</sup> 35<sup>s</sup> Mag: 6 (Pasadena)

Sentido en el W. de El Salvador, Sentido fuertemente en San Cristóbal, Las Casas y otras localidades de Chiapas (Tacubaya).

#### ALICANTE

P	23h	13 <sup>m</sup>	37	
(S)		23	37	
L		41	33	
F		55	-	D = 9.155 kms. = 82° 4

## ALMERIA

#### MALAGA

#### TOLEDO

## 391.—SISMO DE 7 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 08h 07m 30"

Registrado en Cartuja. (Málaga)

## MALAGA

iPg	08h	07m	498				
RiPS		07	58				
iSg		08	02				
F		09	_	D =	104	kms.	- 0"9

## 392.-SISMO DE 8 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 16<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 27<sup>s</sup> Mag: 61/2 (Pasadena)

51° N., 179° 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Islas Andreanov, Aleutianas.

#### ALICANTE

P	16h	23m	35°	
S		34	33	
L		53	57	
Mo	17	00	57	
F		35	194	D = 10.100 kms. = 90° 9

#### ALMERIA

P	- 16	23	37
L		58	20

## MALAGA

iP	16	23	34				
eS		34	37				
ePS		35	56				
L		55	46			123	
M		59	28				
F	17	51	-	D = 1	0.220	kms.	$=92^{\circ}$

#### TOLEDO

eP	16	23	22	
eS		34	08	
L		57	10	
Mo	17	05	10	
F		40	-	$D = 9.890 \text{ kms}, -89^{\circ}$

## 393\*.-SISMO DE 9 DE DICIEMBRE DE 1956

 $H = 23^h \ 47^m \ 37^a$   $37^a \ 15' \ N., \ 4^a \ 15' \ W.$   $h = 62 \ kms.$  Próximo a Iznajar, Córdoba. (Alicante)

# ALICANTE

e	23h	48 <sup>tn</sup>	398
e.		49	17
e		49	30
e		49	32
F		50	03

## ALMERIA

## MALAGA

iPg	23	47	54		
iSg		48	03		
i		48	22		
1		48	32		
F		49	— D	- 72 k	ms. = 0° 65

## TOLEDO

(Pg)	23	48	42	
e		48	50	
eSg		49	09	
F		50	-	D = (233) kms. = 2°1

## 394.-SISMO DE 15 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 17h 24m 24s

13° S.,  $167^{\circ}$  1/2 E, h = 150 kms. ap. Nuevas Hébridas. (U. S. C. G. S.)

#### TOLEDO

eP 17<sup>h</sup> 44<sup>th</sup> 08<sup>s</sup> i 44 47

## 395.—SISMO DE 16 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 01h 41m 52s

Mag: 61/2 (Pasadena)

6° 1/2 N., 78° W. (U. S. C. G. S.) Cerca de la costa W. de Colombia.

Sentido (G. III) en Balboa Heigths.

#### ALICANTE

#### ALMERIA

iP 01 53 35 (PcP) 53 58 (PP) 56 15

## MALAGA

iP 01 53 22 eS 02 02 46 F impreciso D = 8.050 kms. = 72° 4

#### TOLEDO

iP 01 53 27 (dilatación)

## 396.—SISMO DE 18 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 02h 31m 00s

Mag: 7-71/4 (Pasadena)

25° 1/2 S., 68° 1/2 W. (U. S. C. G. S.) Frontera Chile-Argentina.

Sentido en Antofagasta y Copiapo, Chile,

#### ALICANTE

P 02h 44m 04s PP 47 40 S 54 57 L 03 14 00 Mo 21 F 40 - D = 10.000 kms. = 90°

#### ALMERIA

iP 02 44 02 (continua) ePP 47 30 PPP 49 28 4 51 26 (eS)  $02^h$   $55^m$   $10^s$ PPS 56 06L 03 13 10 D = 9.720 kms: =  $87^{\circ}5$ 

## MALAGA

iP 02 43 54 PP 47 32 PPP 40 49 54 i(S) 54 PS 55 52 SS 03 01 10 LQ 07 36 LR 13 M 18 58 D = 9.800 kms. = 88° 2 41

#### TOLEDO

iP 02 44 04 (compresión) e(PP) 47 52 56 is 55 00 PS 56 14 SS 00 59 03 SSS 04 47 13 15 L 22 Mo 20 40 - D = 10.110 kms. = 91°

## 397.-SISMO DE 18 DE DICIEMBRE DE 1956

 $H=19^{h}\ 20^{m}\ 06^{s}$ 

Mag: 53/4 (Moskva)

36° S., 77° E. (U. S. C. G. S.) Sur del Océano Indico.

## ALICANTE

## ALMERIA

(L) 20 16 30

#### MALAGA

L 20 20 57 M 26 17 F impreciso D = (11.700) kms. = (105°)

## 398.—SISMO DE 20 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 10h 59m 56\*

Mag: 61/2 (Pasadena)

27° S., 176° W. (U. S. C. G. S.) Islas Kermadec.

#### ALICANTE

iP'1	11%	20 <sup>m</sup>	118	
iP'2		21	13	
iPP		24	53	
iPPP		28	51	
L	12	16	35	
M		23	53	
F	14	00	==	D = 18.600 kms, = 167° 4

## 399.—SISMO DE 21 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 08<sup>h</sup> 58<sup>m</sup> 53<sup>s</sup> Mag: 63/4 (Pasadena)

51° N., 131° W. (U. S. C. G. S.) Islas de la Reina Carlota.

## ALICANTE

P	09h	11 <sup>m</sup>	09s	
PcP		11	17	
S		21	17	
L		37	54	
Mo		48	47	
F	10	09	-	$D = 8.950$ kms. $= 80^{\circ} 5$

#### ALMERIA

iP	09	11	21
L		38	10
M		46	30

## MALAGA

iP.	09	11	-11		
ePP		14	56		
iPS		22	00		
LQ		37	06		
LR		42	22		
M		46	10		
F	10	43	-	D = 9.000 kms.	= 81°

## TOLEDO

eP	09	10	55	
(eS)		20	51	
(SKS)		21	30	
L		35	45	
Mo		43	15	
F	10	20		$D = (8.720)$ kms. $= 78^{\circ}$ 5

## 400.—SISMO DE 21 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 20<sup>th</sup> 10<sup>th</sup> 06\*

Mag: 61/2 (Uppsala)
34° N., 139° E. (U. S. C. G. S.)
A lo largo de la costa S. de Hondo, Japón.

ALICANTE

## ALMERIA

#### MALAGA

L	21h 17m	08s	
M	21	04	
F	impreciso	25	$D = (11.100) \text{ kms.} = (100^{\circ})$

## 401.—SISMO DE 22 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 22h 38m 12s

29° 1/2 S., 177° W. (U. S. C. G. S.) Islas Kermadec,

## ALICANTE

#### ALMERIA

eP'1	22	58	16			
L			30	dia	23	

## MALAGA

eP'	22	58	34	
L	24	09	30	
M		15	04	
F		35	-	D = (18.900) kms. = (170°)

## 402.—SISMO DE 25 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 09<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> 37<sup>s</sup> Mag: 61/2 (Pasadena)

48° 1/2 N., 28° W. (U. S. C. G. S.) Atlântico Norte.

## ALICANTE

iΡ	094	38m	39≈				
PPP		39	21				
eS		42	49				
SS		43	34				
L		44	50				
Mo		46	57				
F	10	19	-	D = 2.550	kms.	= 22° 9	

## ALMERIA

iP	09	38	33		
iP		38	58		
	op.	39	07		
iS		42	44		
SS	31	43	18		
1		4.4	17	D = 2.670	kms = 24

iP	09	38	23	
iPP		39	01	
iPcP		42	03	
iS		42	26	
L		43	25	
M		47	45	
F	10	29		$D = 2.550 \text{ kms.} = 23^{\circ}$

#### TOLEDO

iP	09 <sup>th</sup>	38m	02s	
PP		38	27	
PPP		38	38	
iS		41	47	
L		42	33	
Mo		46	23	
F	10	19		$D = 2.310$ kms. $= 20^{\circ} 5$

## 403.—SISMO DE 27 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 00<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> 15<sup>s</sup> Mag: 7-71/4 (Pasadena)

24° S., 177° W. h = 300 kms. ap. Región Islas Tonga. (U. S. C. G. S.)

## ALICANTE

P'1 00h	33m	38#	
PP	38	27	
SKS	40	03	
PPP	42	23	
SKKS	45	53	
SKKKS	46	49	
SKSP	49	31	
L 01	32	27	
Mo	44	45	
F	50	3	D = 18.300 kms, = 164° 7

#### ALMERIA

iP'	00	33	54	
iP'2		35	01	
iPP		38	47	
ISKS		40	12	
PPP		42	35	
SKKS		45	25	
PPS		52	39	
CC		EO.	ns.	D 10 110 1mms 1869

#### MALAGA

11 1	00	33	49	
iP'2		34	49	
iPP		38	27	
iPPP		42	19	
L	01	36	33	
M		39	53	
F	02	20	=	D = 18.330 kms. = 165°

## TOLEDO

iP	00	33	51					
i		34 35	40					
i		35	40					
1		35	38					
i.		35	58	-0				
iPP		38	27					
M		58	20					
F	01	35	-	D -	18,000	kms	$s_{r} = 1$	62°

## 404\*.-SISMO DE 28 DE DICIEMBRE DE 1956

#### ALICANTE

Pn	03h	24 <sup>m</sup>	07B			
eSn		24	38			
F		25	38	D = 270	kms. =	2" 4

#### ALMERIA

iPg	03	23	32			
iSg		23	34	D = 17	kms. =	0° 2

# MALAGA.

ePg	03:	23	53	
RiP		23	57	
iSg		24	12	
RiS		24	19	
F		26		D - 150 bmc - 1º 35

#### TOLEDO

(Pg)	03	24	31	
e		24	38	
eSg F		25	12	
F		28	18	D = (344) kms. = (36°)

## 405.—SISMO DE 28 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 14<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> 40<sup>e</sup> Mag: 61/4 (Pasadena)

Ligeros daños en Gisborne y alrededores.

