

BIBLIOTECA

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

LA INTERPRETACION GEOLOGICA
DE LAS
MEDICIONES GEOFISICAS
APLICADAS A LA PROSPECCION

TOMO II

FOR 550.341:550.8

JOSE G. SIÑERIZ

VOCAL DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, DIRECTOR DEL
INSTITUTO NACIONAL DE GEOFISICA, VICEPRESIDENTE DEL CONSEJO
SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

CON UN PROLOGO

DEL

EXCMO. SR. D. AGUSTIN MARIN

DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MADRID
TIP. Y LIT. COULLAUT
MARIA DE MOLINA, 58
1941

**PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA**

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN, son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito
que marca la Ley.
Reservados todos los derechos,
incluso el de traducción a lenguas
extranjeras.

<i>Director</i>	Excmo. Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.
<i>Sub-Director</i>	Ilmo. Sr. D. Alfonso del Valle de Lersundi.
<i>Secretario</i>	D. Javier Bordiú y Prat.
<i>Vice-Secretario</i>	Ilmo. Sr. D. Miguel Moya y Gastón de Iriarte.
<i>Vocal</i>	Excmo. Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.
»	Excmo. Sr. D. José G. ^a Siñeriz y Pardo Moscoso.
»	D. Juan Gavala y Laborde.
»	D. Diego Templado Martínez.
»	D. José Romero y Ortiz de Villacian.
»	D. Alfonso de Alvarado y Medina.
»	D. Joaquín Mendizábal y Cortázar.
»	D. Javier Miláns del Bosch y del Pino.
»	D. Agustín de Larragán y Alfaro.
»	D. Juan A. Kindelán y Duany.
»	D. José Meseguer Pardo.
»	D. Antonio Comba Sigüenza.
»	D. Carlos Orti Serrano.
»	D. José Cantos y Sáinz de Carlos.
»	D. Luis A. Larrauri Mercadillo.
<i>Ingeniero Auxiliar.</i>	D. Francisco Solache Serrano.
»	D. Antonio Almela Samper.
»	D. Manuel Pastor Mendivil.
»	D. Ismael Roso de Luna.
»	D. Luis Barrón del Real.
»	D. Manuel Zaloña Bances.
»	Ilmo. Sr. D. Juan Manuel López de Azcona.
»	D. Augusto de Gálvez Cañero y González Luna.
»	D. Alejandro Hernández Sampelayo Moreno.
»	D. Juan de Lizaur Roldán.
»	D. José María Ríos García.
»	D. Serafín de la Concha Ballesteros.
»	D. José María Espinosa de los Monteros y Bermejillo.
»	D. Manuel Abbad Berger.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS DE MINAS
AFECTOS A ESTE INSTITUTO

<i>Director del Laboratorio</i> ...	D. Ceferino L. Sánchez AVECILLA.
<i>Profesor de Geología</i>	Excmo. Sr. D. Pedro de Novo y F. Chicarro.
» <i>de Paleontología</i> ...	D. Joaquín Muñoz Amor.
» <i>de Mineralogía</i>	D. Antonio Baselga Recarte.
» <i>de Química analítica</i>	D. Laureano Menéndez Puget.
» <i>de Topografía</i>	D. Pedro Arsuaga Daban.
» <i>de Geofísica</i>	Ilmo. Sr. D. Wenceslao del Castillo Gómez.

<i>Ayudante de Minas</i>	D. Dagoberto García López.
»	D. Juan I. Sánchez Mouserrat.
»	D. Juan B. Targhetta Junquera.
»	D. Emilio Porrás Revilla.
»	D. Federico Pinós Ramírez.
»	D. Franciscó Merelo Azañón.

PRÓLOGO

La labor científica del Ingeniero de Minas y vocal del Instituto Geológico y Minero de España D. José García Siñeriz, en el campo de la Geofísica, ha dado un nuevo fruto, un nuevo libro. En este último trabajo acredita una vez más su prestigiosa personalidad. Su nombre no sólo es conocido en España, donde ha llegado a ser Presidente del Instituto de Geofísica, sino que ha atravesado las fronteras y ha ocupado la presidencia de la Comisión Internacional de Geofísica y recibido merecidos honores en un gran número de países.

El Instituto Geológico se honra dando a la luz pública este nuevo libro del Sr. García Siñeriz, que incrementa su gran bibliografía en materias geofísicas. Lleva ya publicados dos grandes volúmenes, uno titulado «Los métodos geofísicos de prospección» (1928), y otro «La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección» (1933), a más de muchos trabajos y artículos repartidos en las revistas profesionales. En ellos no sólo se ocupa de los principios y teorías que sirven de fundamento a los procedimientos geofísicos sino que trata de modo muy principal de la aplicación de estos procedimientos en el amplio campo de la minería, en la investigación de aguas subterráneas, en el reconocimiento de

terrenos desde el punto de vista constructivo, etc. La labor fecunda del Sr. García Sñeriz en la ciencia niña de la Geofísica es digna de todo encomio y este Centro se asocia a la obra de miembro tan distinguido del mismo y se cree con derecho a participar en sus triunfos y honores.

En asuntos geofísicos el Instituto Geológico tiene abo-
lengo. En el Congreso Geológico de Madrid, de 1926, se creó por primera vez una Comisión Internacional de Geofísica, constituida por delegados de diversas naciones: Alemania, Rusia, Rumania, Holanda, etc., y con una representación muy nutrida de España, mayor que la de ninguna otra nación, y dispensándonos el alto honor de que la sede de la Comisión fuera el Instituto Geológico y Minero de España. Se publicaron varios trabajos por españoles, que fueron la simiente de la gran labor geofísica llevada a cabo por la ciencia española, que tomó cuerpo de modo definitivo con la labor del señor García Sñeriz.

Es ciencia que nació después del siglo en que vivimos y que empezó a tomar carácter práctico hacia los años de la segunda decena del siglo. En el Congreso Geológico de 1926 se presentaron ya varios ejemplos interesantes de aplicación industrial.

Los procedimientos cada día se multiplican y mejoran, del gravimétrico actual a la primitiva balanza de torsión de Eötvös hay mucho camino recorrido; se ha ganado mucho en sencillez y en precisión. Los progresos en los procedimientos magnéticos, sísmicos y eléctricos son también muy grandes.

El propio García Sñeriz ha introducido modificaciones, algunas esenciales, en los aparatos y métodos, que dan a unos y otros una mayor eficacia investigadora.

El Instituto Geológico sigue con interés el proceso de

desenvolvimiento de ciencia a la que la Industria tanto tendrá que agradecer. Para poder perforar el porvenir sobre la marcha progresiva y acelerada de la geofísica no hay más que volver los ojos hacia atrás, que examinar su breve historia. Observemos, por ejemplo, lo que sucede en América actualmente con las Investigaciones petrolíferas. Antes de la aplicación de esta ciencia se consideraba que para cada sondeo positivo en cuencas nuevas o ampliación de campos de explotación, había que perforar siete con resultados negativos; actualmente, gracias a preceder a la perforación mecánica los trabajos geofísicos, la proporción ha mejorado y se estima en uno positivo por tres negativos.

El Instituto Geológico, con su labor pasada puesta de manifiesto y, por decirlo así, estampada en las obras del Sr. García Sñeriz, creemos que puede inculcar confianza a la opinión pública en la labor que en el porvenir puede hacer ¡Hay tanto problema técnico-económico que resolver en España!

El Instituto Geológico, con la gran herramienta que le proporciona la geofísica, manejada por el Sr. García Sñeriz, creo le falta tiempo para buscar solución a dichos problemas. Hemos sometido ya a la consideración de la Superioridad la cuestión, que juzgamos sumamente interesante, de conocer el espesor de los terrenos modernos que se apoyan sobre los terrenos antiguos y granito de La Carolina, por un lado, y en Linares por otro. Es de suponer que existirá relación entre los sistemas filonianos de plomo de uno y otro distrito y si el espesor de los terrenos muertos no fuera muy grande se incrementaría nuestro tesoro minero nacional con una importante región plumífera.

Los criaderos de hierro de Bilbao son base de nuestra

industria siderúrgica y factor principal en nuestra economía. Desde 1876 se han extraído 195 millones de toneladas y por técnicos e industriales se siente el temor de que vamos a su próximo agotamiento, lo que ocasionaría un grave quebranto en nuestra industria nacional y el empobrecimiento del centro fabril de Bilbao, orgullo de España. No coinciden los técnicos en sus cubriciones sobre lo que resta de mineral de hierro en el subsuelo bilbaíno, pues las cifras oscilan entre 50 y 100 millones de toneladas; urge, por consiguiente, plantear bien los términos de este problema y para ello pretendemos que nos ayudará mucho la geofísica. Es preciso que por los procedimientos de esta ciencia, y más adelante con sondeos, se reconozcan bien los criaderos de hierro de Bilbao en profundidad y se llegue a determinar con rigor científico la cantidad de mineral de hierro que aun se encierra en la región ferrífera de Bilbao Santander. Este conocimiento servirá de base para buscar solución al problema planteado, con la vista puesta siempre en los sagrados intereses de nuestro país.

Problema interesante también es el de buscar yacimientos de cobre que remedien la penuria que sentimos de este metal desde que el empobrecimiento de los yacimientos de Río Tinto nos obliga a buscarlo fuera de nuestro país.

Existen yacimientos interesantes en la región montañosa de Andalucía, Andújar, Alcaracejos..... pero hace falta determinar bien su importancia, relaciones metalogénicas, etcétera, y creemos que en los procedimientos geofísicos se podrá estimar la importancia y riqueza de estos criaderos. No creo que haga falta hacer más manifestaciones para convencer al lector de los beneficios que obtendríamos de tener éxito positivo en estas investigaciones.

Problema que debe también acometer la geofísica es el

de coadyuvar al estudio del accidente tectónico llamado la falla del Guadalquivir, que trae como consecuencia la probable prolongación de las cuencas carboníferas andaluzas en los terrenos que ocupan la margen izquierda de dicho río, cubiertos por terrenos más modernos. El descubrimiento de nuevos yacimientos de carbón no sólo tiene importancia porque disminuiría nuestro déficit actual, sino también porque abastecería una región lejos de los centros productores actuales, descongestionando así los transportes, cuyas deficiencias son motivo muy importante en nuestro desequilibrio económico.

El tratar de abastecer de agua a nuestros sedientos pueblos y a nuestros secos campos ha sido siempre preocupación de este Centro y los trabajos del Sr. García Sineriz en León, Madrid, etc., han arrojado mucha luz sobre alumbramientos de aguas subterráneas. Mas no nos debemos detener en el camino emprendido y regiones como las de Castellón de la Plana, Alcanar y otras muchas de España deben ser objeto de exploraciones geofísicas y así ayudaremos a resolver uno de los más importantes y agrios problemas españoles.

En la cuestión del petróleo la geofísica ha de prestar también al geólogo una ayuda eficaz, no sólo en los estudios de determinación de estructuras sino también con la testificación eléctrica de los sondeos mecánicos. Hoy día en América y lo mismo se comienza a hacer en Europa, a la perforación con trépano sigue la obtención de testigos eléctricos, en que los resultados de los ensayos de porosidad y resistencia dan enseñanzas útiles, no sólo por los datos absolutos que dan los resultados sino por sus comparaciones y relaciones. Todos ellos conducen a dictaminar, no sólo sobre la existencia del petróleo, sino hasta sobre su calidad.

En los estudios que el Instituto tiene emprendidos mancomunadamente con Sociedades especializadas en la cuestión de hidrocarburos, se han de aplicar todos estos procedimientos, y los trabajos que se realicen bajo la inspección de la Sección de Geofísica de este Centro, han de ofrecer las máximas garantías.

Podríamos seguir enumerando otros muchos trabajos, que en bien de la economía nacional hay que ir realizando en España, valiéndonos de esta nueva ciencia de la Geofísica y seguir así el camino emprendido por este Centro, llevando a la cabeza al Sr. García Sñeriz y en el que creemos podemos hacer labor útil y eficaz.

En el libro que presenta hoy el Sr. García Sñeriz se recogen unos cuantos trabajos realizados en estos últimos tiempos. Algunos de aplicación de los procedimientos gravimétricos, como el de investigación de la cuenca potásica de Navarra en Sangüesa y Sos del Rey Católico y otros para investigación de aguas subterráneas en la llanura de León.

Se ofrecen también al lector varios casos de aplicación de los procedimientos sísmicos, como los efectuados para la investigación de yacimientos potásicos en Navarra, en Sangüesa y Sos del Rey Católico y Puente la Reina, Obanos y Tirapu, en la región subpirenaica aragonesa y en Tamarite de Litera, en la prolongación de la cuenca catalana y en donde los resultados de la perforación mecánica fueron exactamente coincidentes con los geofísicos y, por último, en el reconocimiento de los terrenos en donde brotan los manantiales de Tollo de Cofrentes (Valencia), cuyas aguas acusaban una salinidad potásica grande.

También presenta el Sr. García Sñeriz resultados de los trabajos sísmicos en la investigación de aguas subterráneas en la llanura de León y en dos sitios distintos de la provincia de Madrid: El Pardo y Las Rozas.

Son también muy interesantes los trabajos realizados en el Estrecho de Gibraltar, en las dos costas, africana y europea, para determinar las condiciones del terreno que han de servir para medir las posibilidades de realizar la magna obra del túnel bajo las aguas del Estrecho.

Por primera vez ofrece el Sr. García Sñeriz resultados de dos trabajos de aplicación de los procedimientos geofísicos eléctricos. Uno de ellos en la investigación hidrológica de Las Rozas, en las que también, como hemos dicho, se empleó el procedimiento sísmico, y otro en Hien-delaencina, donde aplicó un sistema original que sirvió para resolver el problema de la falla «La Vascongada», que constituyó un martirio en años pasados para los mineros de aquella región. No sólo con los estudios del señor García Sñeriz se ha podido determinar la probable prolongación del filón llamado Rico al otro lado de la falla, sino que también se ha podido comprender cuáles fueron las razones por las que no se halló el filón con los muchos trabajos mineros que se habían realizado en su busca.

Para la ejecución de sus estudios y trabajos cuenta el Sr. García Sñeriz con la ayuda y colaboración del personal del Instituto, muy competente, como lo son los Ingenieros Sres. Cantos, Pastor, López Azcona, Espinosa de los Monteros y el Ayudante facultativo Sr. Targhetta, pero el ancho campo de actuación que se divisa en las aplicaciones geofísicas obliga a aumentar el personal, con el deseo de crear un ambiente doctrinal, una Escuela en el Instituto Geológico que sirva para que éste pueda resolver sin demora y con precisión científica los muchos problemas de investigación, que ahora se nos presentan y que no se vislumbraban en el antiguo arte de laborar las minas donde no se podía conocer el subsuelo nada más

que según iba perforándolo la barrena. Hoy, con la geofísica, los terrenos que antes eran opacos se procura hacerlos de cristal y el progreso de esta ciencia se medirá por la profundidad a que se vaya haciendo transparente la tierra con los nuevos métodos geofísicos, que seguramente con el tiempo se inventarán.

Agustín Marín

INVESTIGACION
DE LA
CUENCA POTASICA DE NAVARRA

CAPITULO I

INVESTIGACION SISMICA Y GRAVIMETRICA EN SANGÜESA Y SOS DEL REY CATOLICO

§ 1. **Prólogo.**—Ya bien avanzada la perforación de un sondeo practicado en la margen izquierda del río Onsella, cerca del kilómetro 90 de la carretera de Sangüesa a Sos, la dirección del Instituto Geológico y Minero de España dispuso que nuestra Sección de Geofísica efectuase un estudio para conocer la profundidad probable a que debía cortarse la formación salina subyacente, si no excedía de los límites del alcance de los aparatos empleados.

El método sísmico estaba indicado para resolver el problema, siempre que la profundidad de la sal no fuese superior a 1.000 metros, ya que entonces sería preciso estudiar perfiles de más de cinco kilómetros de longitud, y la estación emisora de radio que poseíamos entonces no tenía potencia para ello.

Con este objeto se efectuaron dos perfiles sísmicos, uno a cada margen del río Onsella, cuyos resultados pusieron de manifiesto que el sondeo estaba situado en el flanco Sur de un anticlinal, cuyo eje no era de fácil determinación.

Por esta causa era indispensable la ayuda del método gravimétrico para encontrar la prolongación del antici-

nal de Aibar (véase el plano general), donde se había tratado de colocarlo.

Nuestro compañero Sr. del Valle ha hecho un estudio de la parte Norte de la zona de investigación, con el objeto de elegir un nuevo emplazamiento para otro sondeo y ha tenido la amabilidad de suministrarnos los cuatro cortes geológicos que figuran en la lámina que completa el estudio geológico de la zona. El primero de ellos, el número uno, resultó exactamente igual al hecho por nosotros con anterioridad, que ya teníamos dibujado en la lámina III.

Las importantes conclusiones deducidas de estos trabajos las expondremos al final de esta memoria.

Sólo nos resta manifestar nuestro agradecimiento al personal de la Sección de Geofísica, por el interés con que cumple mis indicaciones (*).

§ 2. Reseña geográfica y geológica.

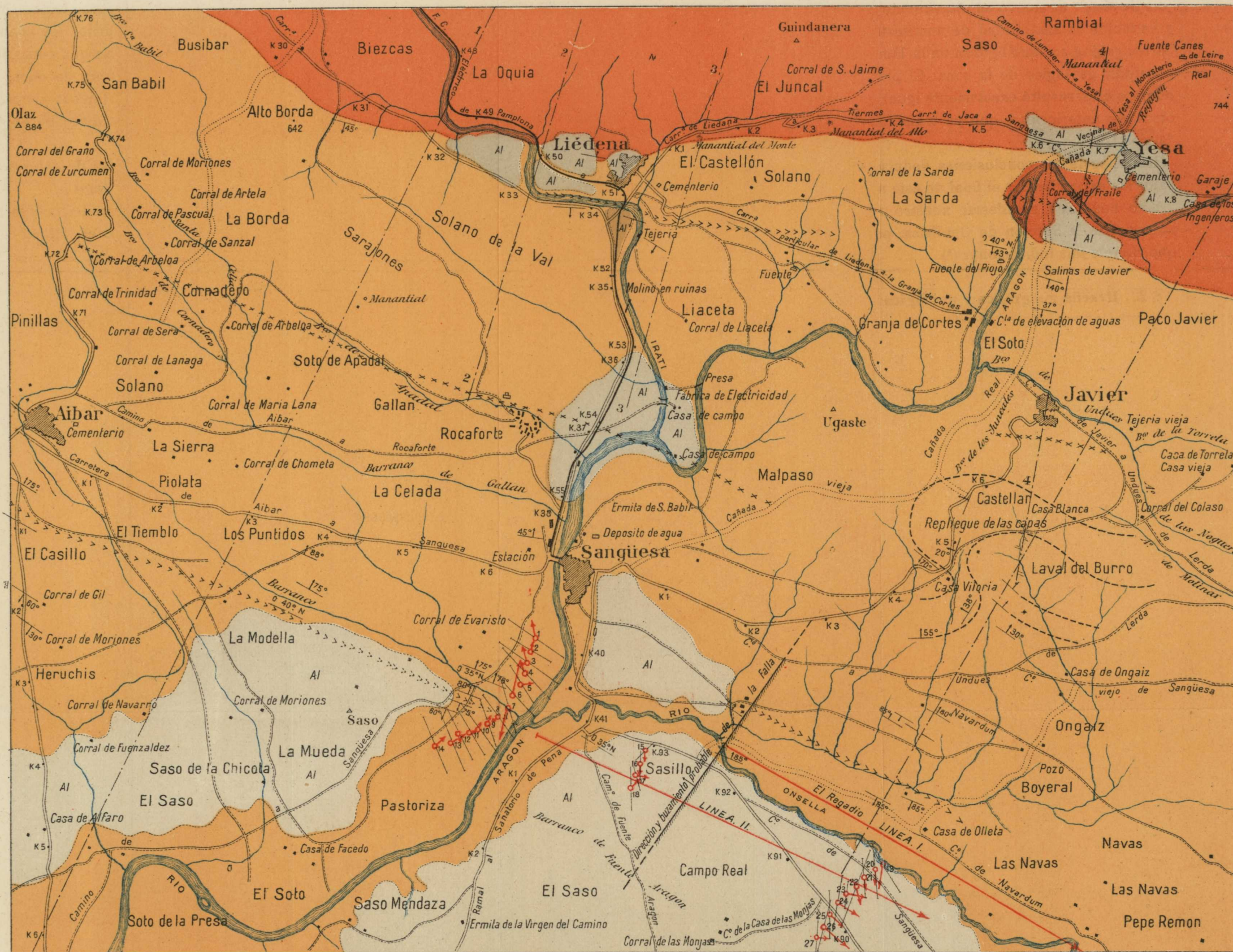
RESEÑA GEOGRÁFICA.—La investigación comprende una zona de 10 kilómetros de longitud, por cuatro de anchura, emplazada en los términos municipales de Sangüesa y Sos, de las provincias de Navarra y Zaragoza, respectivamente, con una extensión análoga en cada una de ellas.