#### ALICANTE

P'.	14h	44m	30s					
PP		48	43					
SKS		51	09					
SKKKS	3	57	56					
L	15	45	57					
Mo		58	39					
F	16	20		D = 1	9.000	kms	$= 171^{\circ}$	1

## ALMERIA

i	P'	14	45	18	
ź	P' 2		47	13	
- 7	PP		51	03	
- 5	SKS		52	19	
1	PPP		55	24	
5	SKKS		57	49	
(	SS)	1.5	12	58	
- 1	5		54	20	D = 19.780 kms. = 178°

iP'	14	45	19	
iP'2		47	09	
iPP		50	57	
IPPP		55	27	
SKKS	3	57	43	
L	15	47	59	
M		58	27	
F	16	28		D = 19,660 kms. = 177°

## TOLEDO

(P') 14h 45m 20s M 02 20 F 25 —

## 406.—SISMO DE 30 DE DICIEMBRE DE 1956

H = 18h 24m 37s

Mar de Alborán.

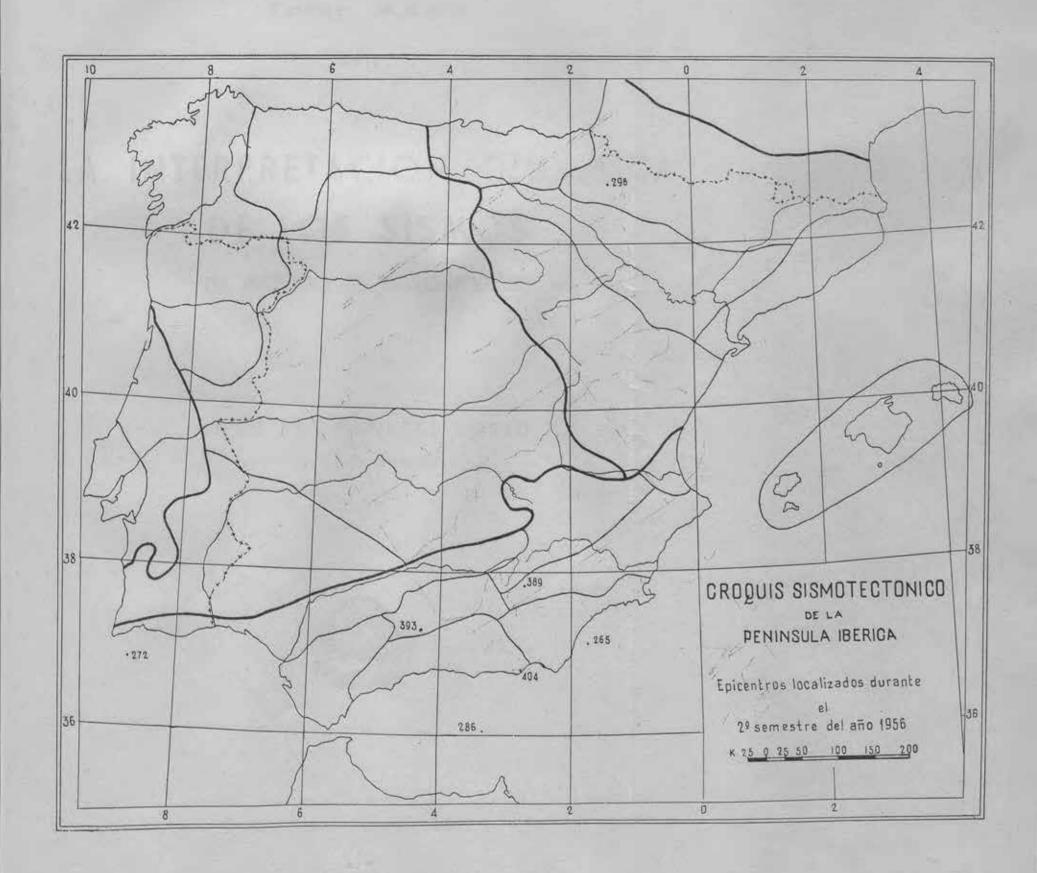
## ALMERIA

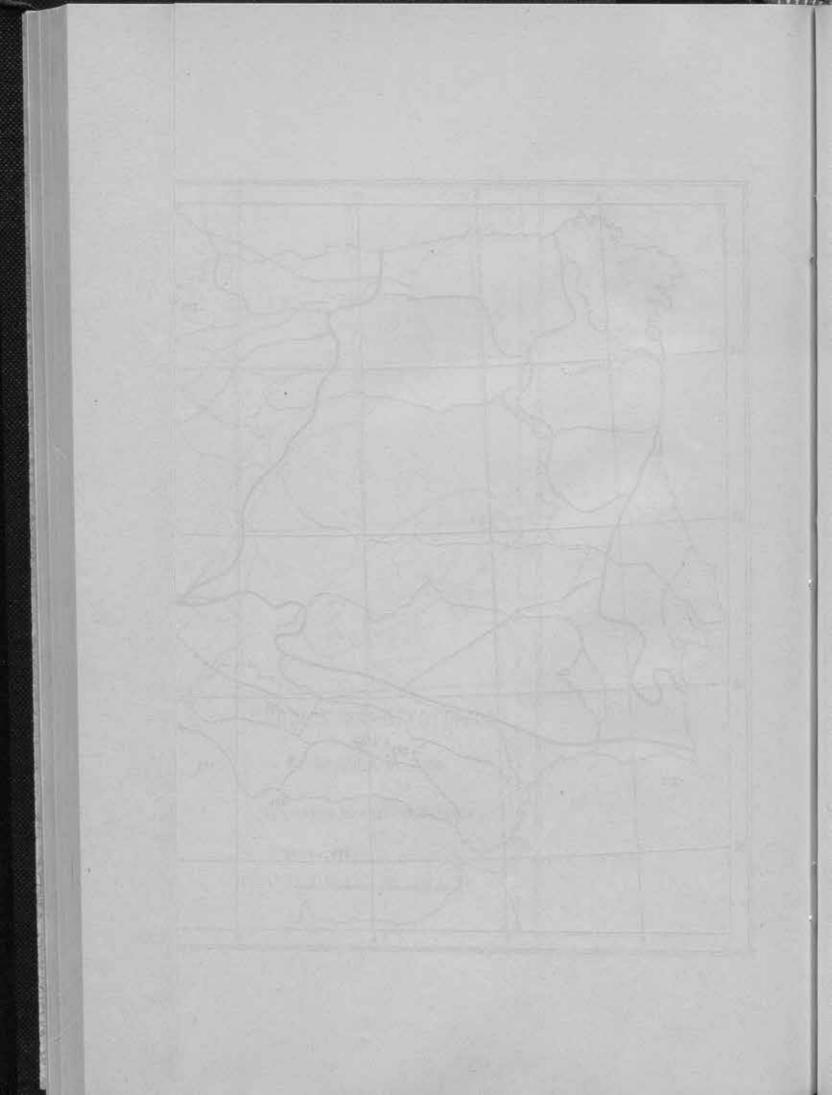
iPg 18h 24m 58s

## MALAGA

ePg 18 24 54 25 02 RiPS iSg 25 06 F 26 — D = 95 kms. = 0° 85

NOTA.-Los números con asterisco corresponden (Mátaga) a sismos próximos.





Tomo XXVIII

111

# LA INTERPRETACION DINAMICA DE LOS SISMOS

(EL METODO DE KEYLIS-BOROK)

POR

JUAN M. BONELLI RUBIO
INGENIERO GEOGRAFO



TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

MADRID

1 9 6 0

MANGAGAS BULL ISSUED OF CONTROL CONTRACTOR CONTRACTORS

MIVOUX amor

117

LA INTERPRETACION DINAMICA

OF LOS SISMOS

OTHER LEGENCE - M. MARTIN

## LA INTERPRETACION DINAMICA DE LOS SISMOS

(El método de Keylis-Borok)

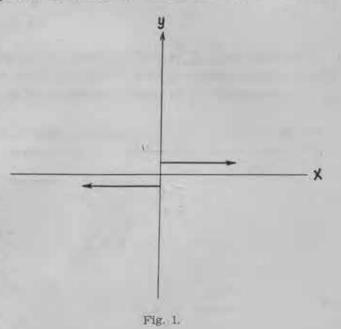
En una publicación anterior hemos expuesto los principios generales sobre los que se fundamentan los distintos métodos para la interpretación dinámica de los sismos, ofreciendo al lector, principalmente, los procedimientos seguidos por Hodgson y Ritsema.

El método de que ahora vamos a tratar, y que es específico de la escuela rusa, se debe a los trabajos de Keylis-Borok y sus colaboradores. La diferencia principal entre este método y los anteriores estriba en que, en éste, se emplean ampliamente las ondas transversales con objeto de suprimir incertidumbres en la solución, y en que, en ocasiones, se utilizan las relaciones de las

amplitudes como un medio más de llegar a una solución que no ofrezca dudas.

Presupone en primer lugar Keylis-Borok que el foco de un sismo o, más bien, las fuerzas que se desarrollan en el foco para producir un terremoto equivalen a un dipolo que tiene un cierto momento. La figura 1 representa este dipolo, siendo el eje x el que corresponde a la dirección del movimiento, y el y = 0, al plano de falla.

En contraposición con la hipótesis de los japoneses de que la distribución de los movimientos iniciales de las ondas transversales era igual que la de las longitudinales; esto es, del tipo cuadrantal que puede verse en la figura 2, según el criterio de Honda y sus colaboradores, Keylis-Borok ha hecho ver que tal distribución es de tipo «rotacional» (fig. 3). En el plano de falla no existe propagación de ondas elásticas y en él se

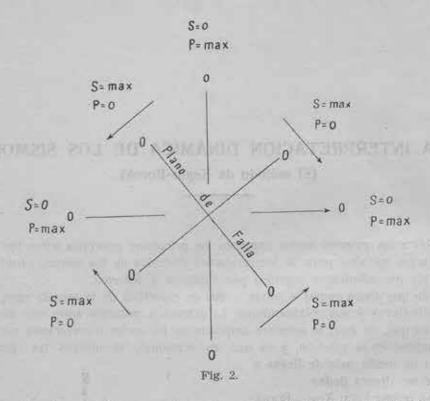


anular en todas direcciones las amplitudes de las ondas longitudinales y transversales. En cambio, en el plano auxiliar, normal a la dirección del movimiento, solamente se anular las ondas longitudinales, y las máximas amplitudes de las ondas transversales se registran en la dirección normal al plano de falla.

A una distancia  $\Delta$  suficientemente grande, el desplazamiento de una onda longitudinal queda bien determinado por cualquiera de las tres componentes, y sea  $u_{\alpha}$  el valor del desplazamiento total al que consideraremos positivo cuando «viene» del foco; esto es, cuando en el Observatorio el movimiento es «hacia arriba» —compresión—.