La línea ideal que circunscribe la zona empieza en Sangüesa, y sigue por la carretera de Aibar hasta el kilómetro 6, donde dobla hacia Cáseda, hasta penetrar en el paraje denominado La Muela. Después, se dirige nuevamente hacia levante, entrando en Aragón por la llanura de

(*) En este trabajo han intervenido los Ingenieros Sres. Orti, Cantos y Pastor, así como el Ayudante Sr. Targhetta.

INVESTIGACIÓN SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA DE LA ZONA DE SANGÜESA Y SOS DEL REY CATÓLICO

Escala 1:50.000



Campo Real, donde corta la carretera de Sos en el kilómetro 89, y sigue hasta el camino de Undués; cambia al Norte, según la dirección de dicho camino, cruzando el Onsella, y desde las inmediaciones del camino de Navar-dún dobla, por último, hacia poniente, para cerrar el pe-rímetro en el pueblo de Sangüesa.

La extensión superficial que comprende es de unos 40 kilómetros cuadrados, de los que corresponden, próxi-mamente, la mitad a cada una de las dos provincias ante-riormente mencionadas.

El relieve del suelo, en la zona considerada, está influí-do por los fenómenos tectónicos y de erosión que han im-primido el carácter accidentado de la cordillera pirenaica, si bien dentro de la intensidad relativa que corresponde a la distancia que la separa de aquélla. Lo forman, en esencia, una serie sucesiva de sierras, cordales y picachos, alineados según la orientación de la citada cordillera, que alternan con valles, vegas y mesetas de las más variadas formas.

Entre las sierras, la más notable de la región es la de-nominada Sierra de Leire, que forma la divisoria de las aguas entre las cuencas de los ríos Aragón y Salazar. Su pico más elevado es el Aragosti, de 1.355 metros de altu-ra sobre el nivel del mar, y está situado frente al pueblo de Yesa; el Sario, de 1.160, y los denominados de Ibarra y Romastaca, situados cerca de Liédena, alcanzan alturas de 986 y 931 metros, respectivamente.

Sigue con menos importancia orográfica, hacia el Sur, el cordal o serrezuela situado entre Aibar y el pueblo de Javier, pasando por Rocaforte, cuyas principales cotas co-rresponden a los altos de Pinillas, en Aibar; el Gallan, en Rocaforte; y los picos de Agasti y el Castellar en las inme-diaciones de Javier, que tienen, respectivamente, 690, 573,

627 y 612 metros. Sus estribaciones, en la parte meridional, forman una serie de crestones y picachos que constituyen la zona de tierras bajas, cuyas cotas están comprendidas entre 450 y 500 metros, pero tan frecuentemente repetidas y próximas entre sí que constituyen un suelo áspero para el tránsito.

En la parte Sur de la zona, la única barrera que se alza entre ella y los llanos de Aragón es la conocida Sierra de La Peña, prolongación oriental de la de Ujué y dirigida en el mismo sentido, con altitudes que superan a los 700 metros.

Las partes bajas o tierras llanas pueden considerarse divididas en dos partes: una, que corresponde a las inmediaciones de los ríos y constituye las vegas o tierras de regadío, destinadas al cultivo de frutales y hortalizas, y, otra, unos 50 metros más alta que las anteriores, forma las terrazas, que son utilizadas para la producción de cereales y otros frutos de secano. La más importante de estas terrazas tiene forma triangular, cuyos lados son los ríos de Aragón y Onsella y la intersección ideal del plano de la terraza, con la vertiente septentrional de la Sierra de La Peña. Se la conoce con la denominación de Campo Real. Las demás son: la llanura denominada La Muela, también de extensión importante, y otras varias, en las cercanías de Sangüesa y Liédena, de pequeña superficie.

Como medios de comunicación y transporte cuenta con un ferrocarril eléctrico, que sigue el curso del río Irati y se extiende entre Sangüesa y Pamplona, enlazando con el económico de las Vascongadas y con el de ancho normal de Barcelona a Irún. Es decir, que la región está unida por ferrocarril con toda la red ferroviaria de España y, por consiguiente, con los puertos de mar que la circundan.

En cuanto a carreteras, podemos enumerar, en primer

término, la de Gallur, que pasa por Sos y Sangüesa y empalma en Liédena con la de Pamplona a Jaca. Cruza también, a cuatro kilómetros de Liédena, la de Lumbier, con salida a Francia por Roncesvalles.

Bordeando el Norte de la zona de estudio, se desarrolla la de Tafalla a Sangüesa, con prolongación a Javier, y empalma, a su vez, en Yesa, con la de Jaca. Por último empalma con la de Gallur por medio de un ramal de perfil, sensiblemente horizontal en su primera mitad, que termina en el antiguo Señorío de la Peña, en la vertiente Norte de la sierra del mismo nombre.

Además, existen varios caminos de carro, entre los que se destacan el que arranca en las inmediaciones del puente metálico sobre el río Aragón, en Sangüesa, y sigue, por el corazón de la vega, en dirección a Cáseda, que fué, en otro tiempo, la comunicación principal entre ambos pueblos, y el que sigue el curso del Onsella, bordeando la pequeña vega denominada El Regadío, para terminar en el pueblo de Navardún; ambos tienen anchura y perfil adecuados para el paso de vehículos automóviles en una gran parte.

La hidrografía está representada por las cuencas de los ríos Aragón, Irati y Onsella, principalmente. El primero recoge las aguas de los otros dos, que son sus afluentes más importantes, por cada margen del mismo. El Irati desemboca por la margen derecha, aguas arriba de Sangüesa, frente al pueblo de Rocafort, después de ingresar en él las aguas del río Salazar, en las inmediaciones de Lumbier. Y el Onsella nace cerca del pueblo de Navardún, al recoger y encauzar las que discurren por los barrancos y regatos que surcan la vertiente Norte en la Sierra de La Peña. Es de curso accidentado y pronunciada pendiente en las cercanías de su origen, suavizándose

al internarse en la vega El Regadío, donde se forman una multitud de meandros.

Una de las particularidades que ofrece el mencionado río Irati es la de precipitarse por el macizo rocoso de Lumbier, aprovechando una grieta natural y profunda, conocida bajo la denominación de Foz de Lumbier, de paredes cortadas verticalmente, donde se aprovecha un salto de agua natural para la producción de energía eléctrica y alumbrado de dicho pueblo.

El más importante de todos es el Aragón, que descien- de de Jaca y se interna en la vega de Tiermas, después de incorporar gran parte de las aguas que descienden de los Pirineos por los valles de Ansó y el Roncal; sigue por la angostura de Yesa, donde se encuentra emplazada la presa del pantano del mismo nombre, y recorre un curso irregular hasta Sangüesa, donde entra en la vega bordeando las terrazas de la misma, para atravesar, después, entre Cáseda y Gallipienzo, la prolongación de la Sierra de Ujué, e incorporar sus aguas a las del Arga, cerca ya de la confluencia de este río con el Ebro, en las inmediaciones de Alfaro.

Como todos los ríos que tienen su origen en zonas próximas a la gran cordillera pirenaica, son de régimen relativamente variable, aunque por ser en gran parte alimentados por el deshielo de la nieve, casi permanente, su caudal es abundante en todo tiempo.

RESEÑA GEOLÓGICA.—Las formaciones de la zona, consideradas de arriba hacia abajo, podemos agruparlas como sigue:

ALUVIAL O PLEISTOCENO.—Está constituido por tres niveles, que fueron otros tantos lechos de los mencionados

ríos en las pasadas épocas geológicas. El primero constituye una serie de terrazas, que alcanzan altitudes alrededor de 500 metros. Se las distingue por la gran trabazón de los cantos rodados, a consecuencia de su edad, y por el alto horizonte en que se encuentran. Pueden observarse en el pueblo de Yesa, lámina I, que se alza, precisamente, sobre una de ellas; en el de Liédena, también edificado en su casi totalidad del mismo modo, y en las inmediaciones de las Salinas de Javier, coronadas por otro manto aluvial del tipo medio.

Este segundo tipo de terrazas no suele pasar de la altitud de 450 metros. Son las que ocupan la mayor extensión superficial dentro de la región. Entre ellas se cuentan las dos llanuras, situadas aguas abajo de Sangüesa, a derecha e izquierda del río Aragón, que constituyen el lugar denominado La Muela hasta las inmediaciones de Cáseda, y la llanura de Campo Real, también representadas en la lámina I.

Tanto en uno como en otro nivel, los espesores oscilan entre uno y tres metros, generalmente. Contienen cantos redondeados de dimensiones muy variadas, comprendidas, casi siempre, entre límites de dos y veinte centímetros, siendo su diferencia esencial, además de la diferencia de horizonte, su diferente cohesión. El de mayor altitud se presenta, a veces, como un verdadero conglomerado, mientras que el otro está casi completamente suelto.

Una tercera terraza, que suele elevarse poco sobre el nivel del río, constituye el tramo aluvial más reciente, y se diferencia de las otras dos por el menor volumen de sus cantos y por la naturaleza eminentemente terrosa de su cemento. Puede considerarse como un aluvión moderno, que forma la mayor parte del suelo en las márgenes de los ríos y cuya sedimentación prosigue en la actualidad.

OLIGOCENO.—Al terreno de acarreo precedente sigue, en orden cronológico descendente, la gran cuenca oligocena, compuesta de capas alternantes de calizas y margas, más o menos sabulosas.

Como ocurre en toda Navarra y en la cuenca de Cataluña, se observa en la zona de Sangüesa y Sos el mismo orden de colocación de dichas capas. Las de menores potencias y colores grises, más o menos claros, ocupan los horizontes geológicos más profundos, mientras que los bancos fuertes, de grano basto y color pardo, constituyen las capas altas, quedando las de tipo margoso y tinte rojizo en los niveles intermedios. El carácter sabuloso se acentúa en términos tales, de abajo hacia arriba, que las capas que se acercan al límite superior de la formación se convierten en areniscas, pasando con gran frecuencia, de un modo gradual, a verdaderos conglomerados, que fijan probablemente su límite, o bien el comienzo de la formación miocena. Uno de los sitios donde aparecen los conglomerados es en la zona de Gallipienzo.

Lo expuesto puede considerarse como regla general; sin embargo, se presentan algunas variaciones, tanto en lo que se refiere a la potencia de los bancos como a su colorido. En las cercanías de Yesa, es decir, en uno de los horizontes más profundos, aparecen bancos de caliza compacta con potencias de 40 y 50 centímetros que apenas tienen margas intercaladas, y debajo, en el contacto con el Eoceno, se presenta una capa de margas rojas con algunas partículas yesosas, según se indica en los cortes geológicos que se acompañan.

EOCENO.—Constituyendo la base sobre la cual descansa la formación precedente, se presentan, en la mayor parte del borde, unas margas de color gris oscuro, friables, que

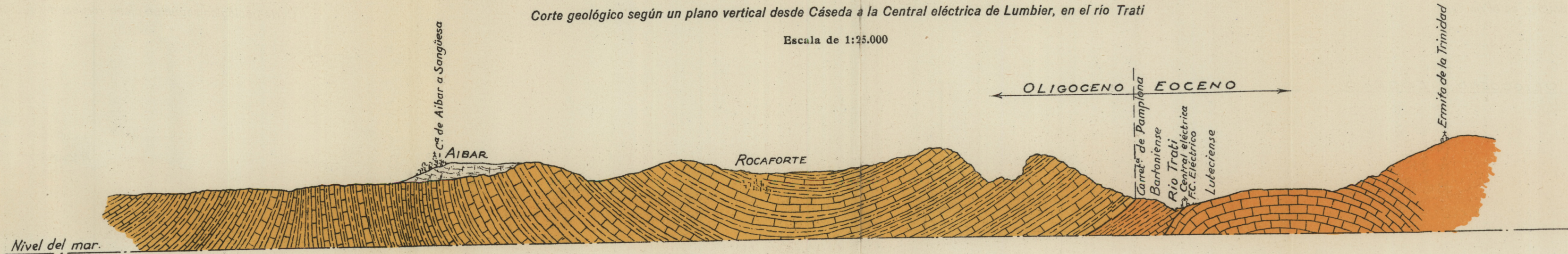


INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INVESTIGACIÓN SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA DE LA ZONA DE SANGÜESA Y SOS DEL REY CATÓLICO

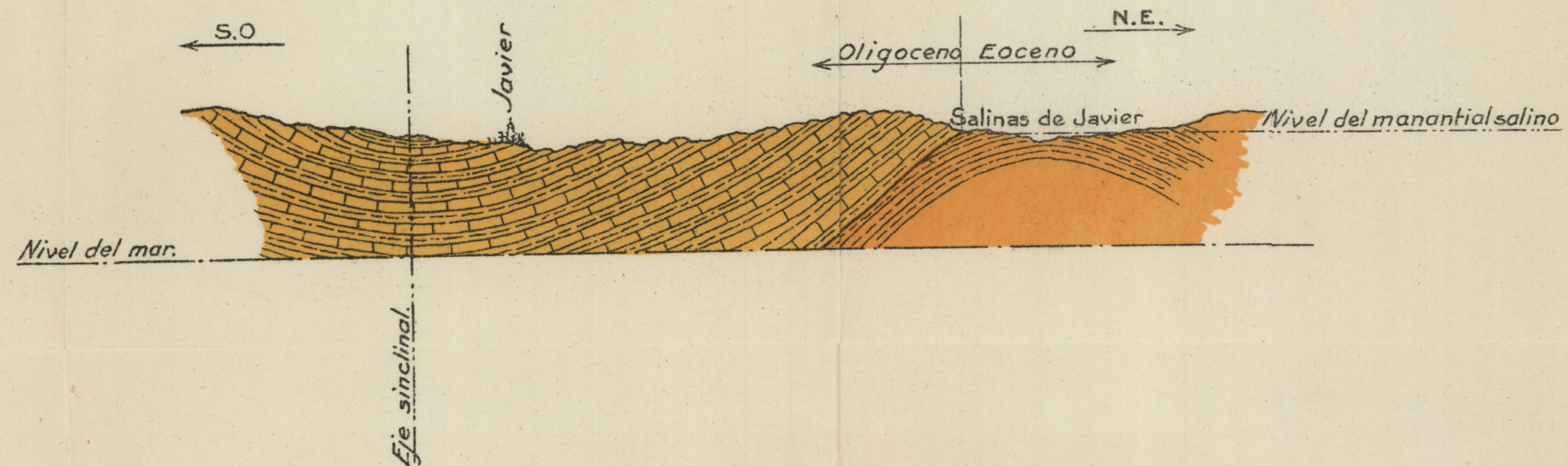
Corte geológico según un plano vertical desde Cáseda a la Central eléctrica de Lumbier, en el río Trati