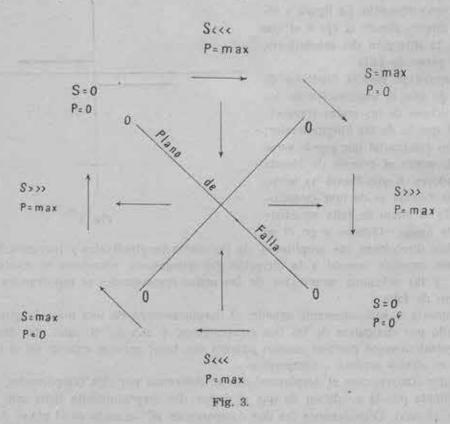
En las ondas transversales el desplazamiento se determina por dos componentes, pues la tercera queda definida por la condición de que el vector del desplazamiento tiene que ser perpendicular al rayo sísmico. Consideremos las dos componentes  $u_b^{\rm p}$  situada en el plano de incidencia, y que corresponde a la onda SV (fig. 4), y  $u_b^{\rm H}$ , en dirección perpendicular al plano de incidencia y situada en el plano horizontal, que corresponde a la onda SH. Ambas componentes pueden verse

en la figura 4, en donde HH' es el plano horizontal; VV', el de incidencia; OR, el rayo sísmico; RR', el plano de movimiento de la onda S, y PP', un plano perpendicular al rayo sísmico.



La componente  $u_b^p$  es positiva cuando su componente horizontal está dirigida en sentido contrario al foco o «desde» el foco, y negativa cuando está dirigida «hacia» el foco.

La componente  $u_b^{H}$  es positiva cuando se dirige «hacia la derecha» suponiendo que se mira



desde el foco hacia el Observatorio, y negativa en caso contrario. En la figura 4,  $u_b^{\rm H}$  y  $u_b^{\rm P}$  son positivas.

Para conseguir sus fórmulas, el autor del método — Keylis-Borok — introduce dos sistemas de coordenadas (x, y, z) y (x', y', z'), que tienen como origen común el foco. Los ejes x, y, son los del dípolo de la figura 1. El eje x' se dirige hacia el E., el y' hacia el N., y el z' hacia arriba. Las fórmulas que da Keylis-Borok para las componentes independientes a distancias \*r\* suficientemente grandes, son:

$$4\pi\rho u_a \simeq \frac{xy}{a^8r^8} \, \mathsf{K}' \left( t - \frac{r}{a} \right) \tag{1}$$

$$4\pi\rho u_b^{\rm H} \simeq \frac{yg^{\rm H}}{b^3r^3} \, {\rm K}' \left(t - \frac{r}{b}\right) \eqno{[2]}$$

$$4\pi\rho u_b^P \simeq \frac{yg^P}{b^3r^3} K'\left(t - \frac{r}{b}\right)$$
 [3]

en donde  $\rho$  es la densidad; a y b, las velocidades de las ondas longitudinales y transversales, respectivamente; K(t), una función intensidad tiempo:

$$g^{H} = \frac{y'\alpha_{x} - x'\beta_{x}}{\operatorname{sen} l}$$
 [4]

y

$$g^{p} = \frac{x \cos^{z} l - z' \gamma_{x}}{\sin l \cos l}$$
 [5]

siendo  $\alpha_x$ ,  $\beta_x$ ,  $\gamma_x$ , los cosenos directores de los ángulos que forma el eje x con los x' y', z', respectivamente, o los módulos de las respectivas magnitudes escalares, de tal manera que

$$x = x' a_x + y' \beta_x + z' \gamma_x$$
 [6]

Según el Prof. Keylis-Borok, en el caso de que la fuente de energia productora del sismo no sea un dipolo como el de la figura 1, las fórmulas son las mismas, pero reemplazando el fac-

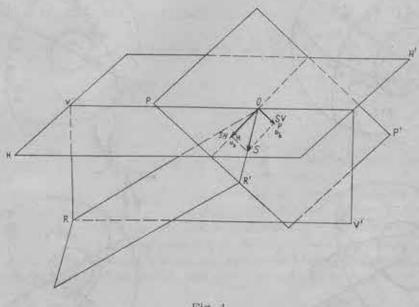


Fig. 4.

tor «y» por los siguientes símbolos: a  $\dot{o}$  b, para una simple fuerza; x, para los dipolos sin momento; y, para la superposición de un dipolo con momento y otro sin momento (ver figs. 5 y 6);  $y^2/a$   $\dot{o}$   $y^2/b$ , en el caso de un doble dipolo con momento.

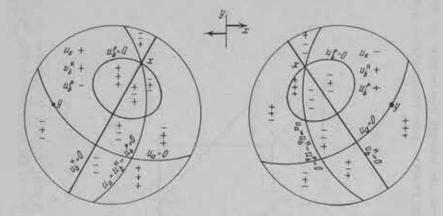


Fig. 5.

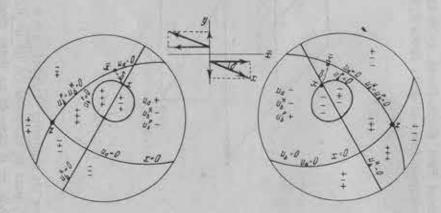


Fig. 6 c.—Superposición de dipolos con y sin momento.

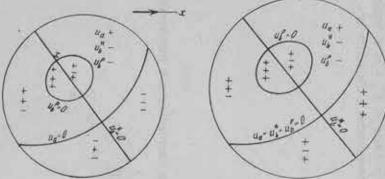


Fig. 6 a.—Fuerza simple.

Fig. 6 b.—Dipolo sin momento.

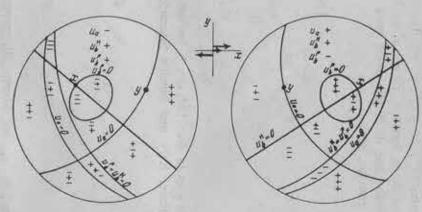


Fig. 6 d.—Superposición de fuerza y dipolo.

# LAS LINEAS NODALES

Son superficies nodales aquellas en que todas o algunas de las componentes se anulan. Pueden obtenerse de las fórmulas [1], [2] y [3], que dan:

a) Para el plano y=0, se anulan las tres fórmulas, luego  $u_a=0$ ,  $u_b^{\rm H}=0$  y  $u_b^{\rm P}=0$ . Como el plano y = 0 es el plano de falla, en él se anulan las tres ondas P, SH y SV.

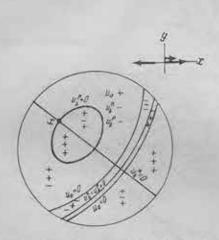
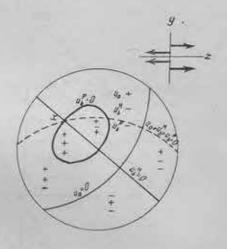


Fig. 6 s.—Superposición de fuerza y dipolo. Fig. 6 f.—Doble dipolo con momento.



b) Para el plano x = 0 (normal al movimiento), se anula la [1], luego ua = 0, lo que significa que la onda P se anula también en el plano auxiliar.

c) Para el plano  $g^{H}=0$ , será  $y'\alpha_{x}=x'\beta_{x}=0$ , y si llamamos  $x'_{c}$  e  $y'_{c}$  las coordenadas de un punto del eje x con relación a los ejes x', y', podremos escribir  $y' x'_c - x' y'_c = 0$ , que es un plano vertical que

contiene al eje x (ver fig. 7 para más claridad). d) Para el cono  $g^p = 0$ , será:

$$x \cos^{\frac{1}{2}} i - z' \gamma_x = 0;$$
  $(x' x'_e + y' y'_e + z' z'_e) \cos^{\frac{1}{2}} i - z' z'_e = 0$ 

$$\cos^2 t = \frac{z^2}{r^2}$$
 y  $r^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2$ ,

sustituyendo, se tiene:

$$x'(x'_cz'-z'_cx')+y'(y'_cz'-z'_cy')=0.$$

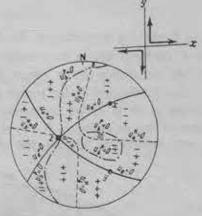
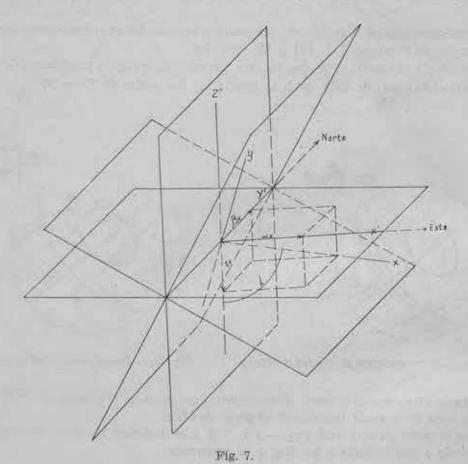


Fig. 6 g.-Dos dipolos con momento.

Este es un cono elíptico sobre los ejes z' y x. El eje del cono se encuentra en el plano x z' y es bisectriz del ángulo que forman x y z'. La proyección del cono sobre un plano horizontal es un circulo cuyo diámetro es la linea que une el epicentro con el eje x. Sobre una proyección estereográfica de Wolf, es un óvalo que pasa por el centro (que es la proyección del eje z'), y por la proyección del eje x. En la figura 8 se da una familia de estos óvalos, trazados por la profesora rusa Malinovskaja para varias inclinaciones del eje x. En esta figura la linea de simetria coincide con  $u_b^H = 0$ .

La línea  $u_b^p = 0$  puede obtenerse en la proyección estereográfica de Wolf cuando el eje x es ya conocido, haciendo girar el papel sobre el centro de la proyección hasta que el eje x coincida con el plano de simetria (fig. 8). Entonces el óvalo que pase por la proyección del eje x representará la linea  $u_b^p = 0$ .

La interpretación de los resultados de un sismo exige el conocimiento de las posiciones teóricas de las líneas nodales en una proyección estereográfica de Wolf. Algunas de estas posiciones se dan en las figuras 5 y 6, en donde y = 0 y x = 0, o, lo que es lo mismo,  $u_a = u_b^{\rm H} = u_b^{\rm V} = 0$  y



 $u_a = 0$  son las proyecciones de dos planos perpendiculares;  $u_b^H = 0$ , es una linea recta que pasa por el centro y por la proyección del eje x, que es el polo de la linea  $x = u_a = 0$ , y  $u_b^P = 0$ , es uno de los óvalos de la figura 8.

La distribución de los signos de  $u_a$ ,  $u_b^{\rm H}$  y  $u_b^{\rm V}$  en las diferentes regiones entre las diversas líneas nodales es de la mayor importancia para la correcta interpretación. Todas las combinaciones posibles se dan en la figura 5, cuyos signos pueden cambiarse simultáneamente. Las líneas nodales quedan ligadas sin ambigüedad alguna a los parámetros principales de la dislocación en el foco,

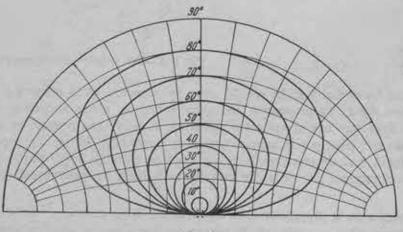


Fig. 8.

y asi, y = 0, o sea  $u_a = u_b^H = 0$ , determina el plano de falla, y el punto x la dirección del movimiento.

Todo esto, en la hipótesis de que el movimiento en el foco es producido por un dipolo con momento. En el caso de fuentes de energia de otro tipo, las distribuciones de los signos serían como puede verse en las figuras 6 a), b), c), en cada una de las cuales se indica el tipo de fuente de energía.

### RELACION DE AMPLITUDES

De las fórmulas [1] a [6] se obtiene:

$$\frac{u_a}{u_b^{\rm H}} \simeq \frac{x \, b^3}{g^{\rm H} \, a^8} \qquad {
m y \ haciendo} \qquad \frac{a^3}{b^3} = k \, ,$$

$$K\frac{u_a}{u_b^H} \simeq \frac{x}{g^H} = \frac{x'\alpha_x + y'\beta_x + z'\gamma_x}{y'\alpha_x - x'\beta_x} \operatorname{sen} i$$
 [7]

y de igual manera

$$K \frac{u_a}{u_b^p} \simeq \frac{x}{g^p} = \frac{x'\alpha_x + y'\beta_x + z'\gamma_x}{x\cos^2 i - z'\gamma_x} \sin i \cos i = \frac{x'\alpha_x + y'\beta_x + z'\gamma_x}{(x'\alpha_x + y'\beta_x)\cos^2 i - z'\gamma_x \sin^2 i} \sin i \cos i$$
 [8]

y

$$\frac{u_b^{\mathrm{P}}}{u_b^{\mathrm{H}}} = \frac{g^{\mathrm{P}}}{g^{\mathrm{H}}} = \frac{(x'\alpha_x + y'\beta_x)\cos^2 t - z'\gamma \sin^2 t}{(y'\alpha_x - x'\beta_x)\cos t}$$
[9]

Si en estas fórmulas hacemos

$$\mathbf{K}\,\frac{u_a}{u_b^{\mathrm{H}}} = h^{\mathrm{H}}; \qquad \mathbf{K}\,\frac{u_a}{u_b^{\mathrm{P}}} = h^{\mathrm{P}}; \qquad y\,\frac{u_b^{\mathrm{P}}}{u_b^{\mathrm{H}}} = f,$$

tendremos para la [7]

$$(x'a_x+y'\beta_x+z'\gamma_x)$$
 sen  $i-y'a_xh^{\mathrm{H}}+x'\beta_xh^{\mathrm{H}}=0$ 

y multiplicando por cosec i,

$$x' a_x + y' \beta_x + z' \gamma_x - y' a_x h^H \csc i + x' \beta_x h^H \csc i = 0$$

y

$$\underbrace{\frac{(x'-y'h^{\mathrm{H}}\operatorname{cosec}i)}{A_{\mathrm{H}}\alpha_{x}} \stackrel{\alpha_{x}}{+} + \frac{(y'+x'h^{\mathrm{H}}\operatorname{cosec}i)}{B_{\mathrm{H}}\beta_{x}} \stackrel{\beta_{x}}{+} z'\gamma_{x} = 0}_{\text{H}\gamma_{x} = 0}}_{\text{[7 a]}}$$

para la [8],

 $x' \sin i \cos i \, a_x + y' \sin i \cos i \, \beta_x + z' \sin i \cos i \, \gamma_x - x' h^p \cos^2 i \, a_x - y' h^p \cos^2 i \, \beta_x + z' h^p \sin^2 i \, \gamma_x = 0$   $y \text{ dividiendo por sen } i \cdot \cos i,$ 

$$\underbrace{\frac{(x'-x'h^{p}\cot i)}{A_{P}\alpha_{x}} + \frac{(y'-y'h^{p}\cot i)}{B_{P}\beta_{x}} \beta_{x} + \frac{(z'+z'h^{p}\tan i)}{C_{P}\gamma_{x}} \gamma_{x} = 0}_{=0} }_{=0}$$
 [8 a]

y para la [9],

$$x'\cos^2 t \alpha_x + y'\cos^2 t \beta_x - z'\sin^2 t \gamma_z - y'f\cos t \alpha_x + x'f\cos t \beta_x = 0$$

dividiendo por cos i

$$\underbrace{\frac{(x'\cos t - y'f)}{A_f a_x} \stackrel{\alpha_x}{+} + \frac{(y'\cos t + x'f)}{B_f \beta_x} \stackrel{\beta_x}{+} + \underbrace{(z'\sin t\tan t)}_{C_f \gamma_x} \stackrel{\gamma_x}{=} 0}_{=0}}_{=0}$$

que dan el sistema

$$A_{\rm H}\alpha_x + {}^{*}_{\bullet}B_{\rm H}\beta_x + C_{\rm H\,Ix} = 0 \qquad [7\,a]$$

$$A_P \alpha_x + B_P \beta_x + C_P \gamma_x = 0 \qquad [8 a]$$

$$A_f \alpha_x + B_f \beta_x + C_f \gamma_x = 0 ag{9 a}$$

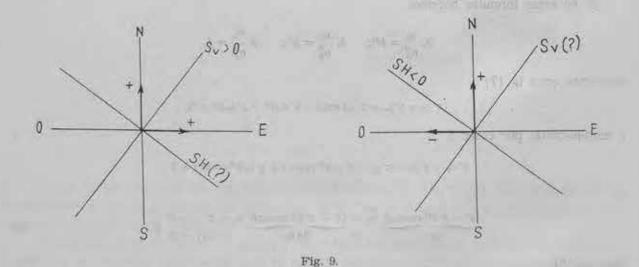
# LA PRACTICA DE LA INTERPRETACION

Como ya hemos dicho, la interpretación se basa en los signos de las ondas longitudinales y transversales a su llegada a los observatorios. Las relaciones de amplitudes que acabamos de exponer, sirven para determinar la dirección del movimiento, pues como las fórmulas [7 a], [8 a], [9 a] nos permiten calcular  $a_x$ ,  $\beta_x$  y  $\gamma_x$ , la dirección del eje x queda determinada.

La interpretación dinámica de un sismo se desarrolla según el siguiente proceso:

- 1.º Determinación de las componentes del movimiento del suelo.
- 2.º Reducción de las observaciones a un medio homogéneo (teoría de las «distancias prolongadas») y colocación de los resultados sobre una proyección estereográfica de Wolf.
- 3.º Determinación de los parámetros dinámicos del foco: Ifneas nodales, plano de falla, plano auxiliar y dirección del movimiento.

Los signos y las amplitudes de las ondas a su llegada son los datos iniciales. En el caso de las ondas longitudinales, una sola componente —horizontal o vertical— es suficiente para conocer el desplazamiento del suelo; pero cuando se trata de una onda transversal, hay que determinar la



componente SH y la  $S_z$  o  $S_v$ , que son las dos componentes de la onda SV; siendo  $S_z$  la componente vertical y la  $S_v$ , la horizontal.

Cuando los datos no son numerosos, es conveniente determinar los signos y medir las amplitudes de todas las fases de todos los sismogramas de que se dispone. No todos darán datos iniciales independientes, pero serán útiles para reconocer anomalías en los azimutes y ángulos de emergencia que nos darán idea de la falta de homogeneidad del medio.

Para la determinación del signo de ua es suficiente conocer el de Pz o PH.

Para la determinación del signo de  $u_b^H$  y  $u_b^H$ , se necesita conocer la dirección del desplazamiento total horizontal del suelo —resultante de SH y  $S_\nu$ —, con los valores de las componentes N.-S. y E.-W. Cuando sólo se conoce el signo pero no la magnitud de estas componentes N.-S. y E.-W., sólo puede determinarse el signo de una de las componentes SH o  $S_\nu$ , como puede verse en la figura 9. El signo de  $u_b^H$  queda determinado sin error por el de  $S_z$ .

Determinadas las componentes y sus signos, queda por definir si el signo observado es el mismo de la propia onda en el foco, que es lo que se conoce con el nombre de «conservación de fase», pues existen ondas que experimentan un «cambio de fase», como ocurre prácticamente en todas las reflexiones, o cuando la curvatura del rayo hace cambiar el signo de la onda SV. (ver figura 10).

Es de observar que el cambio de fase sólo afecta a las ondas transversales SV; es decir, a las componentes  $u_a$  y  $u_b^p$ . En la tabla siguiente se dan los signos que corresponden en el foco a los registrados en los observatorios:

Onda	Signo	Onda	Signo	Onds	Signe
Pg	+	sP	+	sSS	+
P	+	SP	-	SSS	W 3
pP	-	Sg	+	ScS	1 1
PP	-	S (1)	+	pS	- 5
pPP	+	S (2)	-	PS	-
PPP	+	sS SS			1
PcP	#3	SS	+		

El signo (+) significa que se conserva la fase; es decir, que los signos en el observatorio y en el foco son iguales.

El signo (-), que los signos son diferentes.

- (1) El rayo sale del foco «hacia arriba».
- (2) El rayo sale del foco «hacia abajo».

La tabla, que está tomada de Keylis-Borok, está hecha con las siguientes hipótesis:

— que la superficie de la Tierra no altera el signo de llegada la onda SV, hipótesis correcta cuando el ángulo de incidencia es menor que el crítico.

— que el signo de PP y pP cambia en la superficie al reflejarse y el de SS y sS no cambia. La hipótesis es correcta para todas las distancias epicentrales cuando la velocidad de la onda P en la superficie no es mayor de 5.5 - 6 Km/sg., que es lo normal. (En el caso de una

velocidad mayor, véase el trabajo de J. H. Hodgson y el Rvdo. P. E. Ingram, S. J., en el Boletin de la Sociedad Sismológica de América. Vol. 46, número 3, 1956).