Escala de 1:25.000



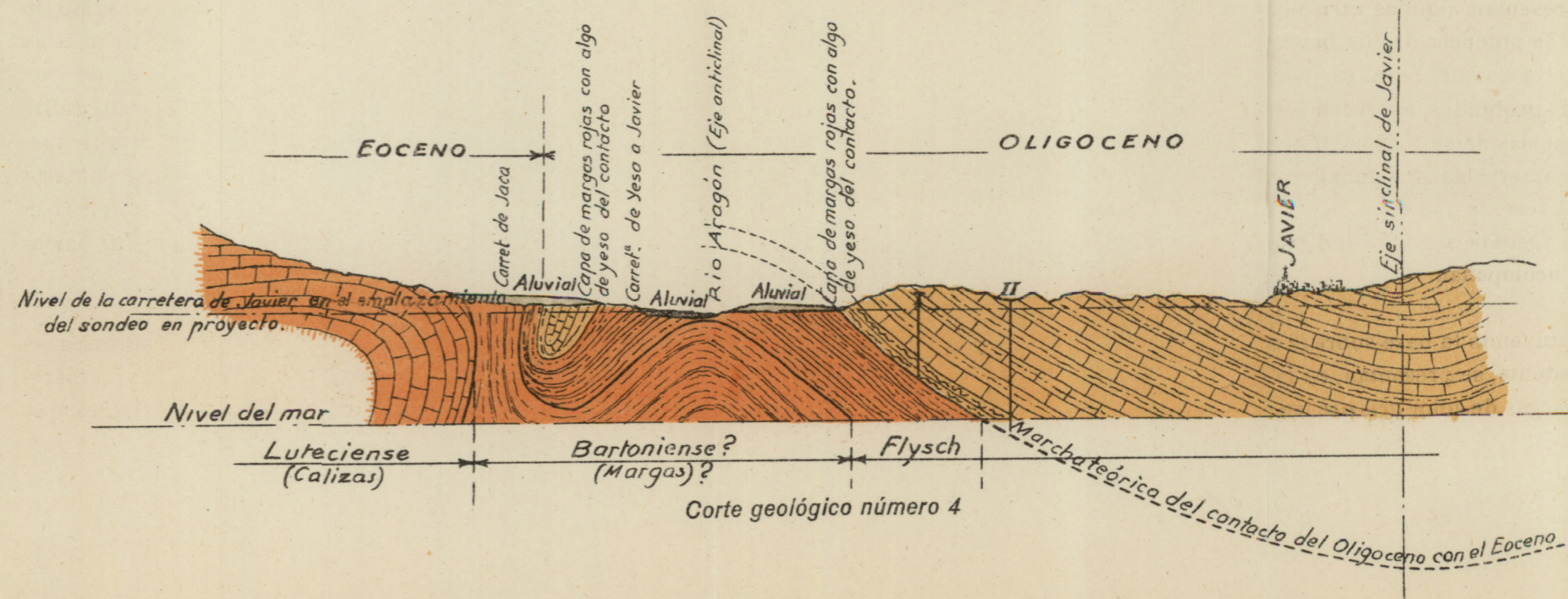
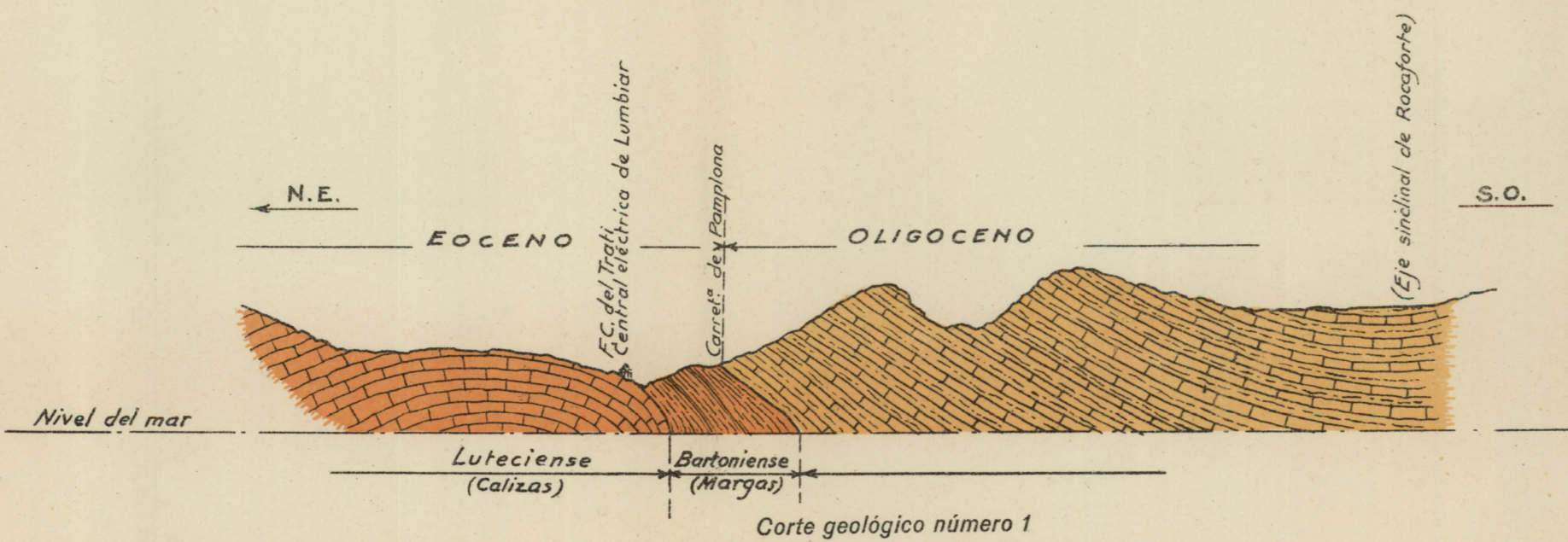
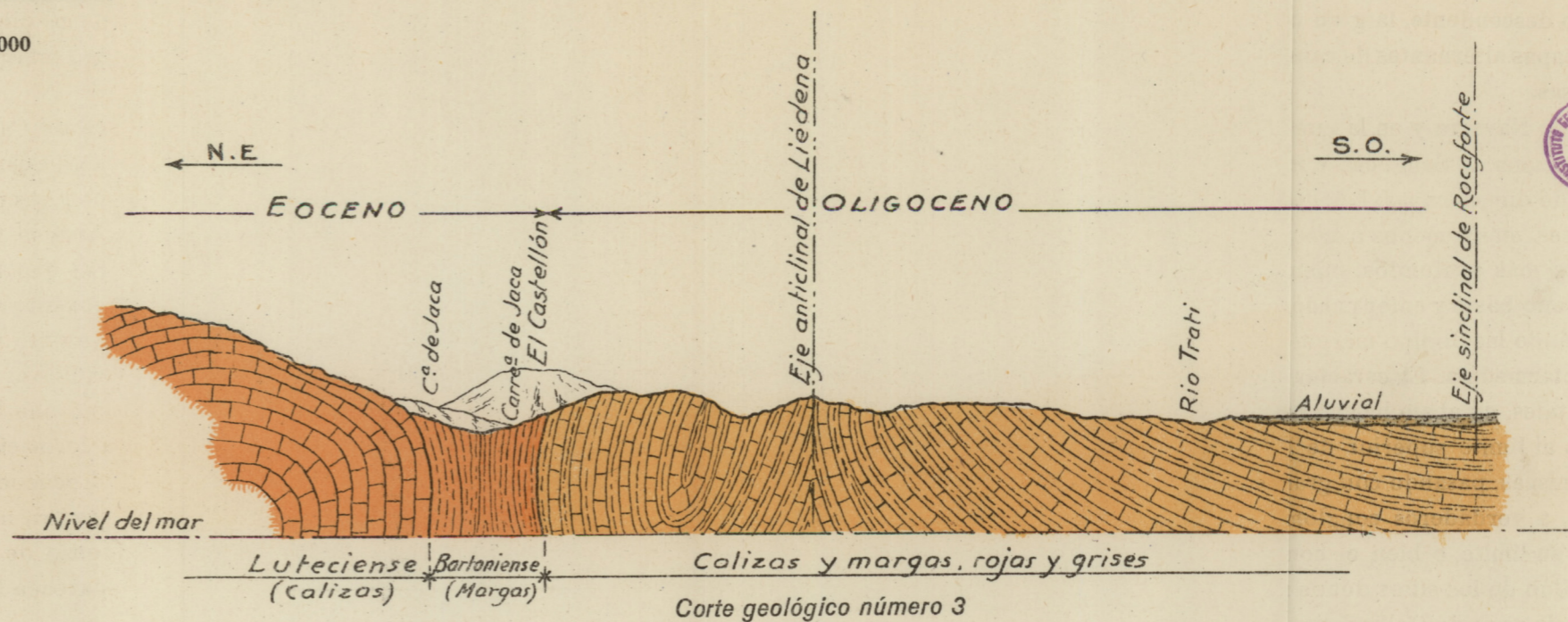
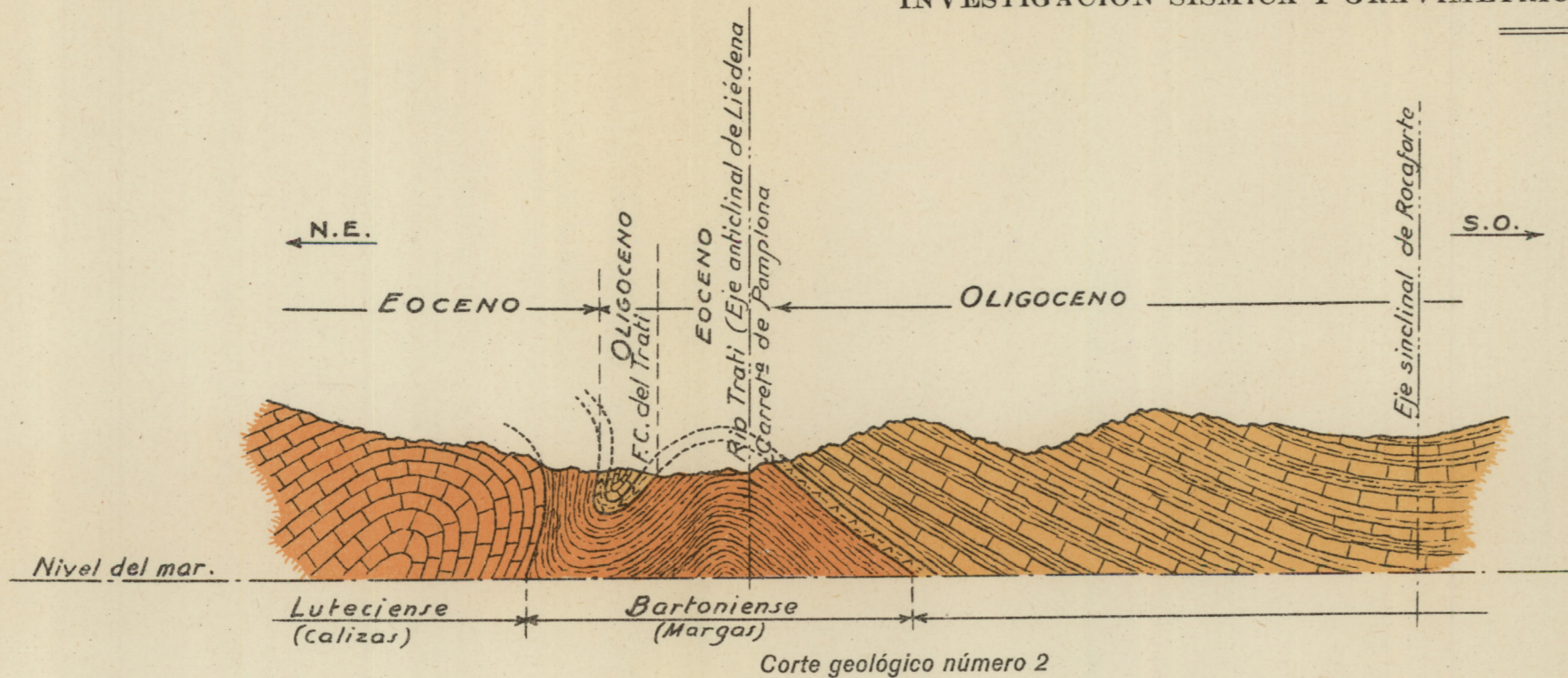
Corte geológico según un plano vertical NE.-SO. por el Monasterio de Javier

Escala de 1:25.000



INVESTIGACIÓN SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA DE LA ZONA DE SANGÜESA Y SOS DEL REY CATÓLICO

Escala de 1:25.000



aunque no permiten comprobar la presencia de fósiles, por estar descompuestas y trituradas superficialmente, son, indudablemente, la continuación de las que rodean la parte septentrional de la Higa de Monreal y forman las vegas de Lumbier, de carácter marcadamente bartoniense. Se apoyan, además, sobre las calizas numulíticas del tramo inferior o luteciense. Pueden observarse en la carretera de Pamplona a Sangüesa, poco antes de Liédena, en este mismo pueblo, y a todo lo largo de la carretera de Jaca hasta cerca de Yesa (véanse los cortes geológicos de las láminas II y III) (*).

Sin embargo, al llegar a las cercanías de dicho pueblo, el asiento de los bancos oligocenos no se verifica directamente sobre dichas margas, sino sobre una especie de *flysch* que, indudablemente, corresponde también a la formación eocena y forma la cobertera de aquéllas. Está compuesto por una serie de bancos o lechos de caliza de escaso espesor, que alternan con otros, también de potencia escasa, de margas de color gris oscuro. Todo el contacto observado desde el río Aragón, en la parte de Yesa, pasando por las Salinas de Javier y siguiendo el barranco donde surge el manantial salado, del mismo modo que las márgenes de dicho río, corresponden al mencionado tramo.

El extremo de la cuenca, en su región Norte, forma una línea sinuosa desde la carretera de Lumbier, a la derecha de la de Pamplona, en su kilómetro 28, y sigue hasta el

(*) El número 1 ha sido hecho por el Sr. Siñeriz y está representado también en la lámina III. Los números 2 y 3, de la lámina II, están hechos exclusivamente por el Sr. del Valle, y el 4, que también figura en ambas láminas, por el Sr. del Valle en su parte Norte y por el Sr. Siñeriz en la prolongación al Sur.

32 de la misma, a la que corta, aproximándose a las calizas eocenas, en la central eléctrica de Lumbier; se oculta bajo las terrazas aluviales de Liédena y asoma de nuevo en el kilómetro número 1 de la carretera de Jaca, a la derecha de la cual continúa a media ladera.

Todos estos terrenos están fuertemente plegados sobre sí mismos, como consecuencia de los enormes esfuerzos tangenciales a que estuvieron sometidos. Las líneas tectónicas que marcan el empuje transversal sufrido están representadas por tres ejes anticlinales, uno de los cuales coincide con el borde de la cuenca, orientado por las Salinas de Monreal y las de Javier, pasando por Liédena (cortes geológicos 2 y 3 de la lámina II). Se trata de un anticlinal irregular, hasta el punto de que en muchos sitios aparece completamente desnudo y desaparecida su rama septentrional. En otros, aparece como resto insignificante de las capas profundas, en forma de pellizco cobijado, según se indica en los cortes geológicos, y en los que presenta cierta normalidad, como en Liédena, es de muy dudosa clasificación.

El segundo anticlinal, denominado de Aibar (láminas I y II), se presenta perfectamente definido entre este mismo pueblo y el de Sada; sigue hacia levante en la dirección de la confluencia de los ríos Aragón y Onsella, a partir de cuyo punto es imposible su observación por estar recubierto el terreno por una capa aluvial. Sin embargo, observada la parte occidental, fuera ya de la terraza de acarreo, y la región Norte del Onsella, todo parece indicar que la continuación de dicho anticlinal se halla desplazada hacia dicha dirección.

Nuestro compañero D. Alfonso del Valle, que ha estudiado con gran atención la tectónica de la región navarra, atribuye la configuración SE. de la Sierra de Leire, en

forma dentada, a una serie de fallas transversales con desplazamiento y giro que obligaron al avance gradual y progresivo del terreno en el sentido de dichas fallas, es decir, como favorecido por un empuje normal de Sur a Norte, incluso formando una especie de cobijadura de los terrenos modernos bajo las calizas eocenas.

Si se observa la marcha de los ejes anticlinales y sinclinales en la zona de referencia (véase el plano general), todos ellos desplazados hacia el Norte, después de pasar el río Aragón y el repliegue de las capas de la rama Sur del sinclinal de Javier, parece lógico admitir la posibilidad de un accidente, a partir del mencionado río, que haya podido desplazar toda la zona oriental del mismo, de acuerdo con la hipótesis del citado ingeniero.

Por otra parte, los expresados ejes tectónicos poseen un buzamiento marcado hacia el poniente en la región oriental, que confirma la misma creencia, ya que dicho desplazamiento pudo haber sido acompañado de hundimiento, si no fué originado exclusivamente por esta razón.

En esta hipótesis puede ocurrir que el río Aragón coincida, en la zona de este estudio, con el paso de una falla.

El tercer anticlinal, el situado más al Sur de la región, que no aparece representado en el plano, está comprendido entre la carretera de Tafalla a Sangüesa, en su trozo próximo a Sada y el pueblo de Gallipienzo. Por su situación parece ser la prolongación del conocido de Tafalla. En la dirección opuesta, es decir, hacia levante, se pierde bajo los mantos de acarreo y tierras de labor, e incluso se presenta como desvanecido al llegar al río Aragón, frente a Cáseda, donde también se aprecia algún transtorno estratigráfico.

Entre estos anticlinales están comprendidos dos sincli-

nales, cuyos ejes pasan por el pueblo de Rocaforte y al Sur del de Sada (cortes geológicos 1 y 2 de las láminas II y III). Es de advertir en ellos una particularidad que puede corroborar también la posibilidad del accidente antes mencionado, y es, que ambos sinclinales tienen sus respectivos ejes con buzamiento a poniente; el primero de ellos desde el mencionado río Aragón hasta los altos de Javier y, el segundo, en la región de Sada-Aibar. Las ramas del segundo se cierran y tienden a desvanecerse, lo mismo que las del anticlinal tercero, lo que explica también, en cierto modo, la extensa zona que aparece con las capas verticales o con la estratificación muy inclinada en la región del sondeo.

Para ayudar a la resolución del difícil problema de conocer la posición del eje del anticlinal de Aibar, en las cercanías del sondeo, se ha construido el corte geológico desde el pantano de Yesa a la llanura de Campo Real, que figura en la lámina IV y cuya traza también se representa en el plano general.

§ 3. La investigación sísmica.

LAS MEDICIONES SÍSMICAS.

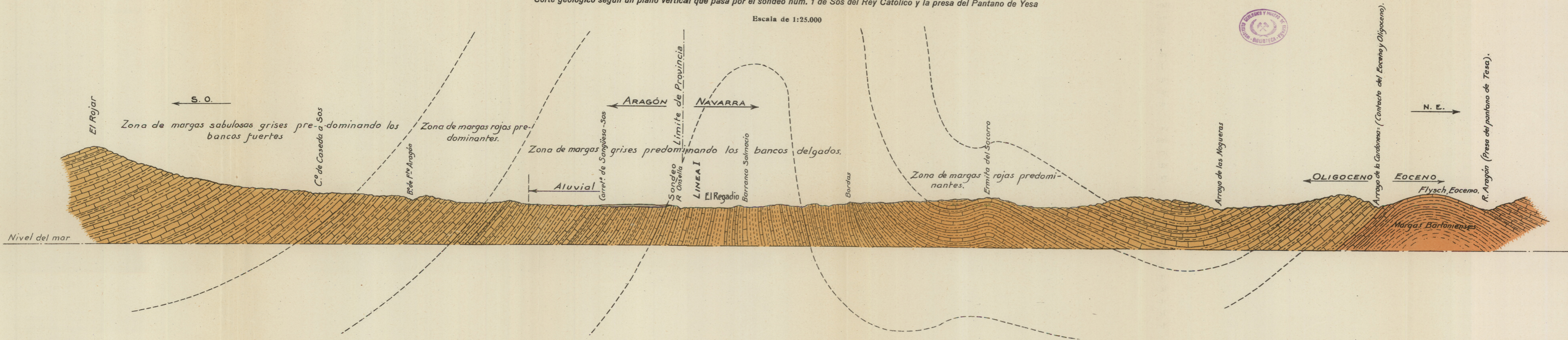
Línea I.—Está situada en la margen derecha del río Onsella, a lo largo del camino de Navardún (véase el plano general), desde las proximidades del kilómetro 92 de la carretera de Sangüesa, hacia el SE. Tiene una longitud de 4.992 metros y consta de 14 estaciones, situadas a las distancias que se indican en la línea dromocrónica número 1 (figura 1) y en el cuadro adjunto, que reúne, además, los valores obtenidos para los tiempos de recorrido, por el cálculo de los sismogramas.

Línea II.—Se la ha situado en la margen izquierda del río Onsella, paralelamente a la línea I y en su misma di-

INVESTIGACIÓN SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA EN LA ZONA DE SANGÜESA Y SOS DEL REY CATÓLICO

Corte geológico según un plano vertical que pasa por el sondeo núm. 1 de Sos del Rey Católico y la presa del Pantano de Yesa

Escala de 1:25.000



rección. Pasa, próximamente, por el emplazamiento del sondeo de Sos.

Tiene una longitud de 5.050 metros, en los que se han observado 11 esta-

ciones, según indica la línea dromocrónica número 2 (figura 2).

Los tiempos que han empleado las ondas sísmicas en llegar a los sismógrafos se reúnen en el cuadro de la línea II.

Según se observa en el plano ge-

neral, el comienzo de esta línea está situado cerca de la parte visible del anticlinal de Aibar, que puede reconocerse por los buzamientos de 80° y 75° hacia el Norte y

LINEA I

Estaciones	Δ	T''
1	0,450	0,172
2	0,870	0,279
3	1,280	0,391
4	1,730	0,486
5	2,300	0,610
6	2,560	0,678
7	2,910	0,767
8	3,175	0,848
9	3,435	0,875
10	3,712	0,957
11	3,962	1,010
12	4,512	1,147
13	4,712	1,180
14	4,992	1,231

LINEA II

Estaciones	Δ	T''
1	0,595	0,206
2	1,015	0,335
3	1,785	0,508
4	2,160	0,614
5	2,520	0,727
6	2,880	0,845
7	3,212	0,917
8	3,560	0,996
9	3,920	1,055
10	4,685	1,279
11	5,050	1,440

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE SOS DEL REY CATOLICO

Línea dromocrónica número 1

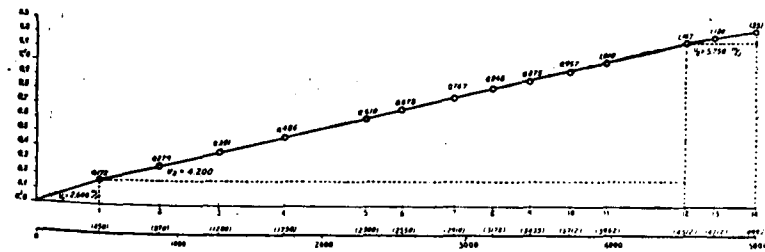


Fig. 1

75° y 60° hacia el Sur, en el contacto del Oligoceno con la zona aluvial de la Muela.

LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LAS MEDICIONES SÍSMICAS.

Línea I.—Los valores de las velocidades medias del

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE
SOS DEL REY CATOLICO
Línea dromocrónica número 2

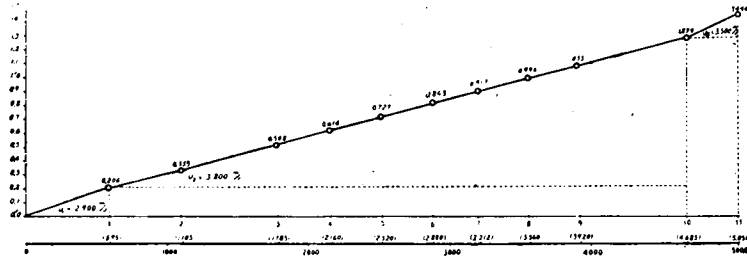


Fig. 2

rayo sísmico, al llegar a cada una de las estaciones, son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 V_{0-1} &= \frac{0,450}{0,172} = 2.600 \text{ m/s.} & V_{0-6} &= \frac{2,560}{0,678} = 3.800 \text{ m/s.} \\
 V_{0-2} &= \frac{0,870}{0,279} = 3.100 \text{ } & V_{0-7} &= \frac{2,910}{0,767} = 3.800 \text{ } \\
 V_{0-3} &= \frac{1,280}{0,391} = 3.300 \text{ } & V_{0-8} &= \frac{3,175}{0,848} = 3.700 \text{ } \\
 V_{0-4} &= \frac{1,730}{0,486} = 3.600 \text{ } & V_{0-9} &= \frac{3,435}{0,875} = 3.900 \text{ } \\
 V_{0-5} &= \frac{2,300}{0,610} = 3.800 \text{ } & V_{0-10} &= \frac{3,712}{0,957} = 3.900 \text{ }
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{0-11} &= \frac{3,962}{1,010} = 3.900 \text{ m/s.} & V_{0-13} &= \frac{4,712}{1,180} = 4.000 \text{ m/s.} \\
 V_{0-12} &= \frac{4,512}{1,147} = 3.900 \text{ } & V_{0-14} &= \frac{4,992}{1,231} = 4.000 \text{ }
 \end{aligned}$$

Después del primer valor $V_1 = 2.600$ m/s., que pone de manifiesto el efecto producido por las capas superficiales, la velocidad media del rayo sísmico aumenta gradualmente con la profundidad, sin que se pueda apreciar ninguna particularidad digna de mención. El paso de la estación 7 a la 8 indica una pequeña disminución de 3.800 m/s. a 3.700 m/s., que no tiene importancia; sobre todo, por aumentar en la 9 a 3.900 m/s., a más de poder estar originada por causas locales imposibles de reconocer.

Nos parece fuera de duda, por consiguiente, que todo el terreno atravesado por el rayo sísmico es de composición análoga.

Al construir la curva dromocrónica número 1 (fig. 1), comprobamos que todos los puntos, desde el 1 al 12, están en una misma alineación. Hay pequeñísimas diferencias, imposibles de interpretar, debidas al paso de las ondas sísmicas por paquetes de capas cuya constante de velocidad difiere de la del medio ambiente; pero, en conjunto, sólo se ha cortado un horizonte geológico, como hemos dicho en el párrafo anterior.

La velocidad que le caracteriza es:

$$V_2 = V_{0-12} - V_{0-2} = \frac{4,512 - 0,870}{1,247 - 0,279} = 4.200 \text{ m/s.}$$

correspondiente a unas margas calizas.

Los mayores valores de V_m se encuentran de la estación 12 a la 14. Entre ellos también se comprueba un horizonte de gran velocidad, cuyo valor es

$$V_3 = V_{0-14} - V_{0-12} = \frac{4,992 - 4,512}{1,231 - 1,147} = \frac{0,480}{0,084} = 5.700 \text{ m/s.}$$

El valor hallado debe corresponder al horizonte salino, aunque es ligeramente inferior al que le corresponde. La disminución puede ser debida a que su techo no corresponda, aún, a la estación 12, por no haber salido el rayo sísmico del horizonte inferior o que, por el contrario, su fondo, corresponda a una estación anterior a la 14.

Como estamos en el límite del alcance de la estación emisora de radio, no nos es posible continuar la línea para precisar más las indicaciones obtenidas.

Si aplicamos el coeficiente de profundización $K = 0,22$, obtenido por nosotros en investigaciones análogas, resulta un valor aproximado para el techo de la sal de $0,22 \times 4,512 = 992$ metros.

No podemos aplicar la fórmula para el cálculo, por no estar bien determinada la velocidad del horizonte salino.

Línea II.—Con arreglo a los tiempos obtenidos de los sismogramas se obtienen los valores siguientes, para las velocidades medias del rayo sísmico al llegar a cada estación:

$$\begin{array}{ll} V_{0-1} = \frac{0,595}{0,206} = 2.900 \text{ m/s.} & V_{0-7} = \frac{3,212}{0,917} = 3.500 \text{ m/s.} \\ V_{0-2} = \frac{1,105}{0,335} = 3.000 \text{ } & V_{0-8} = \frac{3,560}{0,996} = 3.600 \text{ } \\ V_{0-3} = \frac{1,785}{0,508} = 3.500 \text{ } & V_{0-9} = \frac{3,920}{1,055} = 3.700 \text{ } \\ V_{0-4} = \frac{2,160}{0,614} = 3.500 \text{ } & V_{0-10} = \frac{4,685}{1,279} = 3.700 \text{ } \\ V_{0-5} = \frac{2,520}{0,727} = 3.500 \text{ } & V_{0-11} = \frac{5,050}{1,444} = 3.500 \text{ } \\ V_{0-6} = \frac{2,880}{0,845} = 3.450 \text{ } & \end{array}$$

Podemos repetir las observaciones efectuadas sobre las velocidades medias correspondientes a la línea anterior. Pasado el efecto de las capas superficiales aumentan, con la profundidad, de la misma manera. La diferencia es que los valores son menores y que el máximo es también mucho menor. Este fenómeno se explica fácilmente. La línea I está más cerca del eje del anticlinal que la II. Como la pendiente de las capas es muy grande, en la línea I se encuentran superficialmente las capas, que en la II están a un nivel geológico profundo.

La línea dromocrónica nos manifiesta una sola alineación de puntos entre las estaciones 2 y 10, que determina la velocidad del horizonte geológico atravesado

$$V_2 = V_{0-10} - V_{0-1} = \frac{4,685 - 0,595}{1,279 - 0,206} = 3.800 \text{ m/s.}$$

Después encontramos un valor aun menor en la estación 11. Lo más probable es que por la gran distancia epicentral, que pasa de los cinco kilómetros, el primer ímpetu señalado en el sismograma no corresponde a la llegada de la primera onda sísmica al sismógrafo. Como ello no tiene importancia para el problema que estudiamos y las dificultades para conseguir buenos sismogramas en estas condiciones son extraordinarias, hemos dado por terminada la línea, que sólo ha cortado el horizonte de margas calizas, que constituye la parte superior del determinado en la línea anterior.

Al comparar los resultados obtenidos en las dos líneas se ve claramente que el sondeo situado en la línea II está colocado en el flanco Sur de un anticlinal, cuyas capas buzcan con fuerte pendiente, y que si se le hubiera practicado al Norte de la línea I hubiera habido grandes probabilidades de cortar la sal a una profundidad explotable.

§ 4. La investigación gravimétrica.—Según hemos explicado en la investigación sísmica, el eje del anticlinal no pasa por el lugar del sondeo. Para determinar su posición se han efectuado varios perfiles gravimétricos perpendiculares a su dirección, a partir de la zona, donde se le puede reconocer por los datos geológicos superficiales.

El primero de estos perfiles está situado en la margen derecha del río Aragón, desde Sangüesa, hacia el Sur, a lo largo del camino. Consta de 14 estaciones, que nos han suministrado los valores de las magnitudes gravínicas que figuran en el siguiente cuadro:

Estación n.º 1.						Estación n.º 2.					
Magnitudes gravínicas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico	Magnitudes gravínicas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+23,0	+ 8,1	+14,9		+14,9	U_{xz}	+21,0	+ 8,1	+12,9		+12,9
U_{yz}	+1,24	+ 1,8	- 0,4		- 0,4	U_{yz}	+12,3	+ 1,8	+10,5		+10,5
U_{Δ}	-11,6	+ 5,6	-17,2		-17,2	U_{Δ}	+ 7,3	+ 5,6	+ 1,7		+ 1,7
$2U_{xy}$	-65,4	- 2,4	-63,0		+63,0	$2U_{xy}$	-51,1	- 2,4	-48,7		-48,7
$2U_{xy} - 65,4$			$R \ 65$			$2U_{xy} - 51,1$			$R \ 48,7$		
$U_{\Delta} - 11,6$			$\lambda \ 143^{\circ}18$			$U_{\Delta} + 7,3$			$\lambda \ 134^{\circ}$		
Estación n.º 3.						Estación n.º 4.					
U_{xz}	+28,2	+ 8,1	+20,1		+20,1	U_{xz}	+17,9	+ 8,1	+ 9,8		+ 9,8
U_{yz}	- 4,1	+ 1,8	- 5,9		- 5,9	U_{yz}	+ 0,4	+ 1,8	- 1,4		- 1,4
U_{Δ}	- 0,6	+ 5,6	- 6,2		- 6,2	U_{Δ}	-22,6	+ 5,6	-28,2		-28,2
$2U_{xy}$	-70,0	- 2,4	-67,6		-67,6	$2U_{xy}$	-59,0	- 2,4	-56,6		-56,6
$2U_{xy} - 70,0$			$R \ 68$			$2U_{xy} - 59,0$			$R \ 63,2$		
$U_{\Delta} - 0,6$			$\lambda \ 137^{\circ}20$			$U_{\Delta} - 22,6$			$\lambda \ 148^{\circ}15$		
Estación n.º 5.						Estación n.º 6.					
U_{xz}	+11,81	+ 8,1	+ 3,7		+ 3,7	U_{xz}	+35,4	+ 8,1	+27,3		+27,3
U_{yz}	+ 7,6	+ 1,8	+ 5,8		+ 5,8	U_{yz}	+12,7	+ 1,8	+10,9		+10,9
U_{Δ}	-24,3	+ 5,6	-29,9		-29,9	U_{Δ}	-17,6	+ 5,6	-23,2		-23,2
$2U_{xy}$	-30,2	- 2,4	-27,8		-27,8	$2U_{xy}$	-45,1	- 2,4	-42,7		-42,7
$2U_{xy} - 30,2$			$R \ 41$			$2U_{xy} - 45,1$			$R \ 48,6$		
$U_{\Delta} - 24,3$			$\lambda \ 159^{\circ}$			$U_{\Delta} - 17,6$			$\lambda \ 149^{\circ}15$		
Estación n.º 7.						Estación n.º 8.					
U_{xz}	-14,6	+ 8,1	-22,7		-22,7	U_{xz}	+ 5,2	+ 8,1	- 2,9		- 2,9
U_{yz}	-10,2	+ 1,8	-12,0		-12,0	U_{yz}	- 3,0	+ 1,8	- 4,8		- 4,8
U_{Δ}	-38,0	+ 5,6	-43,6		-43,6	U_{Δ}	-31,4	+ 5,6	-37,0		-37,0
$2U_{xy}$	- 5,2	- 2,4	- 2,8		- 2,8	$2U_{xy}$	-35,8	- 2,4	-33,4		-33,4
$2U_{xy} - 5,2$			$R \ 44$			$2U_{xy} - 35,8$			$R \ 49,8$		
$U_{\Delta} - 38,0$			$\lambda \ 178^{\circ}10$			$U_{\Delta} - 31,4$			$\lambda \ 158^{\circ}58$		

Estación n.º 9.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+12,3	+ 8,1	+ 4,2		+ 4,2
U_{yz}	+ 5,4	+ 1,8	+ 3,6		+ 3,6
U_{Δ}	-43,7	+ 5,6	-49,3		-49,3
$2U_{xy}$	- 9,9	- 2,4	- 7,5		- 7,5
$2 U_{xy} - 9,9$			$R \quad 50$		
$U_{\Delta} - 43,7$			$\lambda \quad 175^{\circ}40$		

Estación n.º 11.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+ 6,4	+ 8,1	- 1,7		- 1,7
U_{yz}	+ 4,3	+ 1,8	+ 2,5		+ 2,5
U_{Δ}	-31,1	+ 5,6	-36,7		-36,7
$2U_{xy}$	-34,8	- 2,4	-32,4		-32,4
$2 U_{xy} - 34,8$			$R \quad 49$		
$U_{\Delta} - 31,1$			$\lambda \quad 159^{\circ}17$		

Estación n.º 13.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+12,4	+ 8,1	+ 4,3		+ 4,3
U_{yz}	+15,7	+ 1,8	+ 1,8		+13,9
U_{Δ}	-52,7	+ 5,6	-58,3		-58,3
$2U_{xy}$	-22,6	- 2,4	-20,2		-20,2
$2 U_{xy} - 22,6$			$R \quad 61,7$		
$U_{\Delta} - 52,7$			$\lambda \quad 170^{\circ}27$		

Estación n.º 15.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	- 3,5	+ 8,1	-11,6		-11,6
U_{yz}	- 4,5	+ 1,8	- 6,3		- 6,3
U_{Δ}	+ 4,6	+ 5,6	- 1,0		- 1,0
$2U_{xy}$	+13,3	- 2,4	+15,7		+15,7
$2 U_{xy} + 13,3$			$R \quad 15,7$		
$U_{\Delta} + 4,6$			$\lambda \quad 43^{\circ}24$		

Estación n.º 10.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+13,2	+ 8,1	+ 5,1		+ 5,1
U_{yz}	+ 3,4	+ 1,8	+ 1,6		+ 1,6
U_{Δ}	-31,8	- 5,6	-37,4		-37,4
$2U_{xy}$	-39,1	- 2,4	-36,7		-36,7
$2 U_{xy} - 39,1$			$R \quad 52,4$		
$U_{\Delta} - 31,8$			$\lambda \quad 157^{\circ}46$		

Estación n.º 12.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+ 1,5	+ 8,1	- 6,6		- 6,6
U_{yz}	- 4,1	- 1,8	- 2,3		- 2,3
U_{Δ}	-49,4	- 5,6	-55,0		-55,0
$2U_{xy}$	-27,2	- 2,4	-24,8		-24,8
$2 U_{xy} - 27,2$			$R \quad 60,3$		
$U_{\Delta} - 49,4$			$\lambda \quad 167^{\circ}52$		

Estación n.º 14.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+15,6	+ 8,1	+ 7,5		+ 7,5
U_{yz}	+12,0	+ 1,8	+10,2		+12,2
U_{Δ}	-49,0	- 5,6	-54,6		-54,6
$2U_{xy}$	-23,9	- 2,4	-21,5		-21,5
$2 U_{xy} - 23,9$			$R \quad 58,6$		
$U_{\Delta} - 49,0$			$\lambda \quad 169^{\circ}15$		

Estación n.º 16.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+ 7,1	+ 8,1	- 1,0		- 1,0
U_{yz}	- 1,2	- 1,8	- 3,0		- 3,0
U_{Δ}	-10,7	- 5,6	-16,3		-16,3
$2U_{xy}$	+ 9,5	- 2,4	+11,9		+11,9
$2 U_{xy} + 9,5$			$R \quad 20$		
$U_{\Delta} - 10,7$			$\lambda \quad 18^{\circ}4$		

Estación n.º 17.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+ 4,8	+ 8,1	- 3,3		- 3,3
U_{yz}	+ 8,8	+ 1,8	+ 7,0		+ 7,0
U_{Δ}	- 2,5	- 5,6	- 5,6		- 8,1
$2U_{xy}$	- 4,9	- 2,4	- 2,4		- 2,5
$2 U_{xy} - 4,9$			$R \quad 8,6$		
$U_{\Delta} - 2,5$			$\lambda \quad 171^{\circ}25$		

Estación n.º 19.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	-11,4	+ 8,1	-18,5		-19,7
U_{yz}	- 7,9	+ 1,8	- 9,7		- 9,7
U_{Δ}	-31,0	+ 5,6	-36,6		-36,6
$2U_{xy}$	-43,1	- 2,4	-40,7		-40,7
$2 U_{xy} - 43,1$			$R \quad 54,7$		
$U_{\Delta} - 31,0$			$\lambda \quad 155^{\circ}59$		

Estación n.º 21.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	- 2,4	+ 8,1	-10,5		-10,5
U_{yz}	- 1,1	+ 1,8	- 2,9		- 2,9
U_{Δ}	-24,9	+ 5,6	-30,5		-30,5
$2U_{xy}$	+17,9	- 2,4	+20,3		+20,3
$2 U_{xy} + 17,9$			$R \quad 36,6$		
$U_{\Delta} - 24,9$			$\lambda \quad 16^{\circ}49$		

Estación n.º 23.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+ 8,4	+ 8,1	+ 0,3		+ 0,3
U_{yz}	+14,6	+ 1,8	+12,8		+12,8
U_{Δ}	-10,3	+ 5,6	-15,9		-15,9
$2U_{xy}$	+16,6	- 2,4	+19,0		+19,0
$2 U_{xy} + 16,6$			$R \quad 24,7$		
$U_{\Delta} - 10,3$			$\lambda \quad 25^{\circ}2$		

Estación n.º 18.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	+13,6	+ 8,1	+ 5,5		+ 5,5
U_{yz}	+ 8,5	+ 1,8	+ 6,7		+ 6,7
U_{Δ}	-32,8	- 5,6	-38,4		-38,4
$2U_{xy}$	+16,7	- 2,4	+19,1		+19,1
$2 U_{xy} + 16,7$			$R \quad 43$		
$U_{\Delta} - 32,8$			$\lambda \quad 13^{\circ}13$		

Estación n.º 20.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	- 4,3	+ 8,1	-12,4		-12,4
U_{yz}	- 2,3	+ 1,8	- 4,1		- 4,1
U_{Δ}	-32	+ 5,6	-37,6		-37,6
$2U_{xy}$	+12,8	- 2,4	+15,2		+15,2
$2 U_{xy} - 12,8$			$R \quad 40,5$		
$U_{\Delta} - 32,0$			$\lambda \quad 11^{\circ}$		

Estación n.º 22.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	- 4,3	+ 8,1	-12,4		-12,4
U_{yz}	+ 2,4	+ 1,8	+ 0,6		+ 0,6
U_{Δ}	-17,3	+ 5,6	-22,9		-22,9
$2U_{xy}$	+62,7	- 2,4	+65,1		+65,1
$2 U_{xy} + 62,7$			$R \quad 69$		
$U_{\Delta} - 17,3$			$\lambda \quad 35^{\circ}18$		

Estación n.º 24.					
Magnitudes gravífticas	Valor observado	Valor normal	Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
U_{xz}	- 4,7	- 8,1	-12,8		-12,8
U_{yz}	+15,7	+ 1,8	+13,9		+13,9
U_{Δ}	+15,7	+ 1,8	+13,9		+13,9
$2U_{xy}$	+43,7	- 2,4	+46,1		+46,1
$2 U_{xy} + 43,7$			$R \quad 53$		
$U_{\Delta} - 21,0$			$\lambda \quad 30^{\circ}$		

Estación n.º 25.						Estación n.º 26.					
Magnitudes gravimétricas	Valor observado		Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico	Magnitudes gravimétricas	Valor observado		Diferencias	Corrección topográfica	Valor topográfico
	Valor normal	Valor observado					Valor normal	Valor observado			
U_{xz}	-3,5	+8,1	-11,6		-11,6	U_{xz}	+14,9	+8,1	-23,0		-23,0
U_{yz}	+16,5	+1,8	+14,7		+14,7	U_{yz}	+17,5	+1,8	+15,7		+15,7
U_{Δ}	-30,6	+5,6	-36,2		-36,2	U_{Δ}	-16,5	+5,6	-22,1		-22,1
$2U_{xy}$	+23,9	-2,4	+26,3		+26,3	$2U_{xy}$	+45,0	-2,4	+47,4		+47,4
$2U_{xy} +23,9$					$R +4,7$	$2U_{xy} +45,0$					$R 52$
$U_{\Delta} -30,6$					$\lambda 18^{\circ}$	$U_{\Delta} -16,5$					$\lambda 32^{\circ}31'$
Estación n.º 27.											
U_{xz}	+6,9	+8,1	-1,2		-1,2						
U_{yz}	+11,2	+1,8	+9,4		+9,4						
U_{Δ}	-20,7	+5,6	-26,3		-26,3						
$2U_{xy}$	+39,8	-2,4	+42,2		+42,2						
$2U_{xy}$					R						
U_{Δ}					λ						

Los valores de los gradientes de las estaciones 9 a 14 están todos dirigidos hacia el NE., y su magnitud disminuye progresivamente, hasta casi anularse en el último. Estas indicaciones corresponden al flanco de un anticlinal, cuyo eje sea perpendicular a la dirección de los gradientes. Los términos de curvatura comprueban esta estructura geológica y, además, nos manifiestan que toda la zona que comprenden pertenece al núcleo del anticlinal, puesto que de llegar al punto de inflexión de su flanco tenían que cambiar su dirección por la perpendicular a ella.