Definidas las fases, sus signos y sus amplitudes, procede situar los observatorios, o más bien los puntos convencionales que corresponden a las fases observadas en cada

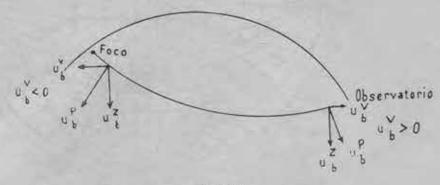


Fig. 10.

observatorio, sobre una proyección estereográfica de Wolf, cuyas coordenadas serán para cada onda el azimut Z, desde el epicentro al observatorio, y el ángulo i que forma la tangente al rayo sísmico en el hipocentro con la vertical. Z se determina por cualquiera de los métodos corrientes, y el ángulo i, por las tablas de Hodgson o Ritsema, o por los métodos geométricos usuales en sismología.

Como el ángulo i varía para las distintas ondas, habrá distintos puntos convencionales en la proyección que correspondan al mismo observatorio, pero las ondas que lleven un mismo recorrido, P y S, PP y SS, pP y sS, etc., quedarán referidas prácticamente al mismo punto.

Dibujado el gráfico de la proyección, sólo queda trazar sobre él las diferentes líneas nodales y = 0, que es el plano de falla y en el que  $u_a = u_b^0 = u_b^0 = 0$ ;  $P = u_a = 0$ ;  $SH = u_b^0 = 0$  y  $SV = u_b^0 = 0$ 

Los resultados al trazar estas lineas nodales tienen que estar de acuerdo con las figuras 5 y 6, que dan las lineas nodales que corresponden a diferentes fuentes de energia que normalmente puede haber en el foco.

# DIRECCION DEL MOVIMIENTO

Las relaciones entre las amplitudes de las componentes sirven para determinar la dirección del movimiento —dirección del eje x—, y por la intersección de los planos queda definido el eje.

Más conveniente es la determinación gráfica de este eje sobre la proyección estereográfica de Wolf.

En esta proyección, las de los planos citados anteriormente, representados por las fórmulas [7 a], [8 a], [9 a], son unos arcos cuya intersección determina la proyección del eje x.

Prácticamente, esta determinación se hace gráficamente por medio de nomogramas. Los representados en las figuras 11/14 son debidos a la sismóloga rusa Malinovskaja.

Cada nomograma corresponde a un valor de i -inclinación del rayo en el foco-, y los arcos corresponden a los distintos valores de hH, hP y f.

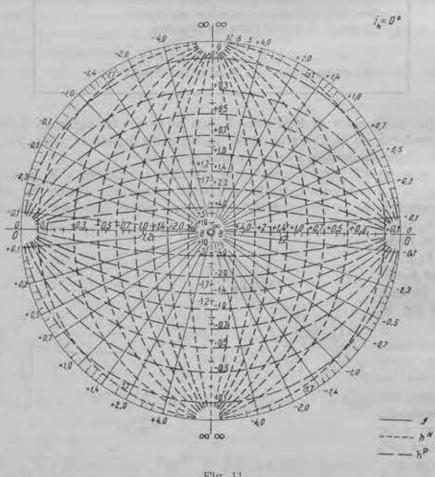


Fig. 11.

Para encontrar uno de estos arcos se elige el nomograma cuyo valor de i corresponda al caso de que se trata o, si no se dispone de ese nomograma, se trabajará con los laterales y se interpolará.

Se superpone un papel transparente, en el que se haya trazado el gráfico de la proyección de Wolf, sobre el nomograma, de tal manera que coincidan los centros de la proyección y del nomograma, y el azimut de uno de los dos puntos convencionales con el diámetro vertical del nomograma, de modo que el punto de observación coincida con el doble circulo del nomograma. Entonces se dibujan sobre el gráfico los arcos correspondientes a los valores de hH, hP y f y la intersección dará la proyección del eje x. En la práctica no es necesario dibujar los arcos en el gráfico, pues su punto de intersección se encuentra inmediatamente.

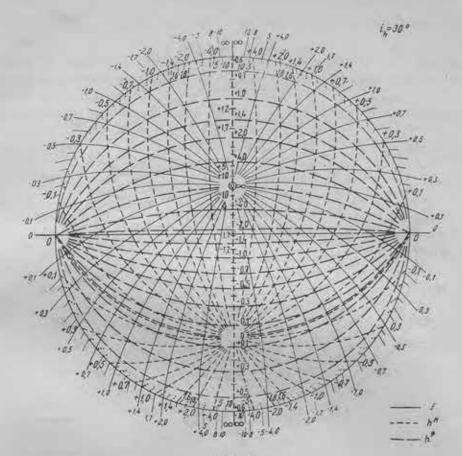
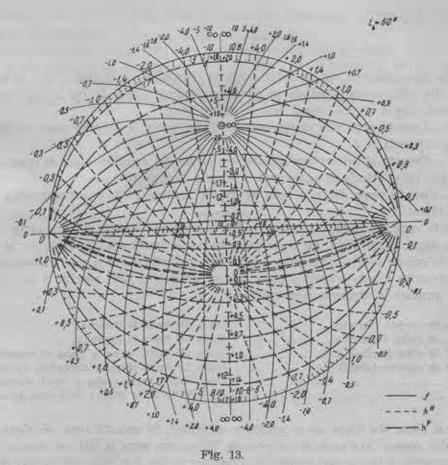


Fig. 12.



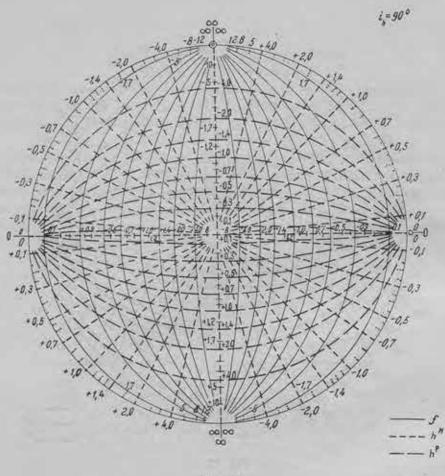


Fig. 14.

El método que acabamos de describir exige la colocación en el gráfico que se levanta de tres signos para cada observatorio; los de la onda longitudinal y los de las componentes SH y SV de la transversal, cuyos signos, como hemos dicho, son:

Onda SH.—Cuando el primer movimiento se dirige hacia la derecha visto desde el epicentro (+). Hacia la izquierda (—).

Onda SV.—Cuando el primer movimiento «se aleja» del epicentro, que es igual que decir que va (hacia abajo» (+). «Hacia el epicentro» y «hacia arriba» (—).

Onda P.—Cuando viene del foco, esto es «hacia arriba» (+), o «compresión» «hacia abajo» (—), o «dilatación».

Como puede verse, los signos de SV y P «hacia arriba» y «hacia abajo» están cambiados, lo que puede dar lugar a confusión, así como también puede existir esa confusión por el hecho de que el signo (+) lo mismo puede referirse a una onda longitudinal que a una transversal.

Para evitar estos inconvenientes y para obtener un gráfico más sencillo y más claro, el Profesor Ritsema propone la siguiente nomenclatura:

R (inicial de «right» (derecha) =	Onda SH hacia ta derecha.
L (inicial de «left» (izquierda)	Onda SH hacia la izquierda.
U (inicial de «up» (arriba)	Onda SV hacia arriba o hacia el epicentro.
D (inicial de «down» (abajo)	Onda SV hacia abajo o alejándose del epicentro.
U'	Onda SKSV hacia arriba y hacia el epicentro.
D'	Onda SKSV hacia abajo y alejándose del epicentro.

Además, al situar los datos en el gráfico o diagrama, la escuela rusa de Keylis-Borok tiene que emplear dos signos, uno para la componente SV y otro para la SH; en cambio Ritsema sólo sitúa en el diagrama el vector que resulta de componer la SV y la SH, con lo que tiene la verda-

dera dirección de la onda S, lo cual está más de acuerdo con la realidad, puesto que la onda S es una y no dos.

En la figura 15 puede verse cómo se sitúan en el diagrama los datos de las componentes SV y SH, de las que se obtendrá el vector de la onda S. Las SH se dibujan siempre en sentido tangencial y las SV en sentido radial .

Como en el caso de que la onda salga del foco para arriba, en el diagrama se proyecta en

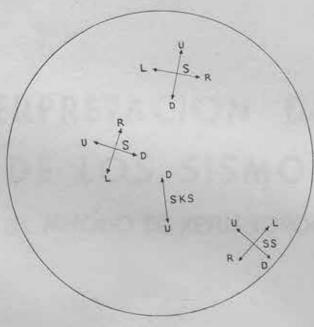


Fig. 15.

el azimut contrario, los signos U y D están en este caso invertidos: U hacia el centro del diagrama y D hacia la periferia.

Sítuados todos los datos en el diagrama para la solución del mecanismo en el foco se procede lo mismo que en los métodos ya explicados; pero en este caso la dirección de los vectores de la onda S, que deben seguir lineas meridianas y convergir en el punto que representa la dirección de desplazamiento, suprime la indeterminación que existía con las ondas longitudinales.



Tomo XXVIII

111

# LA INTERPRETACION DINAMICA DE LOS SISMOS

(EL METODO DE KEYLIS-BOROK)

POR

JUAN M. BONELLI RUBIO
INGENIERO GEOGRAFO



TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

MADRID

1 9 6 0

MEMORIAS DIG. DISTINUO O OFFICIALO Y CATASTEME

IIIVXX arroT

315

LA INTERPRETACION DINAMICA
DE LOS SISMOS
(R. METODO DE REVUSRORORO)

801

DIRUM ILLENOR ". IN MAUL

# LA INTERPRETACION DINAMICA DE LOS SISMOS

(El método de Keylis-Borok)

En una publicación anterior hemos expuesto los principios generales sobre los que se fundamentan los distintos métodos para la interpretación dinámica de los sismos, ofreciendo al lector, principalmente, los procedimientos seguidos por Hodgson y Ritsema.

El método de que ahora vamos a tratar, y que es específico de la escuela rusa, se debe a los trabajos de Keylis-Borok y sus colaboradores. La diferencia principal entre este método y los anteriores estriba en que, en éste, se emplean ampliamente las ondas transversales con objeto de suprimir incertidumbres en la solución, y en que, en ocasiones, se utilizan las relaciones de las

amplitudes como un medio más de llegar a una solución que no ofrezca dudas.

Presupone en primer lugar Keylis-Borok que el foco de un sismo o, más bien, las fuerzas que se desarrollan en el foco para producir un terremoto equivalen a un dipolo que tiene un cierto momento. La figura 1 representa este dipolo, siendo el eje x el que corresponde a la dirección del movimiento, y el y = 0, al plano de falla.