El gradiente de la estación 7 está dirigido en sentido contrario a los anteriores, o sea que aquella está situada ya en el flanco Norte del anticlinal, muy cerca del lugar de la inflexión de las capas, por ser de gran magnitud

comparado con los anteriores. Lo mismo sucede en la estación 8, que, además, tiene un valor casi nulo. A partir de esa estación, las indicaciones de los gradientes deben corresponder a un sinclinal y así sucede, en efecto, en las 6, 5, 4, 3, 2 y 1.

Los términos de curvatura están también de acuerdo con la interpretación dada. En la zona de estructura sinclinal, lejana de su eje, son paralelos a ésta. En el de la estación 7 se nota la tendencia al giro de 90° que debe dar, en la hipótesis de que estuviera colocado en la zona de inflexión.

Las observaciones geológicas, efectuadas al Oeste de las estaciones gravimétricas, según se indica en el plano general, nos determinaron un punto del eje del anticlinal. Por los resultados gravimétricos que acabamos de explicar está fuera de duda que aquél continúa debajo del río, según se indica en el plano con líneas punteadas.

El segundo tanteo se efectuó en la llanura aluvial de Sosillo. Consta de cuatro estaciones gravimétricas, a las que podemos aplicar los razonamientos anteriores, para convencernos de que también pasa el eje del anticlinal por su subsuelo.

El tercer perfil se ha efectuado en la zona del sondeo de Sos. Está constituido por 9 estaciones, cuyas indicaciones son esencialmente distintas de las anteriores, tanto en lo referente a los gradientes como a las curvaturas.

Los primeros nos indican una zona de mayor densidad hacia el SE., que puede estar producida por un cerro subterráneo, oculto bajo el manto aluvial.

La estructura anticlinal, antes manifestada por los perfiles gravimétricos, ha desaparecido completamente, lo que parece indicar que ha habido una falla con salto hacia el Norte, que ha corrido el eje hacia esta dirección.

La falla tiene que estar situada entre los dos últimos perfiles gravimétricos. Interpolando otros varios, podríamos precisar su situación; pero como ese aumento de trabajo no es esencial para la resolución del problema que nos interesa, hemos preferido indicarla esquemáticamente, en la posición indicada en el plano general.

El estudio geológico nos comprueba la hipótesis sentada. El sinclinal de Rocaforte se le reconoce fácilmente hasta después de cruzar los ríos Irati y Aragón. Entonces desaparece completamente y no se vuelve a hacer visible hasta la parte Sur del pueblo de Javier (véase el plano), de modo que su eje ha sufrido un salto hacia el Norte de algo más de un kilómetro. El mismo fenómeno se observa en el anticlinal de Liédena, que desaparece antes de llegar al río Aragón, para reaparecer después, al Sur de Yesa, con un salto parecido.

Por todas estas razones, hemos señalado el eje del anticlinal en la posición señalada en el plano, al Norte de la línea sísmica número 1, de acuerdo, también, con los buzamientos medidos directamente en el terreno, que constan en el plano.

§ 5. Conclusiones.—Si se efectuase un sondeo en el eje del anticlinal, al Norte de El Regadío, es muy probable que se cortase el yacimiento salino a una profundidad explotable, puesto que de la profundidad de 1.000 metros, correspondiente a la línea sísmica número 1, habría que deducir el espesor de capas, casi verticales, situadas entre la línea citada y su emplazamiento.

El eje del anticlinal buza hacia el SE., o sea, que se aproxima a la superficie en la dirección NO. Además, en esa dirección se hace más regular y cerrado, como puede comprobarse con los buzamientos que figuran en el pla-

no, al Sur de Aibar, en la carretera que parte de este pueblo.

Estas consideraciones nos hacen ver que sería muy interesante efectuar un estudio sísmico que nos indicase la profundidad del manto salino en las cercanías de Sada, situada en el anticlinal mencionado, por ser muy probable que aquella fuera conveniente para su explotación económica.

*Investigación sísmica en Sos*Posición 1.
Δ 450 m.Línea I
Observador: Orti

Sismógrafo 24 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,80	0,80	0,80	0,80	0,103		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto							
Componente							
Componente	11,30	11,25	11,27	3,47	1,451	1,348	0,172
Punto 2	15,50	15,50	15,50	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos*Posición 2.
Δ 870 m.Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,20	5,20	5,20	5,20	0,617		
Punto 1	8,50	8,40	8,45	8,45			
Punto 2	17,00	16,80	16,90				
Componente							
Componente	24,25	24,10	24,17	7,27	2,868	2,257	0,279
Punto 3	25,50	25,20	25,35	8,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos*Posición 3.
Δ 1.280 m.Línea I
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,70	2,80	2,75	2,75	0,354		
Punto 1	7,90	7,70	7,80	7,80			
Punto 3	23,10	23,10	23,00				
Componente							
Componente	28,40	28,10	28,30	5,20	3,669	3,315	0,391
Punto 4	31,00	30,80	30,90	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos*Posición 4.
Δ 1.730 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo 26 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,30	2,40	2,35	2,35	0,326		
Punto 1	7,20	7,25	7,22	7,22			
Punto 4	28,90	29,00	28,95				
Componente							
Componente	30,10	30,20	30,15	1,20	4,160	0,834	0,486
Punto 5	36,40	36,50	36,45	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Sos

Posición 5. Línea I
 Δ 2.300 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,00	1,10	1,05	1,05	0,137		
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto 5	38,50	38,40	38,45				
Componente							
Componente	40,70	40,70	40,70	2,35	5,310	5,173	0,610
Punto 6	46,00	46,10	46,05	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Sos

Posición 6. Línea I
 Δ 2.550 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador.... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,80	4,80	4,80	4,80	0,587		
Punto 1	8,20	8,20	8,20	8,20			
Punto 6	50,10	50,20	50,15				
Componente							
Componente	50,60	50,70	50,65	0,50	6,059	5,472	0,678
Punto 7	58,60	58,70	58,65	8,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Sos

Posición 7. Línea I
 Δ 2.910 m. Observador: Orti

Sismógrafo 24 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador.... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,30	1,50	1,40	1,40	0,164		
Punto 1	8,00	8,10	8,05	8,05			
Punto 6	47,80	47,80	47,80				
Componente							
Componente	49,20	49,25	49,22	1,42	6,177	6,013	0,767
Punto 7	55,80	55,80	55,80	8,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Sos

Posición 8. Línea I
 Δ 3.175 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 26 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador.... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,00	6,00	6,00	6,00	0,832		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 7	50,30	50,40	50,35				
Componente							
Componente	54,20	54,25	54,22	3,87	7,519	6,687	0,848
Punto 8	57,80	57,80	57,80	7,45			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos*Posición 9.
Δ 3.435 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16 }
 Amplificador.... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	3,90	3,90	3,90	3,90	0,516		
Punto 1.....	7,50	7,60	7,55	7,55			
Punto 7.....	52,40	52,50	52,45				
Componente.....							
Componente.....	59,40	59,50	59,45	7,00	7,933	7,417	0,875
Punto 8.....	59,90	60,00	59,95	7,50			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Sos*Posición 10.
Δ 3.712 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1240
 Registrador..... 15 }
 Radio..... 13 }
 Amplificador.... 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	8,00	8,00	8,00	8,00	0,962		
Punto 1.....	8,30	8,30	8,30	8,30			
Punto 8.....	65,80	66,00	66,95				
Componente.....							
Componente.....	71,60	71,75	71,67	5,72	8,683	7,721	0,957
Punto 9.....	74,20	74,40	74,30	8,35			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Sos*Posición 11.
Δ 3.962 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo..... 24 } Constante = 0,1275
 Registrador..... 24 }
 Radio..... 15 }
 Amplificador.... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	2,00	2,00	2,00	2,00	0,250		
Punto 1.....	8,00	8,00	8,00	8,00			
Punto 8.....	63,20	63,20	63,20				
Componente.....							
Componente.....	64,50	64,70	64,60	1,40	8,178	7,928	1,008
Punto 9.....	71,10	71,10	71,10	7,90			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Sos*Posición 13.
Δ 4.512 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 26 } Constante = 0,1268
 Registrador..... 27 }
 Radio..... 12 }
 Amplificador.... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	0,80	0,75	0,77	0,77	0,106		
Punto 1.....	7,30	7,25	7,27	7,27			
Punto 9.....	65,90	65,80	65,85				
Componente.....							
Componente.....	67,00	67,00	67,00	1,15	9,158	9,052	1,148
Punto 10.....	73,10	73,20	73,15	7,30			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Sos*Posición 14.
Δ 4.712 m.Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo 27 }
 Registrador 15 } Constante = 0,1240
 Radio 13 }
 Amplificador ... 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,25	6,20	6,22	6,22	0,782		
Punto 1	8,00	7,90	7,95	7,95			
Punto 10	78,60	78,70	78,65				
Componente							
Componente	81,00	81,00	81,00	2,35	10,299	9,517	1,180
Punto 11	86,50	86,50	86,50	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos*Posición 15.
Δ 4.992 m.Línea I
Observador: Orti

Sismógrafo 24 }
 Registrador 24 } Constante = 0,1275
 Radio 15 }
 Amplificador 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,30	2,30	2,30	2,30	0,283		
Punto 1	8,10	8,10	8,10	8,10			
Punto 9	71,40	71,50	71,45				
Componente							
Componente	78,90	79,00	78,95	7,50	9,937	9,654	1,231
Punto 10	79,40	79,50	79,45	8,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos y Sangüesa*Posición 1.
Δ 595 m.Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo 26 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,70	1,60	1,65	1,65	0,216		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto							
Componente							
Componente	14,20	14,00	14,10	6,45	1,845	1,629	0,206
Punto 2	15,30	15,25	15,27	7,62			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos y Sangüesa*Posición 2.
Δ 1.105 m.Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,20	6,20	6,20	6,20	0,805		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 3	23,10	23,00	23,05				
Componente							
Componente	27,80	27,90	27,85	4,80	3,640	2,835	0,334
Punto 4	30,50	30,60	30,55	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos y Sangüesa*Posición 3.
Δ 1.785 m.Línea II
Observador: Orti

Sismógrafo 24 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,10	6,10	6,10	6,10	0,738		
Punto 1	8,40	8,10	8,25	8,25			
Punto 4	32,60	32,50	32,55				
Componente				5,85	4,723	3,985	0,508
Componente	38,50	38,30	38,40	8,10			
Punto 5	40,70	40,60	40,65				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos y Sangüesa*Posición 4.
Δ 2.160 m.Línea II
Observador: Orti

Sismógrafo 24 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00				
Punto 1	8,00	8,10	8,05				
Punto 4	32,00	32,00	32,00				
Componente				6,50	4,817	4,817	0,614
Componente	38,50	38,50	38,50	7,95			
Punto 5	40,00	39,90	39,95				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos y Sangüesa*Posición 5.
Δ 2.520 m.Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,00	5,00	5,00	5,00	0,625		
Punto 1	8,00	8,00	8,00	8,00			
Punto 6	45,60	45,70	45,65				
Componente				6,00	6,783	6,158	0,727
Componente	51,80	51,50	51,65	7,65			
Punto 7	53,30	53,30	53,30				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Sos y Sangüesa*Posición 6.
Δ 2.880 m.Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo 26 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50	0,337		
Punto 1	7,40	7,40	7,40	7,40			
Punto 6	44,30	44,30	44,30				
Componente				7,40	7,000	6,662	0,845
Componente	51,70	51,70	51,70	7,40			
Punto 8	51,70	51,70	51,70				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Sos y Sangüesa

Posición 7. Línea II
 Δ 3.212 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 26 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,90	0,90	0,90	0,90			
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20	0,124		
Punto 7	50,25	50,30	50,27				
Componente							
Componente	52,80	52,80	52,80	2,53	7,354	7,230	0,917
Punto 8	57,40	57,40	57,40	7,13			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Sos y Sangüesa

Posición 8. Línea II
 Δ 3.560 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,20	6,05	6,12	6,12			
Punto 1	7,75	7,50	7,62	7,62	0,802		
Punto 9	68,20	68,10	68,15				
Componente							
Componente	70,10	70,00	70,05	1,90	9,246	8,444	0,996
Punto 10	75,90	75,80	75,85	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Sos y Sangüesa

Posición 9. Línea II
 Δ 3.920 m. Observador: Orti

Sismógrafo 24 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,0	4,0	4,0	4,00			
Punto 1	8,0	8,0	8,0	8,00	0,500		
Punto 8	64,0	64,0	64,0				
Componente							
Componente	70,3	70,1	70,2	6,20	8,778	8,278	1,055
Punto 9	72,0	71,9	71,95	7,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Sos y Sangüesa

Posición 11. Línea II
 Δ 4.685 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión							
Punto 1							
Punto 11	77,00	76,90	76,95				
Componente							
Componente	80,00	79,80	79,90	2,95	11,416	11,416	1,347
Punto 12	84,10	84,00	84,05	7,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Sos

Posición 12. Línea II
 Δ 5.050 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 26 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador.... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,80	4,75	4,75	0,663		
Punto 1	7,10	7,20	7,15	7,15			
Punto 12	86,8	87,00	86,90				
Componente	90,30	90,50	90,40	3,50	12,476	11,813	1,498
Componente							
Punto 13	94,2	94,3	94,25	7,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 1.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -5,3$ $\Delta'_1 = -5,1$
 $\Delta_2 = +6,1$ $\Delta'_2 = +0,3$
 $\Delta_3 = -0,9$ $\Delta'_3 = +4,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +7,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +5,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +4,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 12 en la posición I; revelada a las 17 en la posición III₂ — Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	h _u	t _u
	I	90,3			42,4				
	II	101,3	95,1	+6,1	47,2	46,9	+0,3		
	III	93,8	94,7	-0,9	51,1	46,5	+4,6		
	I	89,0	94,3	-5,3	41,0	46,1	-5,1		
	II	100,2	94,1	6,1	46,0	45,7	+0,3		
	III	93,0			49,0				
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \times 11,3 = +23,50$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \times 0,3 = +1,08$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \times 2,7 = -10,26$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \times 10,1 = -66,35$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+23,00	+8,1	+14,9		+14,9	66,0	143°18'
W_{yz}	+1,24	+1,8	-0,4		-0,4		
W_{Δ}	-12,6	+5,6	-17,2		-17,2		
$2W_{xy}$	-65,4	-2,4	-63,0		-63,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,8055$ $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2014$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2014$ $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,3828$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,6041$ $\text{Log } R = 1,8186$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 286^{\circ}37' \\ \text{cos: } +\lambda = 143^{\circ}18' \end{array} \right.$ $R = 66$

Investigación gravimétrica en Sos

Estación n.º 2.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -5.5 \quad \Delta'_1 = -2.1$
 $\Delta_2 = +4.7 \quad \Delta'_2 = -1.8$
 $\Delta_3 = +0.8 \quad \Delta'_3 = +4.0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0.1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3.9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +5.5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -5.8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2.2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 12 en la posición I; revelada a las 18 en la posición III — Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	tem- peratura
	I	90,0	95,5	-5,5	36,2	38,2	-2,0		
	II	100,1	95,5	+4,6	36,3	38,2	-1,9		
	III	96,5	95,7	+0,8	42,0	37,9	+4,1		
	I	90,5	96,0	-5,5	35,5	37,7	-2,2		
	II	100,9	96,2	+4,7	35,7	37,4	-1,7		
	III	97,2	96,5	+0,7	41,0	37,1	+3,9		
	I	91,4			34,5				
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 + 9,7 = +21,0$
 $B = W_{yz} = +3,73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 + 3,3 = +12,3$
 $C = W_{\Delta} = -3,82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 - 1,9 = -5,73$
 $D = 2W_{xy} = -6,62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 + 7,70 = +1,07$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+21,0	+8,1	+12,9		+12,9	48,7	134°
W_{yz}	+12,3	+1,8	+10,5		+10,5		
W_{Δ}	-5,73	+5,6	+1,7		+1,7		
$2W_{xy}$	+1,07	-2,4	-48,7		-48,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,6875$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,2304$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,4570$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 268^\circ \\ \text{cos: } -\lambda = 134^\circ \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 0,230449$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 2,542819$
 $\text{Log } R = 1,687630$
 $R = 48,7$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 3.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -4.5 \quad \Delta'_1 = -5.8$
 $\Delta_2 = +5.8 \quad \Delta'_2 = -0.4$
 $\Delta_3 = -1.1 \quad \Delta'_3 = +6.2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0.2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +6.9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +4.7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6.6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +5.8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 20 en la posición I; revelada a las 9 en la posición III — Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	tem- peratura
	I	95,0			45,8				
	II	106,0	100,0	+6,0	51,7	52,1	-0,4		
	III	99,2	100,3	-1,1	58,8	52,3	+6,5		
	I	95,9	100,5	-4,6	46,4	52,4	-6,0		
	II	106,5	100,7	+5,8	52,0	52,3	-0,3		
	III	99,9	101,0	-1,1	58,3	52,4	+5,9		
	I	96,7	101,3	-4,4	46,9	52,6	-5,7		
	II	107,4	101,7	+5,7	52,8	53,2	-0,4		
	III	101,0			60,0				
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \times 13,5 = +28,08$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -3,61 \times 1,1 = -3,97$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \times 0,3 = -1,04$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \times 10 = -65,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+28,2	+8,1	+20,1		+20,1	68	137°51'
W_{yz}	-4,1	+1,8	-5,9		-5,9		
W_{Δ}	-0,6	+5,6	-6,2		-6,2		
$2W_{xy}$	-70,0	-2,4	-67,6		-67,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,8235$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,8235$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,0000$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 275^\circ 42' \\ \text{cos: } +\lambda = 137^\circ 51' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 0,8235$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 2,9978$
 $\text{Log } R = 1,8257$
 $R = 67$

Investigación gravimétrica en Sos

Estación n.º 4.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -4,2 \quad \Delta'_1 = -4,6$
 $\Delta_2 = +5,8 \quad \Delta'_2 = +1,6$
 $\Delta_3 = -1,3 \quad \Delta'_3 = +2,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0,3$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +7,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +4,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +4,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 19 en la posición I; revelada a las 9 en la posición I₃—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lectura	Temperatura	Gravimétrica
	I	92,0	95,8	-3,8	42,2	47,1	-4,9			
	II	101,7	95,8	+5,9	48,7	47,1	+1,6			
	III	93,7	95,1	-1,4	50,5	47,7	+2,8			
	I	90,0	94,5	-4,5	43,8	48,1	-4,3			
	II	9,99	94,2	+5,7	49,9	48,3	+1,6			
	III	92,8	93,9	-1,1	51,3	48,5	+2,8			
	I	89,1			44,3					
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

$A = W_{xz} = +2,15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 + 8,3 = +17,9$
 $B = W_{yz} = +3,73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 + 0,1 = +3,84$
 $C = W_{\Delta} = -3,82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 + 5,9 = -22,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 + 8,9 = -59,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+17,9	+8,1	+9,8		+9,8	63,2	148°14'
W_{yz}	+0,4	+1,8	-1,4		-1,4		
W_{Δ}	-22,6	+5,6	-28,2		-28,2		
$2W_{xy}$	-59,0	-2,4	-56,6		-56,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,7528$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,4502$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,3025$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 296^{\circ}29' \\ \text{cos: } \lambda = 148^{\circ}14' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,45024$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,64935$
 $\text{Log } R = 1,80089$
 $R = 63,2$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 5.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,5 \quad \Delta'_1 = -1,1$
 $\Delta_2 = +4,6 \quad \Delta'_2 = +0,9$
 $\Delta_3 = -1,1 \quad \Delta'_3 = +0,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +5,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 12 en la posición I; revelada a las 16 en la posición III₂—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lectura	Temperatura	Gravimétrica
	I	92,5	95,4	-2,3	45,2	46,3	-1,1			
	II	100,0	95,4	+4,6	47,1	46,3	+0,8			
	III	93,8	94,9	-1,1	46,7	45,9	+0,8			
	I	90,9	94,0	-3,5	44,0	45,0	-1,0			
	II	99,0	94,0	-4,0	44,9	43,9	+1,0			
	III	91,9			43,6	43,9	-0,3			
	I									
	II									
	III									

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \times 5,1 = +10,61$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \times 2,3 = +8,30$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \times 6,3 = -23,94$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \times 4,7 = -30,88$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+11,8	+8,1	+3,7		+3,7	41	158°
W_{yz}	+7,6	+1,8	+5,8		+5,8		
W_{Δ}	-24,3	+5,6	-29,9		-29,9		
$2W_{xy}$	-30,2	-2,4	-27,8		-27,8		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,4548$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,4698$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,9850$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 316^{\circ} \\ \text{cos: } +\lambda = 158^{\circ} \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,4698$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8569$
 $\text{Log } R = 1,6129$
 $R = 41$

Investigación gravimétrica en Sos

Estación n.º 6.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -5,1 \quad \Delta'_1 = -1,6$
 $\Delta_2 = +7,8 \quad \Delta'_2 = -2,1$
 $\Delta_3 = -2,7 \quad \Delta'_3 = +3,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +10,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +5,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -5,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 9 en la posición I; revelada a las 17 en la posición I₃ — Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	lura	Inc.	Gra-
I	I	87,9	93,0	-5,1	43,9	45,3	-1,4			
II	II	100,8	93,0	+7,8	43,2	45,3	-2,1			
III	III	90,3	93,1	-2,8	48,9	45,0	+3,9			
I	I	88,3	93,5	-5,2	42,9	44,6	-1,7			
II	II	102,0	94,3	+7,7	41,9	43,9	-2,0			
III	III	92,5	95,2	-2,7	46,9	43,1	+3,8			
I	I	91,2			40,6					
II	II									
III	III									
I	I									
II	II									
III	III									

$A = W_{xz} = +2,15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 + 16,4 = +35,4$
 $B = W_{yz} = +3,73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 + 3,4 = +12,7$
 $C = W_{\Delta} = -3,82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 + 4,6 = -17,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 + 6,8 = -45,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+35,4	+8,1	+27,3		+27,3	48,6	149°15'
W _{yz}	+12,7	+1,8	+10,9		+10,9		
W _Δ	-17,6	+5,6	-23,2		-23,2		
2W _{xy}	-45,1	-2,4	-42,7		-42,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,6304$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,3655$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2649$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 1,6304$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,3655$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,6789$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2649$
 $\text{Log } R = 1,6866$
 $\text{Log } R = 1,6866$
 $R = 48,6$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 298^{\circ}31' \\ \text{cos: } +\lambda = 149^{\circ}15' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 7.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,0 \quad \Delta'_1 = -1,7$
 $\Delta_2 = +0,2 \quad \Delta'_2 = +5,0$
 $\Delta_3 = -1,2 \quad \Delta'_3 = -3,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +8,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición I; revelada a las 9 en la posición I₃ — Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	lura	Gra-
I	I	94,5	93,8	+0,7	47,0	49,1	-2,1		
II	II	94,0	93,8	+0,2	54,1	49,1	+5,0		
III	III	93,0	94,2	-1,2	46,2	49,4	-3,2		
I	I	95,7	94,5	+1,2	48,1	49,7	-1,6		
II	II	95,0	94,8	+0,2	55,0	50,0	+5,0		
III	III	93,7	94,9	-1,2	47,0	50,3	-3,7		
I	I	96,1	94,9	+1,2	48,9	50,3	-1,4		
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -2,08 \times 6,9 = -14,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -3,61 \times 2,7 = -9,8$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \times 9,7 = -36,9$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \times 0,7 = -4,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-14,6	+8,1	-22,7		-22,7	44	178°10'
W _{yz}	-10,2	+1,8	-12,0		-12,0		
W _Δ	-38,0	+5,6	-43,6		-43,6		
2W _{xy}	-5,2	-2,4	-2,8		-2,8		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,4471$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,6395$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 2,8076$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 0,4471$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,6395$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,9991$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 2,8076$
 $\text{Log } R = 1,6404$
 $\text{Log } R = 1,6404$
 $R = 44$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 356^{\circ}20' \\ \text{cos: } +\lambda = 178^{\circ}10' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Sos

Estación n.º 8.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -2.3 \quad \Delta'_1 = -3.1$
 $\Delta_2 = +3.8 \quad \Delta'_2 = +3.0$
 $\Delta_3 = -1.5 \quad \Delta'_3 = +0.1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +5.3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2.3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +2.9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +3.1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 19 en la posición I; revelada a las 9 en la posición I₃.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	u'	n' _o	Δ	tura	dos	gra.
	I	94,2	96,4	-2,2	40,0	43,2	-3,2			
	II	100,2	96,4	+3,8	46,2	43,2	+3,0			
	III	94,8	96,3	-1,5	43,4	43,4	0			
	I	94,0	96,3	-2,3	40,5	43,6	-3,1			
	II	100,1	96,2	+3,9	46,8	43,8	+3,0			
	III	94,5	96,1	-1,6	44,0	43,9	+0,1			
	I	93,8			40,8					
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

$A = W_{xz} = +2.15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2.16 + 2.4 = + 5.2$
 $B = W_{yz} = +3.73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3.74 - 0.8 = - 3.0$
 $C = W_{\Delta} = -3.82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3.83 + 8.2 = -31.4$
 $D = 2W_{xy} = -6.62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6.63 + 5.4 = -35.8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 5,2	+8,1	- 2,9		- 2,9	49,8	158°58'
W _{yz}	- 3,0	+1,8	- 4,8		- 4,8		
W _Δ	-31,4	+5,6	-37,0		-37,0		
W _{xy}	-35,8	-2,4	-33,4		-33,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,523746$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,568202$
 $\text{Log } \text{tg } 2 \lambda = 1,955544$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 317^{\circ}56' \\ \text{cos: } +\lambda = 158^{\circ}58' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,568202$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,870680$
 $\text{Log } R = 1,697622$
 $R = 49,8$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 9.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1.4 \quad \Delta'_1 = 0$
 $\Delta_2 = +5.1 \quad \Delta'_2 = +1.4$
 $\Delta_3 = -3.6 \quad \Delta'_3 = -1.4$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0.1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +8.7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1.5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +2.8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11,30 en la posición I; revelada a las 17 en la posición I₃.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	dos	gra.
	I	91,9	92,9	-1,0	45,0	44,9	+0,1			
	II	98,0	92,9	+5,1	46,4	44,9	+1,5			
	III	88,9	92,5	-3,6	43,3	44,6	-1,3			
	I	—	—	—	44,1	44,2	-0,1			
	II	—	—	—	45,2	43,8	+1,4			
	III	88,3	—	—	42,0	43,5	-1,5			
	I	90,8	92,5	-1,7	43,3	43,5	-0,2			
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

$A = W_{xz} = +2.08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2.08 (8.7 - 2.8) = +12.3$
 $B = W_{yz} = +3.61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3.61 (1.5) = + 5.4$
 $C = W_{\Delta} = -3.80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3.80 (8.7 + 2.8) = -43.7$
 $D = 2W_{xy} = -6.57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6.57 (1.5) = - 9.9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+12,3	+8,1	+ 4,2		+ 4,2	50	175°40'
W _{yz}	+ 5,4	+1,8	+ 3,6		+ 3,6		
W _Δ	-43,7	+5,6	-49,3		-49,3		
2 W _{xy}	- 9,9	-2,4	- 7,5		- 7,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,875061$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,692847$
 $\text{Log } \text{tg } 2 \lambda = 1,182214$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 351^{\circ}21' \\ \text{cos: } \lambda = 175^{\circ}40' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,692847$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,995025$
 $\text{Log } R = 1,697822$
 $R = 50$

Investigación gravimétrica en Sos

Estación n.º 10.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -3,2 \quad \Delta'_1 = -2,6$
 $\Delta_2 = +5,3 \quad \Delta'_2 = +1,8$
 $\Delta_3 = -1,9 \quad \Delta'_3 = +0,7$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +7,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,4$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10,30 en la posición N; revelada a las 16 en la posición I₃—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Loc. tura	dos
	I	91,4	94,5	-3,1	42,0	45,1	-3,1		
	II	100,0	94,5	+5,5	47,0	45,1	+1,9		
	III	92,0	94,2	-2,2	46,2	45,5	+0,7		
	I	90,7	94,0	-3,3	43,3	45,5	-2,2		
	II	99,3	94,2	+5,1	47,0	45,4	+1,6		
	III	92,7	94,3	-1,6	45,8	45,1	+0,7		
	I	91,0			42,5				
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +6,1 = +13,2$
 $B = W_{yz} = +3,73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +0,9 = +3,4$
 $C = W_{\Delta} = -3,82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +8,3 = -31,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +5,9 = -39,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+13,2	+8,1	+5,1		+5,1	52,4	157°46'
W _{yz}	+3,4	+1,8	+1,6		+1,6		
W _Δ	-31,8	+5,6	-37,4		-37,4		
2W _{xy}	-39,1	-2,4	-36,7		-36,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,5647$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5729$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,9918$
 $\text{Signos } \begin{cases} \text{tg: } -2\lambda = 315^{\circ}32' \\ \text{cos: } +\lambda = 157^{\circ}46' \end{cases}$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5729$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8535$
 $\text{Log } R = 1,7194$
 $R = 52,4$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 11.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,2 \quad \Delta'_1 = -1,9$
 $\Delta_2 = +4,5 \quad \Delta'_2 = +2,3$
 $\Delta_3 = -1,2 \quad \Delta'_3 = -0,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +5,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +2,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición I; revelada a las 9 en la posición I₃—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Loc. tura	dos
	I	91,3	94,8	-3,5	41,7	44,2	-2,5		
	II	99,4	94,8	+4,6	46,7	44,2	+2,5		
	III	93,9	95,1	-1,2	44,2	44,6	-0,4		
	I	92,2	95,4	-3,2	43,0	44,8	-1,8		
	II	100,2	95,8	+4,4	47,2	45,1	+2,1		
	III	95,0	96,1	-1,1	45,2	45,4	-0,2		
	I	93,2	96,1	-2,9	43,8	45,4	-1,6		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \times 3,1 = +6,29$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \times 1,3 = +4,7$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \times 8,3 = -31,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \times 5,3 = -34,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+6,4	+8,1	-1,7		-1,7	49	159°17'
W _{yz}	+4,3	+1,8	+2,5		+2,5		
W _Δ	-31,1	+5,6	-36,7		-36,7		
W _{xy}	-34,8	-2,4	-32,4		-32,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,5105$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5647$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,9458$
 $\text{Signos } \begin{cases} \text{tg: } -2\lambda = 318^{\circ}34' \\ \text{cos: } +\lambda = 159^{\circ}17' \end{cases}$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5647$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8749$
 $\text{Log } R = 1,6898$
 $R = 49$

Investigación gravimétrica en Sos

Estación n.º 12.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -2,5 \quad \Delta'_1 = -1,5$
 $\Delta_2 = +4,7 \quad \Delta'_2 = +3,8$
 $\Delta_3 = -2,1 \quad \Delta'_3 = -2,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +6,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +6,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición I; revelada a las 9 en la posición I₃ — Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Tempe- raturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lea- tura	dos	grm.
	I	92,4	94,9	-2,5	42,0	43,7	-1,7			
	II	99,7	94,9	+4,8	47,5	43,7	+3,8			
	III	92,5	94,8	-2,3	41,6	43,8	-2,2			
	I	92,1	94,6	-2,5	42,4	43,8	-1,4			
	II	99,3	94,7	+4,6	47,5	43,8	+3,7			
	III	92,8	94,7	-1,9	41,4	43,8	-2,4			
	I	92,0			42,4					
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

$A = W_{xz} = +2,15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 + 0,7 = +1,5$
 $B = W_{yz} = +3,73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 + 1,1 = +4,1$
 $C = W_{\Delta} = -3,82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 + 12,9 = -49,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 + 4,1 = -27,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores to- pográficos	R	λ
W_{xz}	+ 1,5	+8,1	- 6,6		- 6,6	60,3	167°52'
W_{yz}	+ 4,1	+1,8	+ 2,3		+ 2,3		
W_{Δ}	-49,4	+5,6	-55,0		-55,0		
$2W_{xy}$	-27,2	-2,4	-24,8		-24,8		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,394452$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,740363$
 $\text{Log } W_{yz} = 1,740363$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,654089$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,740363$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9598$
 $\text{Log } R = 1,7805$
 $R = 60,3$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 335^{\circ}44' \\ \text{cos: } +\lambda = 167^{\circ}52' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 13.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,8 \quad \Delta'_1 = +0,5$
 $\Delta_2 = +6,9 \quad \Delta'_2 = +1,7$
 $\Delta_3 = -3,0 \quad \Delta'_3 = -2,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +9,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,9$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +3,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11,15 en la posición I; revelada a las 4 en la posición I₃ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Tempe- raturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lea- tura	dos	grm.
	I	92,0	95,5	-3,5	46,1	45,4	+0,7			
	II	102,2	95,5	+6,7	47,2	45,4	+1,8			
	III	92,5	95,4	-2,9	43,0	45,4	-2,4			
	I	91,5	95,4	-3,9	46,1	45,3	+0,8			
	II	102,4	95,3	+7,1	47,0	45,3	+1,7			
	III	92,0	95,1	-3,1	43,1	44,9	-1,8			
	I	90,9	95,1	-4,2	44,8	44,9	-0,1			
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \times 6,1 = +12,7$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \times 4,3 = +15,5$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \times 13,7 = -52,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \times 3,5 = -23,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores to- pográficos	R	λ
W_{xz}	+12,4	+8,1	+ 4,3		+ 4,3	61,7	170°27'
W_{yz}	+15,7	+1,8	+13,9		+13,9		
W_{Δ}	-52,7	+5,6	-58,3		-58,3		
$2W_{xy}$	-22,6	-2,4	-20,2		-20,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,3054$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,7657$
 $\text{Log } W_{yz} = 1,7657$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,5397$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,7657$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9754$
 $\text{Log } R = 1,7903$
 $R = 61,7$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 340^{\circ}54' \\ \text{cos: } +\lambda = 170^{\circ}27' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Sos

Estación n.º 14.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -3,4 \quad \Delta'_1 = -2,0$
 $\Delta_2 = +6,7 \quad \Delta'_2 = +1,5$
 $\Delta_3 = -3,3 \quad \Delta'_3 = -1,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +10,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,4$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +2,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición I; revelada a las 16 en la posición I₃.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ac.}	t _{gr.}
	I	93,0	96,5	-3,5	41,3	41,6	-0,3		
	II	103,4	96,5	+6,9	43,0	41,6	+1,4		
	III	93,1	96,5	-3,4	40,4	41,7	-1,3		
	I	93,0	96,3	-3,3	41,8	41,9	-0,1		
	II	102,7	96,3	+6,4	43,6	42,0	+1,6		
	III	93,3	96,6	-3,3	40,5	41,7	-1,2		
	I	93,8			41,0				
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +7,2 = +15,6$
 $B = W_{yz} = +3,73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +3,2 = +12,0$
 $C = W_{\Delta} = -3,82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +12,8 = -49,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +3,6 = -23,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+15,6	+8,1	+7,5		+7,5	58,6	169°15'
W _{yz}	+12,0	+1,8	+10,2		+10,2		
W _Δ	-49,0	+5,6	-54,6		-54,6		
2W _{xy}	-23,9	-2,4	-21,5		-21,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,3324$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,7372$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,5952$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 338^{\circ}31' \\ \text{cos: } +\lambda = 169^{\circ}15' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,7372$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9687$
 $\text{Log } R = 1,7685$
 $R = 58,6$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 15.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +1,6 \quad \Delta'_1 = +0,4$
 $\Delta_2 = -1,5 \quad \Delta'_2 = -0,1$
 $\Delta_3 = -0,1 \quad \Delta'_3 = -0,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₄.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ac.}	t _{gr.}
	I	94,1							
	II	91,2							
	III	93,6							
	I	94,3							
	II	90,7							
	III	91,1							
	I	93,4	91,9	+1,5	41,0	40,9	+0,1		
	II	90,5	91,9	-1,4	40,8	40,9	-0,1		
	III	92,0	92,1	-0,1	40,8	41,1	-0,3		
	I	93,7	91,9	+1,8	41,7	41,0	+0,7		
	II	90,1	91,5	-1,4	40,4	40,4	+0,0		
	III	90,6	91,5	-0,9	39,2	40,4	-1,2		