En contraposición con la hipótesis de los japoneses de que la distribución de los movimientos iniciales de las ondas transversales era igual que la de las longitudinales; esto es, del tipo cuadrantal que puede verse en la figura 2, según el criterio de Honda y sus colaboradores, Keylis-Borok ha hecho ver que tal distribución es de tipo «rotacional» (fig. 3). En el plano de falla no existe propagación de ondas elásticas y en él se

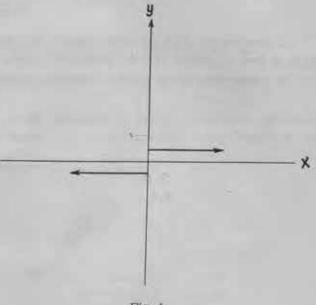


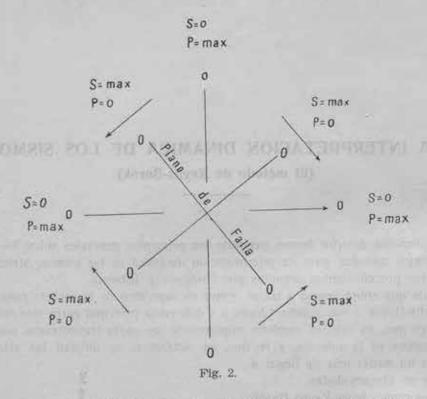
Fig. 1.

anulan en todas direcciones las amplitudes de las ondas longitudinales y transversales. En cambio, en el plano auxiliar, normal a la dirección del movimiento, solamente se anulan las ondas longitudinales, y las máximas amplitudes de las ondas transversales se registran en la dirección normal al plano de falla.

A una distancia  $\Delta$  suficientemente grande, el desplazamiento de una onda longitudinal queda bien determinado por cualquiera de las tres componentes, y sea  $u_{\alpha}$  el valor del desplazamiento total al que consideraremos positivo cuando «viene» del foco; esto es, cuando en el Observatorio el movimiento es «hacia arriba» —compresión—.

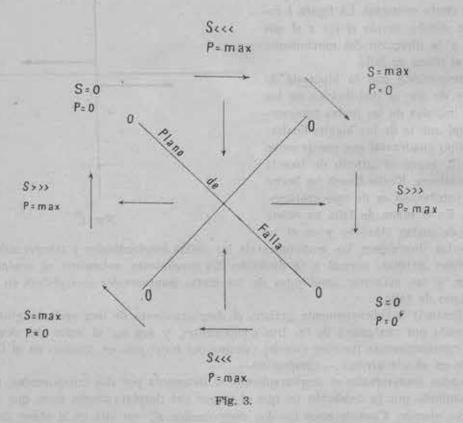
En las ondas transversales el desplazamiento se determina por dos componentes, pues la tercera queda definida por la condición de que el vector del desplazamiento tiene que ser perpendicular al rayo sísmico. Consideremos las dos componentes  $u_b^p$  situada en el plano de incidencia, y que corresponde a la onda SV (fig. 4), y  $u_b^H$ , en dirección perpendicular al plano de incidencia y situada en el plano horizontal, que corresponde a la onda SH. Ambas componentes pueden verse

en la figura 4, en donde HH' es el plano horizontal; VV', el de incidencia; OR, el rayo sísmico; RR', el plano de movimiento de la onda S, y PP', un plano perpendicular al rayo sísmico.



La componente  $u_b^p$  es positiva cuando su componente horizontal está dirigida en sentido contrario al foco o «desde» el foco, y negativa cuando está dirigida «hacia» el foco.

La componente  $u_b^{\rm H}$  es positiva cuando se dirige «hacia la derecha» suponiendo que se mira



desde el foco hacia el Observatorio, y negativa en caso contrario. En la figura 4,  $u_b^{\rm H}$  y  $u_b^{\rm P}$  son positivas.

Para conseguir sus fórmulas, el autor del método —Keylis-Borok— introduce dos sistemas de coordenadas (x, y, z) y (x', y', z'), que tienen como origen común el foco. Los ejes x, y, son los del dipolo de la figura 1. El eje x' se dirige hacia el E., el y' hacia el N., y el z' hacia arriba. Las fórmulas que da Keylis-Borok para las componentes independientes a distancias \*r\* suficientemente grandes, son:

$$4\pi\rho u_a \simeq \frac{xy}{a^0r^0} K'\left(t - \frac{r}{a}\right) \tag{1}$$

$$4\pi\rho u_b^{\rm H} \simeq \frac{yg^{\rm H}}{b^3r^6} \, {\rm K}'\left(t-\frac{r}{b}\right)$$
 [2]

$$4\pi\rho u_b^{\nu} \simeq \frac{yg^{\nu}}{b^3r^5} \, K'\left(t - \frac{r}{b}\right)$$
 [3]

en donde  $\rho$  es la densidad; a y b, las velocidades de las ondas longitudinales y transversales, respectivamente; K(t), una función intensidad tiempo:

$$g^{it} = \frac{y' \alpha_x - x' \beta_x}{\sec i}$$
 [4]

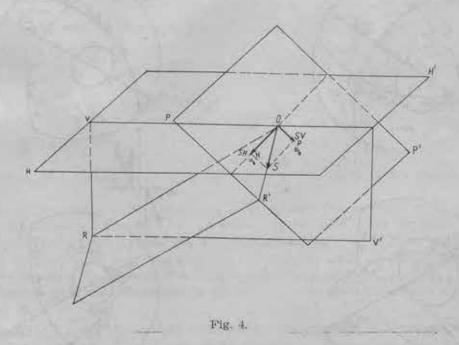
V

$$g^{0} = \frac{x \cos^{2} i - z' \gamma_{x}}{\sin i \cos i}$$
 [5]

siendo  $a_x$ ,  $\beta_x$ ,  $\gamma_x$ , los cosenos directores de los ángulos que forma el eje x con los x' y', z', respectivamente, o los módulos de las respectivas magnitudes escalares, de tal manera que

$$x = x' a_x + y' \beta_x + z' \gamma_x \tag{6}$$

Según el Prof. Keylis-Borok, en el caso de que la fuente de energía productora del sismo no sea un dípolo como el de la figura I, las fórmulas son las mismas, pero reemplazando el fac-



tor «y» por los siguientes símbolos:  $a \circ b$ , para una símple fuerza; x, para los dipolos sin momento; y', para la superposición de un dipolo con momento y otro sin momento (ver figs. 5 y 6);  $y^2/a \circ y^2/b$ , en el caso de un doble dipolo con momento.

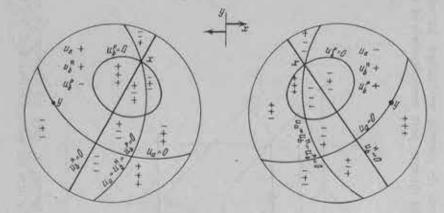


Fig. 5.

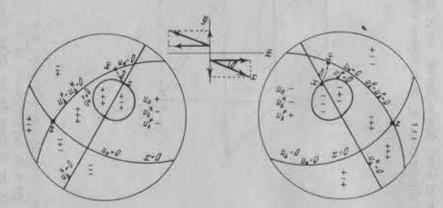


Fig. 6 c.—Superposición de dipolos con y sin momento.

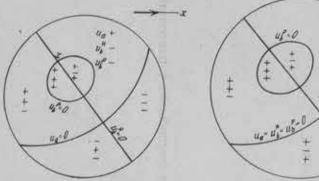
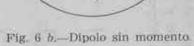


Fig. 6 a.—Fuerza simple.



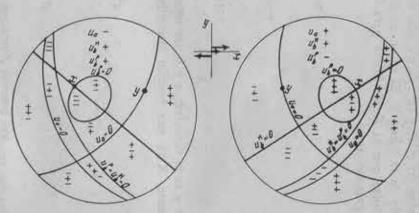


Fig. 6 d.—Superposición de fuerza y dipolo.

### LAS LINEAS NODALES

Son superficies nodales aquellas en que todas o algunas de las componentes se anulan. Pueden obtenerse de las fórmulas [1], [2] y [3], que dan:

a) Para el plano y = 0, se anulan las tres fórmulas, luego  $u_a = 0$ ,  $u_b^{\rm H} = 0$  y  $u_b^{\rm P} = 0$ . Como el plano y = 0 es el plano de falla, en él se anulan las tres ondas P, SH y SV.

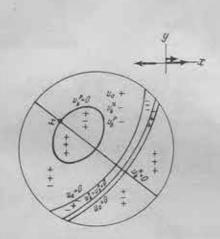


Fig. 6 e.—Superposición de fuerza y dipolo.

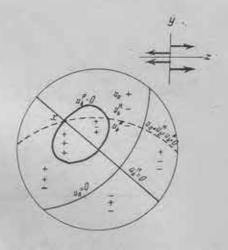


Fig. 6 f.—Doble dipolo con momento.

b) Para el plano x=0 (normal al movimiento), se anula la [1], luego  $u_u=0$ , lo que significa que la onda P se anula también en el plano auxiliar.

C) Para el plano  $g^H = 0$ , será  $y'\alpha_x - x'\beta_x = 0$ , y si llamamos  $x'_c$  e  $y'_c$  las coordenadas de un punto del eje x con relación a los ejes x', y', podremos escribir  $y'x'_c - x'y'_c = 0$ , que es un plano vertical que contiene al eje x (ver fig. 7 para más claridad).

d) Para el cono  $g^p = 0$ , será:

$$x \cos^2 i - z' \gamma_x = 0;$$
  $(x' x'_e + y' y'_e + z' z'_e) \cos^2 i - z' z'_e = 0$ 

v como

$$\cos^2 i = \frac{z^2}{r^2}$$
 y  $r^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2$ ,

sustituyendo, se tiene:

$$x'(x'_ez'-z'_ex')+y'(y'_ez'-z'_ey')=0.$$

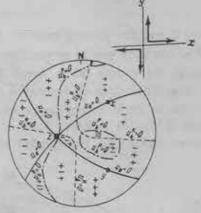


Fig. 6 g.—Dos dipolos con momento.

Este es un cono elíptico sobre los ejes z' y x. El eje del cono se encuentra en el plano xz' y es bisectriz del ángulo que forman x y z'. La proyección del cono sobre un plano horizontal es un circulo cuyo diámetro es la linea que une el epicentro con el eje x. Sobre una proyección estereográfica de Wolf, es un óvalo que pasa por el centro (que es la proyección del eje z'), y por la proyección del eje x. En la figura 8 se da una familia de estos óvalos, trazados por la profesora rusa Malinovskaja para varias inclinaciones del eje x. En esta figura la linea de simetría coincide con  $u_h^{\mu} = 0$ .