$A = W_{xz} = +2,15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -1,6 = -3,5$
 $B = W_{yz} = +3,73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -1,2 = -4,5$
 $C = W_{\Delta} = -3,82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -1,2 = +4,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -2,0 = +13,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-3,5	+8,1	-11,6		-11,6	15,7	43°10'
W _{yz}	-4,5	+1,8	-6,3		-6,3		
W _Δ	+4,6	+5,6	-1,0		-1,0		
2W _{xy}	+13,3	-2,4	+15,7		+15,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1959$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,0000$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,1959$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 86^{\circ}21' \\ \text{cos: } +\lambda = 43^{\circ}10' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 0,0000$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 2,8032$
 $\text{Log } R = 1,1968$
 $R = 15,7$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 16.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,9 \quad \Delta'_1 = +0,6$
 $\Delta_2 = +1,2 \quad \Delta'_2 = -0,4$
 $\Delta_3 = -2,1 \quad \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,9$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 12 en la posición I; revelada a las 16 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lección	Grados
	I	92,7	91,8	+0,9	43,8	43,2	+0,6		
	II	92,9	91,8	+1,1	42,8	43,2	-0,4		
	III	89,9	91,8	-1,9	43,1	43,3	-0,2		
	I	92,7	91,8	+0,9	44,0	43,3	+0,7		
	II	92,8	91,5	+1,3	43,0	43,4	-0,4		
	III	89,2	91,5	-2,3	43,3	43,4	-0,1		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \times 3,5 = + 7,28$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -3,61 \times 0,3 = - 1,08$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \times 3,1 = -11,8$
 $D = 2 W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +6,57 \times 1,5 = + 9,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 7,1	+ 8,1	- 1,0		- 1,0	20	18°4'
W _{yz}	- 1,2	+ 1,8	- 3,0		- 3,0		
W _Δ	-10,7	+ 5,6	-16,3		-16,3		
2 W _{xy}	+ 9,5	- 2,4	+11,9		+11,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,0755$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2121$
 $\text{Log tg } 2 \lambda = 1,8634$
 $\text{Signos } \begin{cases} \text{tg: } +2\lambda = 36^{\circ}8' \\ \text{cos: } +\lambda = 18^{\circ}4' \end{cases}$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,2121$
 $\text{Log } \cos 2 \lambda = 1,9072$
 $\text{Log } R = 1,3049$
 $R = 20$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 17.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -1,5 \quad \Delta'_1 = +0,8$
 $\Delta_2 = +1,4 \quad \Delta'_2 = -0,8$
 $\Delta_3 = +0,1 \quad \Delta'_3 = \pm 0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -8,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 15 en la posición I₃.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lección	Grados
	I	90,6	92,0	- 1,4	41,0	40,1	+0,9		
	II	93,3	92,0	+1,3	39,1	40,1	-1,0		
	III	92,0	91,9	+0,1	40,1	40,1	±0,0		
	I	90,2	91,9	-1,7	40,1	40,3	+0,8		
	II	93,5	91,9	+1,6	39,8	40,5	-0,7		
	III	92,0	92,0	±0,0	40,5	40,5	±0,0		
	I	90,6			41,3				
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,15 \cdot +2,1 = +4,5$
 $B = W_{yz} = +3,73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +2,3 = +8,6$
 $C = W_{\Delta} = -3,82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +0,5 = -1,9$
 $D = 2 W_{xy} = -6,62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +0,7 = -4,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 4,8	+ 8,1	- 3,3		- 3,3	8,6	171°25'
W _{yz}	+ 8,8	+ 1,8	+ 7,0		+ 7,0		
W _Δ	- 2,5	+ 5,6	- 8,1		- 8,1		
2 W _{xy}	- 4,9	- 2,4	- 2,5		- 2,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,3979$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,9085$
 $\text{Log tg } 2 \lambda = 1,4894$
 $\text{Signos } \begin{cases} \text{tg: } -2\lambda = 342^{\circ}51' \\ \text{cos: } +\lambda = 171^{\circ}25' \end{cases}$

$\text{Log } W_{\Delta} = 0,9085$
 $\text{Log } \cos 2 \lambda = 1,9802$
 $\text{Log } R = 0,9283$
 $R = 8,7$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 18.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,1 \quad \Delta'_1 = +2,5$

$\Delta_2 = +3,8 \quad \Delta'_2 = -0,7$

$\Delta_3 = -3,9 \quad \Delta'_3 = -1,8$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

$\Delta_2 - \Delta_3 = +7,7$

$\Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,1$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = -2,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 18 en la posición I; revelada a las 15 en la posición I₃. — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	Gr. dos
	I	91,7	91,6	+0,1	44,8	42,4	+2,4		
	II	95,4	91,6	+3,8	41,8	42,4	-0,6		
	III	87,8	91,7	-3,9	40,7	42,4	-1,7		
	I	91,8	91,7	+0,1	44,6	42,2	+2,4		
	II	95,4	91,7	+3,7	41,3	42,1	-0,8		
	III	87,8	91,7	-3,9	40,3	42,1	-1,8		
	I	91,9	91,7	+0,2	44,8	42,1	+2,7		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,08[(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08(7,7 - 1,1) = +13,7$
 $B = W_{yz} = +3,61[(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61(-0,1 + 2,5) = +8,7$
 $C = W_{\Delta} = -3,80[(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80(7,7 + 1,1) = -33,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57[(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57(-0,1 - 2,5) = +17,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+13,6	+8,1	+5,5		+5,5	43	13°13'
W_{yz}	+8,5	+1,8	+6,7		+6,7		
W_{Δ}	-32,8	+5,6	-38,4		-38,4		
$2W_{xy}$	+16,7	-2,4	+19,1		+19,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,2810$ $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5843$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5843$ $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9519$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,6967$ $\text{Log } R = 1,6324$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 26^{\circ}27' \\ \text{cos: } +\lambda = 13^{\circ}13' \end{array} \right.$ $R = 43$

Investigación gravimétrica en Sos

Estación n.º 19.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -2,2 \quad \Delta'_1 = -4,3$

$\Delta_2 = +1,8 \quad \Delta'_2 = +5,5$

$\Delta_3 = +0,4 \quad \Delta'_3 = -1,2$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

$\Delta_2 - \Delta_3 = +1,4$

$\Delta_2 + \Delta_3 = +2,2$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = +6,7$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = +4,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 11,30 en la posición I; revelada a las 15,30 en la posición III₂. — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	Gr. dos
	I	92,3	94,7	-2,4	42,7	46,9	-4,2		
	II	96,9	94,7	+2,2	52,2	46,9	+5,3		
	III	95,0	94,6	+0,4	46,0	47,2	-1,2		
	I	92,0	84,1	-2,1	43,4	47,7	-4,3		
	II	95,3	93,9	+1,4	53,7	47,9	+5,8		
	III	94,4	93,9	+0,5	46,7	47,9	-1,2		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,15[(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 - 6,3 = -11,4$
 $B = W_{yz} = +3,73[(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 - 2,1 = -7,9$
 $C = W_{\Delta} = -3,82[(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 + 8,1 = -31,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,62[(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 + 6,5 = -43,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	-11,4	+8,1	-19,5		-19,5	54,7	155°59'
W_{yz}	-7,9	+1,8	-9,7		-9,7		
W_{Δ}	-31,0	+5,6	-36,6		-36,6		
$2W_{xy}$	-43,1	-2,4	-40,7		-40,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,6096$ $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5635$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5635$ $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8252$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0461$ $\text{Log } R = 1,7388$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 311^{\circ}58' \\ \text{cos: } +\lambda = 155^{\circ}59' \end{array} \right.$ $R = 54,7$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 20.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,3 \quad \Delta'_1 = +0,8$
 $\Delta_2 = +0,9 \quad \Delta'_2 = +2,3$
 $\Delta_3 = -2,2 \quad \Delta'_3 = -2,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,2$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +5,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición I; revelada a las 9 en la posición I₃.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t _{ac-}	t _{gr-}
	I	91,8	90,4	+1,4	42,2	41,2	+1,0		
	II	91,4	90,4	+1,0	43,4	41,2	+2,2		
	III	88,0	90,3	-2,3	37,9	40,8	-2,9		
	I	91,5	90,3	+1,2	41,2	40,8	+0,4		
	II	91,3	90,5	+0,8	43,2	40,8	+2,4		
	III	88,6	90,6	-2,0	38,0	41,0	-3,0		
	I	92,0	90,6	+1,4	41,9	41,0	+0,9		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,08[(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08(3,1 - 5,2) = -4,4$
 $B = W_{yz} = +3,61[(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61(-1,3 + 0,6) = -2,5$
 $C = W_{\Delta} = -3,80[(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80(3,1 + 5,2) = -31,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,57[(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57(-1,3 - 0,6) = +12,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-4,3	+8,1	-12,4		-12,4	40,6	11º0'
W _{yz}	-2,3	+1,8	-4,1		-4,1		
W _Δ	-32,0	+5,6	-37,6		-37,6		
2W _{xy}	+12,8	-2,4	+15,2		+15,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1818$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5752$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,6066$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 22^\circ 0' \\ \text{cos: } +\lambda = 11^\circ 0' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,5752$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9671$
 $\text{Log } R = 1,6081$
 $R = 40,6$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 21.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +1,5 \quad \Delta'_1 = +1,2$
 $\Delta_2 = +0,6 \quad \Delta'_2 = +1,3$
 $\Delta_3 = -2,1 \quad \Delta'_3 = -2,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +3,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 9 en la posición I₃.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t _{ac-}	t _{gr-}
	I	91,3	90,0	+1,3	41,5	40,2	+1,3		
	II	90,7	90,0	+0,7	41,5	40,2	+1,3		
	III	87,9	90,1	-2,2	37,5	40,1	-2,6		
	I	91,8	90,1	+1,7	41,4	40,2	+1,2		
	II	90,7	90,1	+0,6	41,7	40,3	+1,4		
	III	87,7	89,8	-2,1	38,0	40,5	-2,5		
	I	91,1			41,7				
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,15[(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -1,1 = -2,4$
 $B = W_{yz} = +3,73[(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,3 = -1,1$
 $C = W_{\Delta} = -3,82[(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +6,5 = -22,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,62[(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -2,7 = -17,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-2,4	+8,1	-10,5		-10,5	36,6	16º49'
W _{yz}	-1,1	+1,8	-2,9		-2,9		
W _Δ	-24,9	+5,6	-30,5		-30,5		
2W _{xy}	+17,9	-2,4	+20,3		+20,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,3075$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,4843$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,8232$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 33^\circ 39' \\ \text{cos: } +\lambda = 16^\circ 49' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,4843$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9204$
 $\text{Log } R = 1,5639$
 $R = 36,6$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 22.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +4.4 & \Delta'_1 &= +5.1 \\ \Delta_2 &= -1.6 & \Delta'_2 &= -0.9 \\ \Delta_3 &= -2.9 & \Delta'_3 &= -4.2 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= -0.1 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= 0 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +1.3 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= -4.5 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= +3.3 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -5.1 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 11 en la posición I; revelada a las 15,30 en la posición III₂. — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	dos	Gra.
	I	91,4	86,9	+4,5	42,5	37,5	+5,0			
	II	85,2	86,9	-1,7	37,0	37,5	-0,5			
	III	84,0	86,8	-2,8	33,0	37,3	-4,3			
	I	91,1	86,8	+4,3	42,0	36,8	+5,2			
	II	85,3	86,9	-1,6	35,4	36,7	-1,3			
	III	83,9	86,9	-3,0	32,7	36,7	-4,0			
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,08[(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08(1,3 - 3,3) = -4,2 \\ B &= W_{yz} = +3,61[(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61(-4,5 + 5,1) = +2,2 \\ C &= W_{\Delta} = -3,80[(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80(1,3 + 3,3) = -17,5 \\ D &= 2W_{xy} = -6,57[(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57(-4,5 - 5,1) = +63,0 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-4,3	+8,1	-12,4		-12,4	69	35°18'
W _{yz}	+2,4	+1,8	+0,6		+0,6		
W _Δ	-17,3	+5,6	-22,9		-22,9		
2W _{xy}	+62,7	-2,4	+65,1		+65,1		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2W_{xy} &= 1,8136 & \text{Log } W_{\Delta} &= 1,3598 \\ \text{Log } W_{\Delta} &= 1,3598 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,5208 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,4538 & \text{Log } R &= 1,8390 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 70^{\circ}37' \\ \text{cos: } +\lambda = 35^{\circ}18' \end{array} \right. & & R &= 69 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 23.

Balanza n.º 522.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= -0,7 & \Delta'_1 &= +3,2 \\ \Delta_2 &= +2,0 & \Delta'_2 &= -1,9 \\ \Delta_3 &= -1,3 & \Delta'_3 &= -1,3 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= 0 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +3,3 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= +0,7 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= -0,6 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -3,2 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 10,30 en la posición N; revelada a las 16 en la posición I₃ — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	dos	Gra.
	I	87,5	88,0	-0,5	42,5	39,4	+3,1			
	II	90,0	88,0	+2,0	37,5	39,4	-1,9			
	III	86,5	87,8	-1,3	38,3	39,6	-1,3			
	I	86,9	87,7	-0,8	43,0	39,7	+3,3			
	II	89,8	87,7	-2,1	37,9	39,8	-1,9			
	III	86,5	87,8	-1,3	38,4	39,7	-1,3			
	I	87,2			42,8					
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,15[(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +3,9 = +8,4 \\ B &= W_{yz} = +3,73[(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +3,9 = +14,6 \\ C &= W_{\Delta} = -3,82[(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +2,7 = -10,3 \\ D &= 2W_{xy} = -6,62[(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -2,5 = +16,6 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+8,4	+8,1	+0,3		+0,3	24,7	25°2'
W _{yz}	+14,6	+1,8	+12,8		+12,8		
W _Δ	-10,3	+5,6	-15,9		-15,9		
2W _{xy}	+16,6	-2,4	+19,0		+19,0		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2W_{xy} &= 1,2787 & \text{Log } W_{\Delta} &= 1,2014 \\ \text{Log } W_{\Delta} &= 1,2014 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,8074 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,0773 & \text{Log } R &= 1,3940 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 50^{\circ}4' \\ \text{cos: } +\lambda = 25^{\circ}2' \end{array} \right. & & R &= 24,7 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 24.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +1,2 & \Delta'_1 &= +5,5 \\ \Delta_2 &= +0,3 & \Delta'_2 &= -0,8 \\ \Delta_3 &= -1,5 & \Delta'_3 &= -4,7 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= 0 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +1,8 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= -1,2 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= +3,9 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -5,5 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición I; revelada a las 9 en la posición I₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t _{ura}	dos	Gra.
	I	91,7	90,6	+1,1	42,5	36,8	+5,7			
	II	90,9	90,6	+0,3	36,0	36,8	-0,8			
	III	89,2	90,7	-1,5	31,9	36,6	-4,7			
	I	91,9	90,7	+1,2	42,0	36,6	+5,4			
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,08[(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08(1,8 - 3,9) = +4,4 \\ B &= W_{yz} = +3,61[(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61(-1,2 + 5,5) = +15,5 \\ C &= W_{\Delta} = -3,80[(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80(1,8 + 3,9) = -21,6 \\ D &= 2W_{xy} = -6,57[(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57(-1,2 - 5,5) = +44,0 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-4,7	+8,1	-12,8		-12,8	53	30°
W _{yz}	+15,7	+1,8	+13,9		+13,9		
W _Δ	-21,0	+5,6	-26,6		-26,6		
2W _{xy}	+43,7	-2,4	+46,1		+46,1		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2W_{xy} &= 1,6637 & \text{Log } W_{\Delta} &= 1,4249 \\ \text{Log } W_{\Delta} &= 1,4249 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,6988 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,2388 & \text{Log } R &= 1,7261 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 60^\circ \\ \text{cos: } +\lambda = 30^\circ \end{array} \right. & & R &= 53 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 25.

Balanza n.º 522.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= -0,3 & \Delta'_1 &= +3,9 \\ \Delta_2 &= +1,8 & \Delta'_2 &= +0,4 \\ \Delta_3 &= -1,4 & \Delta'_3 &= -4,4 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0,1 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -0,1 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +3,2 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= +0,4 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= +4,8 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -4,0 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición I₃.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t _{ura}	dos	Gra.
	I	90,3	90,3	+0,0	37,1	33,4	+3,7			
	II	92,0	90,3	+1,7	33,8	33,4	+0,4			
	III	88,5	90,0	-1,5	29,2	33,6	-4,4			
	I	89,4	89,9	-0,5	37,9	33,8	+4,1			
	II	91,8	89,9	+1,9	34,2	33,8	+0,4			
	III	88,5	89,8	-1,3	29,3	33,8	-4,5			
	I	89,2			38,0					
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,15[(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16(-1,6) = -3,5 \\ B &= W_{yz} = +3,73[(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74(+4,4) = +16,5 \\ C &= W_{\Delta} = -3,82[(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83(+8,0) = -30,6 \\ D &= 2W_{xy} = -6,62[(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63(-3,6) = +23,9 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-3,5	+8,1	-11,6		-11,6	44,7	18°0'
W _{yz}	+16,5	+1,8	+14,7		+14,7		
W _Δ	-30,6	+5,6	-36,2		-36,2		
2W _{xy}	+23,9	-2,4	+26,3		+26,3		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2W_{xy} &= 1,4200 & \text{Log } W_{\Delta} &= 1,5587 \\ \text{Log } W_{\Delta} &= 1,5587 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,9079 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 1,8613 & \text{Log } R &= 1,6508 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 36^\circ 0' \\ \text{cos: } +\lambda = 18^\circ 0' \end{array} \right. & & R &= 44,7 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 26.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,0 \quad \Delta'_1 = +5,8$
 $\Delta_2 = -1,2 \quad \Delta'_2 = 0$
 $\Delta_3 = +0,2 \quad \Delta'_3 = -5,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +5,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -5,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 10,45 en la posición I; revelada a las 17 en la posición III. — Orientación N. M. — Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lección	Grados
	I	92,6	91,6	+1,0	44,6	38,8	+5,8		
	II	90,4	91,6	-1,2	38,8	38,8	+0		
	III	91,8	91,6	+0,2	33,0	38,8	-5,8		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -2,08 \times 7,2 = -15,0$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \times 4,8 = +17,3$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \times 4,4 = -16,7$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +6,57 \times 6,8 = +44,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-14,9	+8,1	-23,0		-23,0	52	32º30'
W _{yz}	+17,5	+15,7	+15,7		+15,7		
W _Δ	-16,5	+5,6	-22,1		-22,1		
2W _{xy}	+45,0	-2,4	+47,4		+47,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,6758$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,3444$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,3314$
 $\text{Log } R = 1,7186$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6258$
 $R = 52$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } + 2\lambda = 65^\circ 0' \\ \text{cos: } + \lambda = 32^\circ 30' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Sos y Sangüesa

Estación n.º 27.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +1,5 \quad \Delta'_1 = +4,4$
 $\Delta_2 = +1,4 \quad \Delta'_2 = -1,7$
 $\Delta_3 = -2,9 \quad \Delta'_3 = -2,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +4,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -4,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 17 en la posición I₃ — Orientación N. M. — Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lección	Grados
	I	91,7	90,1	+1,6	39,0	34,7	+4,3		
	II	91,5	90,1	+1,4	33,0	34,7	-1,7		
	III	87,0	89,9	-2,9	32,1	34,9	-2,8		
	I	91,1	89,6	+1,5	39,5	35,0	+4,5		
	II	90,8	89,5	+1,3	33,5	35,2	-1,7		
	III	86,6	89,5	-2,9	32,6	35,4	-2,8		
	I	91,1			40,0				
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

$A = W_{xz} = +2,15 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 + 3,2 = +6,9$
 $B = W_{yz} = +3,73 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 + 3,0 = +11,2$
 $C = W_{\Delta} = -3,82 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,63 + 5,4 = -20,7$
 $D = 2W_{xy} = -6,62 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 - 6,0 = +39,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+6,9	+8,1	-1,2		-1,2	49,7	29º2'
W _{yz}	+11,2	+1,8	+9,4		+9,4		
W _Δ	-20,7	+5,6	-26,3		-26,3		
2W _{xy}	+39,8	-2,4	+42,2		+42,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,6253$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,4200$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2053$
 $\text{Log } R = 1,6966$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,7234$
 $R = 49,7$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } + 2\lambda = 58^\circ 4' \\ \text{cos: } + \lambda = 29^\circ 2' \end{array} \right.$

CAPITULO II

INVESTIGACION SISMICA EN MONREAL

§ 6. **Prólogo.**—En la cuenca potásica de Navarra se han efectuado ya varias investigaciones geofísicas, con arreglo a un plan general de estudio de la misma, que han demostrado la existencia de un importantísimo yacimiento salino, que vamos siguiendo paso a paso por medio de aquéllas.