La línea  $u_b^p = 0$  puede obtenerse en la proyección estereográfica de Wolf cuando el eje x es ya conocido, haciendo girar el papel sobre el centro de la proyección hasta que el eje x coincida con el plano de simetria (fig. 8). Entonces el óvalo que pase por la proyección del eje x representará la línea  $u_b^p = 0$ .

La interpretación de los resultados de un sismo exige el conocimiento de las posiciones teóricas de las lineas nodales en una proyección estereográfica de Wolf. Algunas de estas posiciones se dan en las figuras 5 y 6, en donde y=0 y x=0, o, lo que es lo mismo,  $u_a=u_b^{\rm H}=u_b^{\rm v}=0$  y

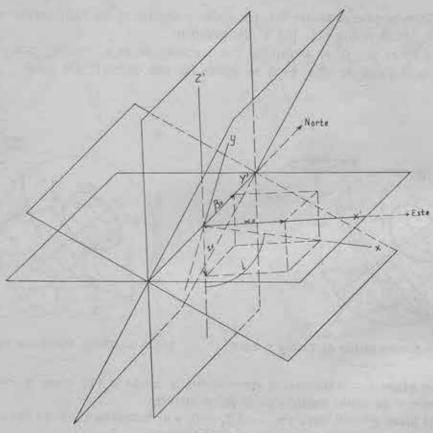


Fig. 7.

 $u_a=0$  son las proyecciones de dos planos perpendiculares;  $u_b^{\rm H}=0$ , es una línea recta que pasa por el centro y por la proyección del eje x, que es el polo de la línea  $x=u_a=0$ , y  $u_b^{\rm P}=0$ , es uno de los óvalos de la figura 8.

La distribución de los signos de  $u_a$ ,  $u_b^{\rm H}$  y  $u_b^{\rm v}$  en las diferentes regiones entre las diversas líneas nodales es de la mayor importancia para la correcta interpretación. Todas las combinaciones posibles se dan en la figura 5, cuyos signos pueden cambiarse simultáneamente. Las líneas nodales quedan ligadas sin ambigüedad alguna a los parámetros principales de la dislocación en el foco,

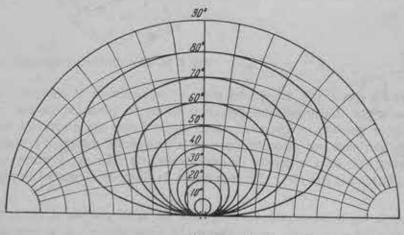


Fig. 8.

y así, y = 0, o sea  $u_a = u_b^u = 0$ , determina el plano de falla, y el punto x la dirección del movimiento.

Todo esto, en la hipótesis de que el movimiento en el foco es producido por un dipolo con momento. En el caso de fuentes de energía de otro tipo, las distribuciones de los signos serian como puede verse en las figuras 6 a), b), c), en cada una de las cuales se indica el tipo de fuente de energía.

## RELACION DE AMPLITUDES

De las fórmulas [1] a [6] se obtiene:

$$\frac{u_a}{u_b^H} \simeq \frac{x b^3}{g^H a^8} \qquad \text{y haciendo} \qquad \frac{a^3}{b^3} = k,$$

$$K \frac{u_a}{u_b^H} \simeq \frac{x}{g^H} = \frac{x' a_x + y' \beta_x + z' \gamma_x}{y' a_x - x' \beta_x} \operatorname{sen} t \qquad [7]$$

y de igual manera

$$K\frac{u_a}{u_b^P} \simeq \frac{x}{g^P} = \frac{x'\alpha_x + y'\beta_x + z'\gamma_x}{x\cos^2 i - z'\gamma_x} \operatorname{sen} i \cos i = \frac{x'\alpha_x + y'\beta_x + z'\gamma_x}{(x'\alpha_x + y'\beta_x)\cos^2 i - z'\gamma_x \operatorname{sen}^2 i} \operatorname{sen} i \cos i$$
 [8]

$$\frac{u_b^P}{u_b^H} = \frac{g^P}{g^H} = \frac{(x'\alpha_x + y'\beta_x)\cos^2 i - z'\gamma \sin^2 i}{(y'\alpha_x - x'\beta_x)\cos i}$$
[9]

Si en estas fórmulas hacemos

$$\mathbf{K} \frac{u_a}{u_b^{\mathrm{H}}} = h^{\mathrm{H}}; \quad \mathbf{K} \frac{u_a}{u_b^{\mathrm{P}}} = h^{\mathrm{P}}; \quad y \frac{u_b^{\mathrm{P}}}{u_b^{\mathrm{H}}} = f,$$

tendremos para la [7]

$$(x'a_x + y'\beta_x + z'\gamma_x)$$
 sen  $i - y'a_xh^H + x'\beta_xh^H = 0$ 

y multiplicando por cosec i,

$$x'a_x + y'\beta_x + z'\gamma_x - y'a_x h^{H} \csc i + x'\beta_x h^{H} \csc i = 0$$

$$\underbrace{\frac{(x'-y'h^{\mathrm{H}}\operatorname{cosec} l)}{A_{\mathrm{H}}a_{x}} + \underbrace{(y'+x'h^{\mathrm{H}}\operatorname{cosec} l)}_{+B_{\mathrm{H}}\beta_{x}} \beta_{x} + z'_{1x} = 0}_{+C_{\mathrm{H}}\gamma_{x} = 0}}_{[7a]}$$

para la [8],

x' sen  $i\cos i\alpha_x + y'$  sen  $i\cos i\beta_x + z'$  sen  $i\cos i\gamma_x - x'h^p\cos^*i\alpha_x - y'h^p\cos^*i\beta_x + z'h^p\sin^*i\gamma_x = 0$ y dividiendo por sen i · cos i,

$$\underbrace{\frac{(x'-x'h^{\mathrm{p}}\cot i)}{\mathrm{Ap}\,\alpha_x} \stackrel{\alpha_x}{+} + \underbrace{(y'-y'h^{\mathrm{p}}\cot i)}_{\mathrm{Bp}\,\beta_x} \stackrel{\beta_x}{+} + \underbrace{(z'+z'h^{\mathrm{p}}\tan i)}_{\mathrm{Cp}\,\gamma_x} \stackrel{\gamma_x}{=} 0}_{=0}}_{=0}$$

y para la [9],

$$x'\cos^{\alpha}i\alpha_{x}+y'\cos^{\alpha}i\beta_{x}-z'\sin^{\alpha}i\gamma_{x}-y'f\cos i\alpha_{x}+x'f\cos i\beta_{x}=0$$

dividiendo por cos i

$$\underbrace{(x'\cos t - y'f)}_{A_f\alpha_x} \underset{+}{\alpha_x} + \underbrace{(y'\cos t + x'f)}_{B_f\beta_x} \underset{+}{\beta_x} + \underbrace{(z'\sin t\tan t)}_{C_f\gamma_x} \underset{=}{\gamma_x} = 0$$

$$= 0$$
[9 a]

que dan el sistema

$$A_{H} a_{x} + {}^{*}_{0}B_{H} \beta_{x} + C_{H} \gamma_{x} = 0$$
 [7 a]  

$$A_{H} a_{x} + B_{D} \beta_{x} + C_{H} \gamma_{x} = 0$$
 [8 a]

$$A_{P} a_{x} + B_{P} \beta_{x} + C_{P} \gamma_{x} = 0$$
 [8 a]

$$A_f \alpha_x + B_f \beta_x + C_f \gamma_x = 0 ag{9 a}$$

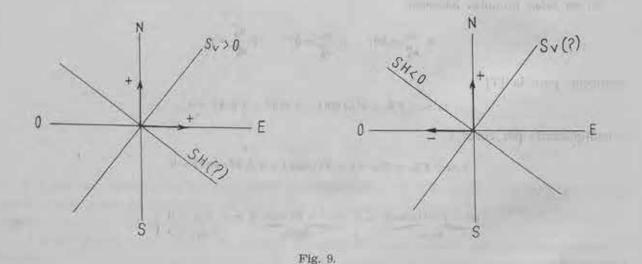
# LA PRACTICA DE LA INTERPRETACION

Como ya hemos dicho, la interpretación se basa en los signos de las ondas longitudinales y transversales a su llegada a los observatorios. Las relaciones de amplitudes que acabamos de exponer, sirven para determinar la dirección del movimiento, pues como las fórmulas [7a], [8a], y [9a] nos permiten calcular  $a_x$ ,  $\beta_x$  y  $\gamma_x$ , la dirección del eje x queda determinada.

La interpretación dinámica de un sismo se desarrolla según el siguiente proceso:

- 1.º Determinación de las componentes del movimiento del suelo.
- 2.9 Reducción de las observaciones a un medio homogéneo (teoría de las «distancias prolon-gadas») y colocación de los resultados sobre una proyección estereográfica de Wolf.
- 3.º Determinación de los parámetros dinámicos del foco: líneas nodales, plano de falla, plano auxiliar y dirección del movimiento.

Los signos y las amplitudes de las ondas a su llegada son los datos iniciales. En el caso de las ondas longitudinales, una sola componente —horizontal o vertical— es suficiente para conocer el desplazamiento del suelo; pero cuando se trata de una onda transversal, hay que determinar la



componente SH y la  $S_z$  o  $S_v$ , que son las dos componentes de la onda SV; siendo  $S_z$  la componente vertical y la  $S_v$ , la horizontal.

Cuando los datos no son numerosos, es conveniente determinar los signos y medir las amplitudes de todas las fases de todos los sismogramas de que se dispone. No todos darán datos iniciales independientes, pero serán útiles para reconocer anomalías en los azimutes y ângulos de emergencia que nos darán idea de la falta de homogeneidad del medio.

Para la determinación del signo de ua es suficiente conocer el de Pz o PH.

Para la determinación del signo de  $u_b^H$  y  $u_b^P$ , se necesita conocer la dirección del desplazamiento total horizontal del suelo —resultante de SH y  $S_\nu$ —, con los valores de las componentes N.-S. y E.-W. Cuando sólo se conoce el signo pero no la magnitud de estas componentes N.-S. y E.-W., sólo puede determinarse el signo de una de las componentes SH o  $S_\nu$ , como puede verse en la figura 9. El signo de  $u_b^P$  queda determinado sin error por el de  $S_z$ .

Determinadas las componentes y sus signos, queda por definir si el signo observado es el mismo de la propia onda en el foco, que es lo que se conoce con el nombre de «conservación de fase», pues existen ondas que experimentan un «cambio de fase», como ocurre prácticamente en todas las reflexiones, o cuando la curvatura del rayo hace cambiar el signo de la onda SV. (ver figura 10).

Es de observar que el cambio de fase sólo afecta a las ondas transversales SV; es decir, a las componentes  $u_a$  y  $u_b^p$ . En la tabla siguiente se dan los signos que corresponden en el foco a los registrados en los observatorios:

Onda	Signo	Onda	Signo	Onda	Signo
Pg	+	sP	+	sSS	+
P	+	SP	-	SSS	-
pP		Sg	+	ScS	+
PP	=	S (1)	+	pS	-
pPP	+ 1	S (2)	-	PS	-
PPP	+	sS	75		1 11 3
PcP	+	SS	+		

El signo (+) significa que se conserva la fase; es decir, que los signos en el observatorio y en el foco son iguales.

El signo (-), que los signos son diferentes.

- (1) El rayo sale del foco «hacia arriba».
- (2) El rayo sale del foco «hacia abajo».

La tabla, que está tomada de Keylis-Borok, está hecha con las siguientes hipótesis:

— que la superficie de la Tierra no altera el signo de llegada la onda SV, hipótesis correcta cuando el ángulo de incidencia es menor que el crítico.

— que el signo de PP y pP cambia en la superficie al reflejarse y el de SS y sS no cambia. La hipótesis es correcta para todas las distancias epicentrales cuando la velocidad de la onda P en la superficie no es mayor de 5.5 - 6 Km/sg., que es lo normal. (En el caso de una

velocidad mayor, véase el trabajo de J. H. Hodgson y el Rvdo. P. E. Ingram, S. J., en el Boletín de la Sociedad Sismológica de América. Vol. 46, número 3, 1956).

Definidas las fases, sus signos y sus amplitudes, procede situar los observatorios, o más bien los puntos convencionales que corresponden a las fases observadas en cada

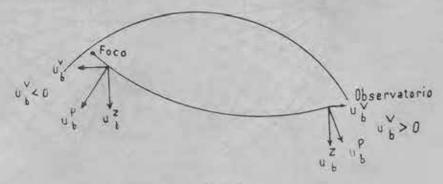


Fig. 10.

observatorio, sobre una proyección estereográfica de Wolf, cuyas coordenadas serán para cada onda el azimut Z, desde el epicentro al observatorio, y el ángulo i que forma la tangente al rayo sismico en el hipocentro con la vertical. Z se determina por cualquiera de los métodos corrientes, y el ángulo i, por las tablas de Hodgson o Ritsema, o por los métodos geométricos usuales en sismología.

Como el ángulo i varia para las distintas ondas, habrá distintos puntos convencionales en la proyección que correspondan al mismo observatorio, pero las ondas que lleven un mismo recorrido,

P y S, PP y SS, pP y sS, etc., quedarán referidas prácticamente al mismo punto.

Dibujado el gráfico de la proyección, sólo queda trazar sobre él las diferentes líneas nodales y=0, que es el plano de falla y en el que  $u_a=u_b^n=u_b^p=0$ ;  $P=u_a=0$ ;  $SH=u_b^n=0$  y  $SV=u_b^p=0$ .

Los resultados al trazar estas lineas nodales tienen que estar de acuerdo con las figuras 5 y 6, que dan las lineas nodales que corresponden a diferentes fuentes de energía que normalmente puede haber en el foco.

# DIRECCION DEL MOVIMIENTO

Las relaciones entre las amplitudes de las componentes sirven para determinar la dirección del movimiento —dirección del eje x-, y por la intersección de los planos queda definido el eje.

Más conveniente es la determinación gráfica de este eje sobre la proyección estereográfica de Wolf.

En esta proyección, las de los planos citados anteriormente, representados por las fórmulas [7 a], [8 a], [9 a], son unos arcos cuya intersección determina la proyección del eje x.

Prácticamente, esta determinación se hace gráficamente por medio de nomogramas. Los representados en las figuras 11/14 son debidos a la sismóloga rusa Malinovskaja.

Cada nomograma corresponde a un valor de i -inclinación del rayo en el foco-, y los arcos corresponden a los distintos valores de hH, hP y f.

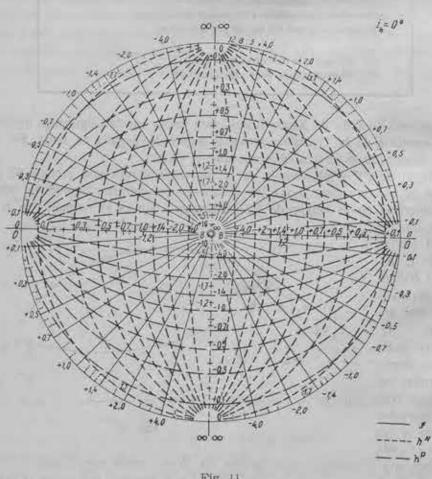


Fig. 11.

Para encontrar uno de estos arcos se elige el nomograma cuyo valor de i corresponda al caso de que se trata o, si no se dispone de ese nomograma, se trabajará con los laterales y se interpolará.

Se superpone un papel transparente, en el que se haya trazado el gráfico de la proyección de Wolf, sobre el nomograma, de tal manera que coincidan los centros de la proyección y del nomograma, y el azimut de uno de los dos puntos convencionales con el diámetro vertical del nomograma, de modo que el punto de observación coincida con el doble circulo del nomograma. Entonces se dibujan sobre el gráfico los arcos correspondientes a los valores de  $h^{\rm H}$ ,  $h^{\rm P}$  y f y la intersección dará la proyección del eje x. En la práctica no es necesario dibujar los arcos en el gráfico, pues su punto de intersección se encuentra inmediatamente.

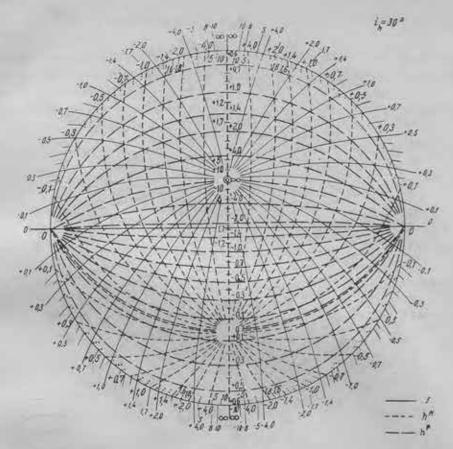


Fig. 12.

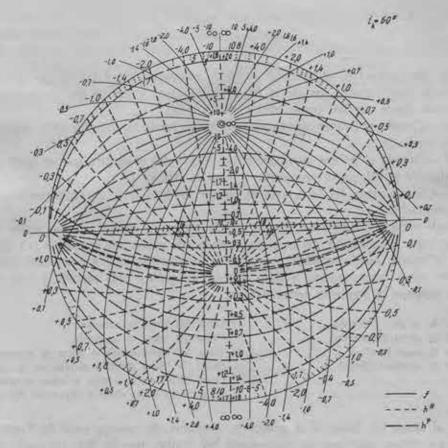


Fig. 13.

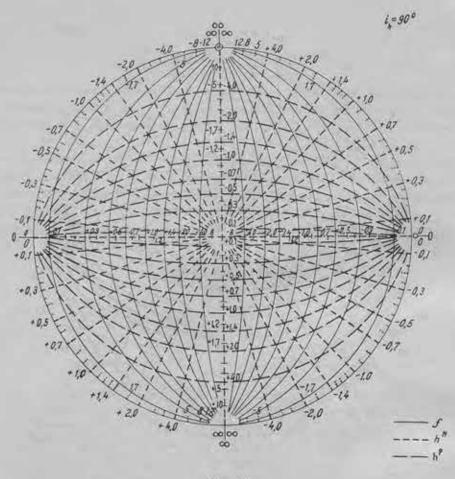


Fig. 14.

El método que acabamos de describir exige la colocación en el gráfico que se levanta de tres signos para cada observatorio; los de la onda longitudinal y los de las componentes SH y SV

de la transversal, cuyos signos, como hemos dicho, son:

Onda SH.—Cuando el primer movimiento se dirige hacia la derecha visto desde el epicentro
(+). Hacia la izquierda (—).

Onda SV.—Cuando el primer movimiento «se aleja» del epicentro, que es igual que decir que va (hacia abajo» (+). «Hacia el epicentro» y «hacia arriba» (—).

Onda P.—Cuando viene del foco, esto es «hacia arriba» (+), o «compresión» «hacia aba-jo» (—), o «dilatación».

Como puede verse, los signos de SV y P «hacía arriba» y «hacía abajo» están cambiados, lo que puede dar lugar a confusión, así como también puede existir esa confusión por el hecho de que el signo (+) lo mismo puede referirse a una onda longitudinal que a una transversal.

Para evitar estos inconvenientes y para obtener un gráfico más sencillo y más claro, el Profesor Ritsema propone la siguiente nomenclatura:

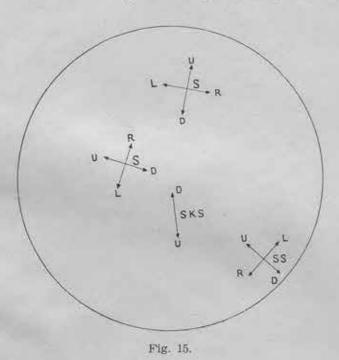
R (inicial de «right» (derecha)	Onda SH hacia la derecha.
L (inicial de «left» (izquierda) =	
U (inicial de «up» (arriba)	
D (inicial de «down» (abajo)	Onda SV hacia abajo o alejándose del epicentro.
V	
D'	Onda SKSV hacia abajo y alejándose del epicentro.

Además, al situar los datos en el gráfico o diagrama, la escuela rusa de Keylis-Borok tiene que emplear dos signos, uno para la componente SV y otro para la SH; en cambio Ritsema sólo sitúa en el diagrama el vector que resulta de componer la SV y la SH, con lo que tiene la verda-

dera dirección de la onda S, lo cual está más de acuerdo con la realidad, puesto que la onda S es una y no dos.

En la figura 15 puede verse cómo se sitúan en el diagrama los datos de las componentes SV y SH, de las que se obtendrá el vector de la onda S. Las SH se dibujan siempre en sentido tangencial y las SV en sentido radial .

Como en el caso de que la onda salga del foco para arriba, en el diagrama se proyecta en



el azimut contrario, los signos U y D están en este caso invertidos: U hacía el centro del diagrama y D hacía la periferia.

Situados todos los datos en el diagrama para la solución del mecanismo en el foco se procede lo mismo que en los métodos ya explicados; pero en este caso la dirección de los vectores de la onda S, que deben seguir líneas meridianas y convergir en el punto que representa la dirección de desplazamiento, suprime la indeterminación que existía con las ondas longitudinales.