Una vez ya conocida la zona de Sangüesa vamos a estudiar la región de Salinas de Monreal, donde existe el importante indicio del contenido potásico de las aguas que afloran a la superficie.

Dividimos este estudio en dos partes: en la primera, efectuada por medio de tres líneas sísmicas, nos ocuparemos de la zona de las salinas, donde el anticlinal está desmantelado; y en la segunda trataremos de la zona virgen de aquél, reconocida por las líneas IV y V.

Como en todos los demás trabajos, todo el personal de la Sección ha rivalizado en el deseo de cumplir con la mejor voluntad todas las múltiples exigencias de esta clase de investigaciones, sin reparar en molestias y desvelos.

§ 7. **Reseña geográfica y geológica.**

RESEÑA GEOGRÁFICA.—Las cinco líneas sísmicas que

constituyen el presente estudio se emplazaron en el valle del río Elorz, siguiendo sensiblemente su curso. Comprenden el trayecto limitado por los pueblos de Salinas de Ibargoiti y Songáriz (véanse las láminas V y VI).

La carretera de Pamplona a Sos, que se extiende por el mismo valle, deja al Sur, entre sus kilómetros 14 y 18, las líneas I, II y III; atraviesa seguidamente la zona comprendida entre ellas y las dos restantes, cerca del kilómetro 19, para continuar hacia Sangüesa en la dirección mencionada.

Desde el punto de vista topográfico, la región está limitada, al Norte, por la serrezuela de Sansurdí, que es la prolongación oriental de la de Tajonar. Sus altitudes, con relación al nivel del mar, están comprendidas entre los 700 y 800 metros. El pico Borda, que es el más elevado de esta región septentrional, tiene 955 metros.

Por el Sur se encuentran los altos que constituyen la prolongación oriental de la sierra de Alaiz, cuya elevación más notable corresponde a la Higa de Monreal, con 2.289 metros de altitud.

Estos accidentes topográficos determinan las dos vertientes principales de la cuenca, entre las que existe una pequeña loma, cuyas altitudes oscilan alrededor de los 600 metros.

RESEÑA GEOLÓGICA.—Los terrenos que comprende la zona de estudio son tres: el Aluvial, el Oligoceno y las margas bartonienses del Eoceno.

El primero de ellos afecta la forma de una faja local alargada, siguiendo la carretera de Sangüesa, desde Monreal hasta el kilómetro 17 de la misma. Está constituido esencialmente por cantos rodados de dimensiones variables, que oscilan generalmente entre dos y diez centíme-

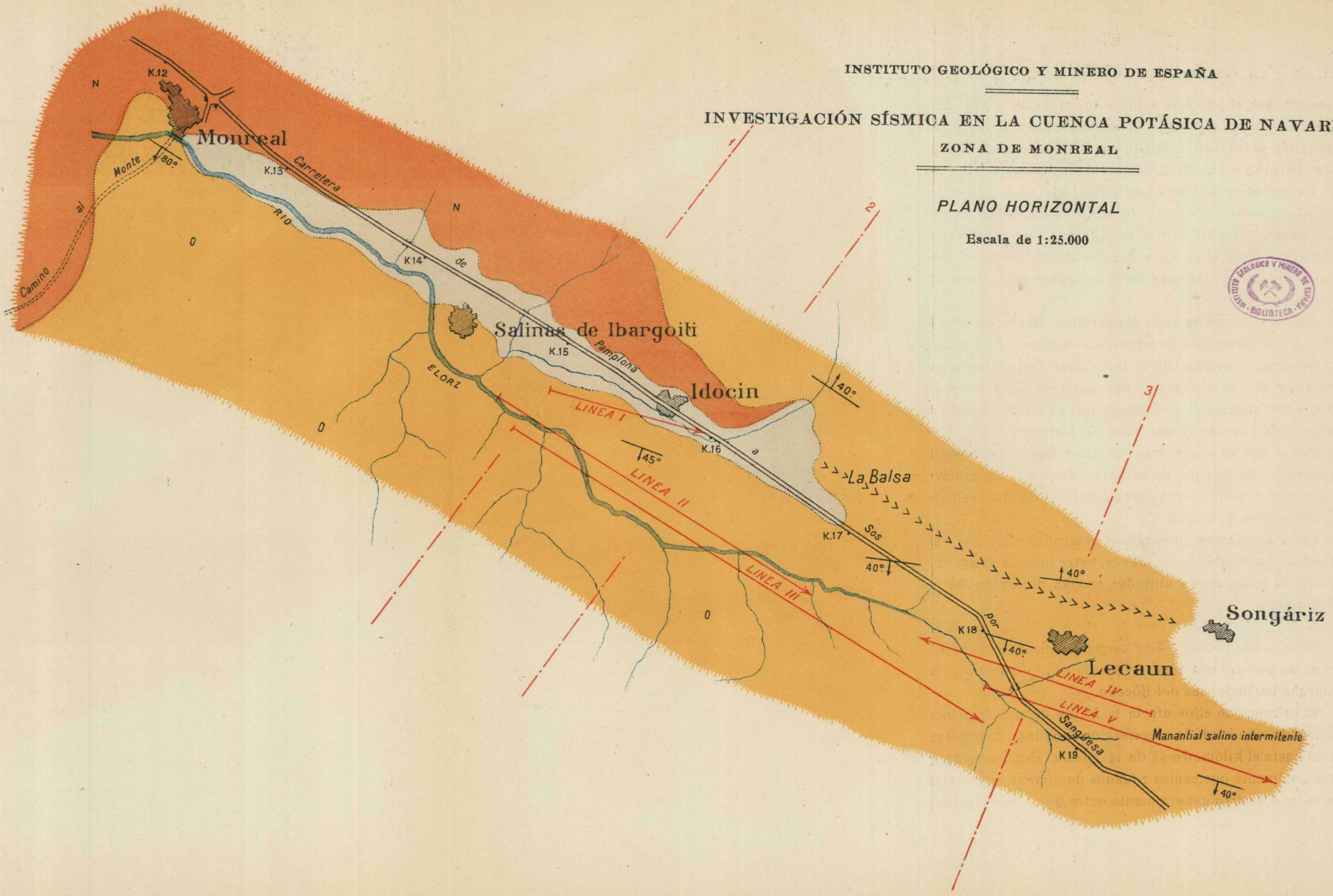
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN LA CUENCA POTÁSICA DE NAVARRA

ZONA DE MONREAL

PLANO HORIZONTAL

Escala de 1:25.000



INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN LA CUENCA POTÁSICA DE NAVARRA

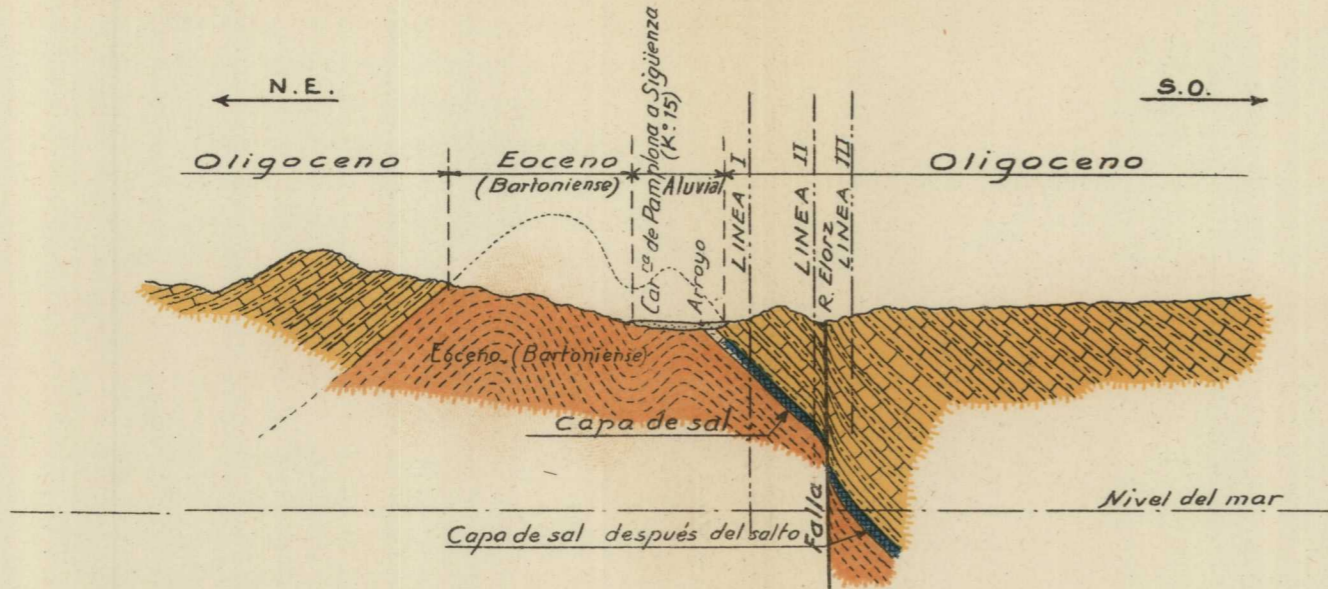
ZONA DE MONREAL

CORTES GEOLÓGICOS

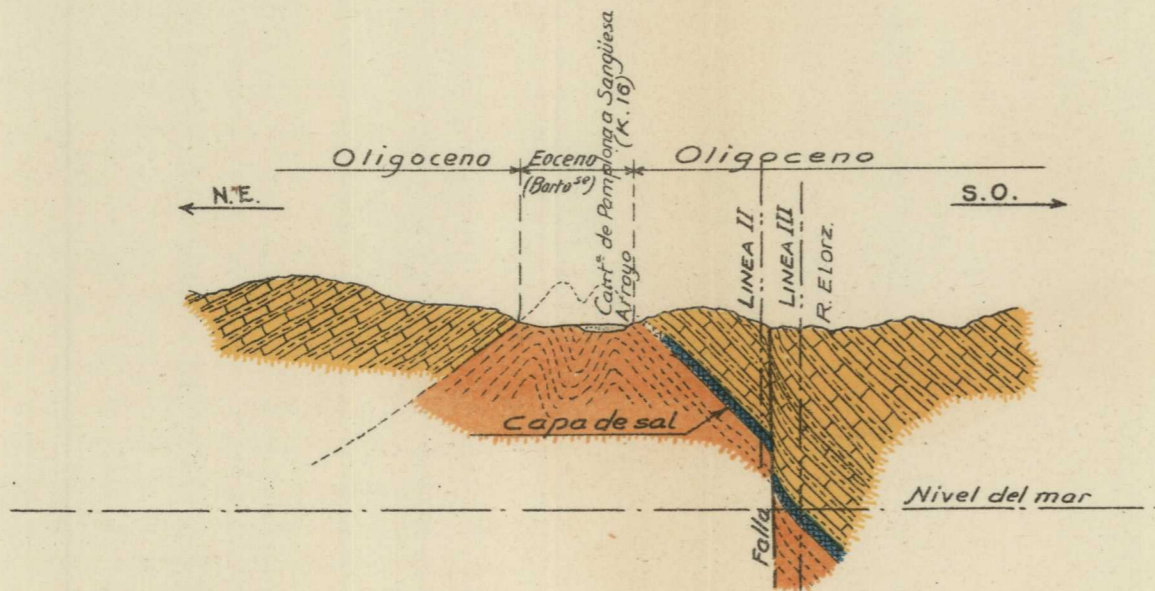
Escala de 1:25.000



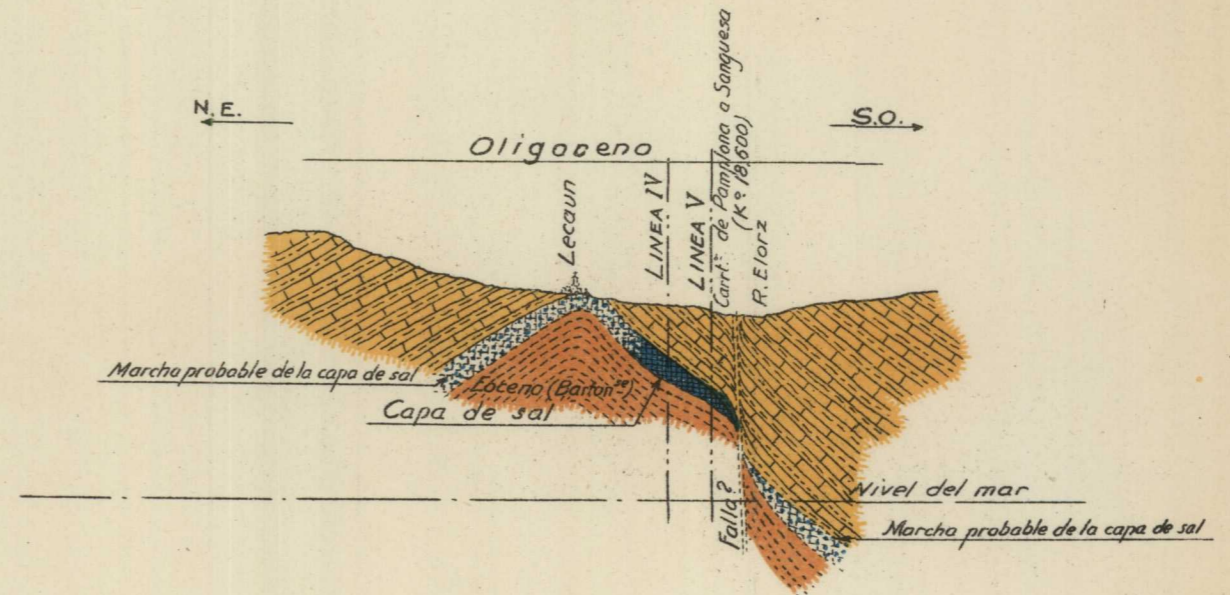
Corte número 1



Corte número 2



Corte número 3



tros, recubiertos por una capa de terreno laborable. El espesor del conjunto es pequeño, pues por estar surcado por el arroyo de Idocin, se advierte el fondo descarnado del mismo, dejando ver las margas bartonienses en casi todo su curso. Tiene una potencia máxima de dos metros en el pueblo de Idocin, aguas arriba del mismo.

En realidad, existe otro nivel o terraza aluvial dentro de la superficie que consideramos, que se encuentra en la vertiente meridional de la pequeña loma situada al Sur de Idocin; terraza que corresponde a un nivel situado a unos 30 metros sobre la anterior; pero por tratarse de un retazo de escasa extensión superficial no aparece indicada en el plano.

El Oligoceno muestra su borde occidental en las inmediaciones de la Higa de Monreal, siguiendo aproximadamente el camino llamado del Monte; envuelve, en parte, el cerro del Castillo, para ocultarse bajo el Aluvial, y continúa sensiblemente, según el curso del Elorz, hasta Salinas e Idocin. En el kilómetro 17 de la carretera de Sangüesa empalma esta zona meridional con la que penetra al Norte, formando la rama contraria del anticlinal, que a partir de dicho punto sigue por los pueblos de Lecaun y Songáriz.

La composición de las capas de este terreno es, como en el resto del mismo, de margas grises y rojizas alternantes, con potencias variables entre 0,20 y 1,00 metro. Su inclinación es de unos 45°, con buzamiento hacia el Sur, dentro de la zona de estudio.

En las inmediaciones de Monreal esta inclinación es más pronunciada. Tiene el valor de 75 a 80 grados con el horizonte, recostándose sobre el Eoceno, en el cerro del Castillo, en las inmediaciones de Monreal, con mayor inclinación aún y como obedeciendo a una especie

de hundimiento que coincide con la marcha del río Elorz.

El Eoceno está representado por las margas bartonien- ses y constituye el resto de dicha zona. La inclinación de sus capas, que aparece concordante con la de las calizas lutecienses, se invierte en la región Norte de Idocin, se- gún puede observarse en el fondo del arroyo, aguas arri- ba del pueblo, y ello nos indujo a suponer que este terre- no adopta la forma de un doble pliegue en la zona estu- diada.

Las margas grises que constituyen este tramo aparecen superficialmente muy alteradas por los agentes exterior- es, siendo difícil apreciar su verdadera disposición.

Desde el punto de vista tectónico, la zona constituye el flanco Sur de un anticlinal, cuya rama septentrional que- da al Norte de los pueblos de Lecaun y Songáriz, con la dirección de NE. a SO., presentando desmantelados los estratos oligocenos a uno y otro rumbo, a corta distancia de los mismos.

§ 8. La investigación sísmica.

LAS MEDICIONES SÍSMICAS.—Ya hemos dicho en el Pró- logo que esta investigación consta de cinco perfiles, con 78 estaciones sísmicas. Las tres primeras corresponden a la zona de las Salinas de Ibargoiti, y las restantes a la más oriental de Lecaun, donde el anticlinal está completa- mente cerrado.

Describiremos a continuación cada una de ellas.

Línea I.—La dirección es de Oeste-Este, próximamente. Tiene una longitud de 1.000 metros y consta de 10 esta- ciones. Está situada a lo largo de la carretera de Pamplo- na a Sangüesa, frente al kilómetro 14.

En el cuadro número 1, se reúnen los valores de las

distancias epicentrales correspondientes a cada estación y los de los tiempos de recorrido del rayo sísmico hasta llegar a cada una de ellas, calculados por partida doble en los estados que figuran al final del capítulo.

CUADRO N.º 1

Línea I

Esta- ciones	Kms.	T"
1	0,100	0,045
2	0,200	0,084
3	0,300	0,116
4	0,400	0,159
5	0,500	0,197
6	0,600	0,212
7	0,700	0,236
8	0,800	0,253
9	0,900	0,281
10	1,000	0,306

Línea II.—No es completamente paralela a la anterior para seguir exactamente la dirección de estratifi- cación en toda su longitud. Tiene la misma dirección que ella y consta de 21 estacio- nes, repartidas en una longitud de 2.250 metros.

CUADRO N.º 2

Línea II

Esta- ciones	Kms.	T"
1	0,100	0,025
2	0,210	0,065
3	0,350	0,097
4	0,450	0,117
5	0,550	0,148
6	0,650	0,174
7	0,770	0,203
8	0,870	0,222
9	0,970	0,230
10	1,070	0,260
11	1,190	0,299
12	1,290	0,302
13	1,390	0,333
14	1,490	0,370
15	1,590	0,402
16	1,690	0,415
17	1,790	0,440
18	1,910	0,465
19	2,030	0,522
20	2,150	0,505
21	2,250	0,530

Los valores

numéricos de los tiempos y distan- cias que han servido para la cons- trucción de la línea dromocrónica número 2 figuran en el cuadro 2.º

Línea III.—Tiene la misma direc- ción y es paralela a la línea II. Como la profundidad de la sal es mayor en el emplazamiento de esta línea que en las anteriores, su longitud se ha aumentado a 3.400 metros, en los que hemos observado 20 estaciones sísmicas.

Los tiempos de recorrido, deduci- dos de los sismogramas, así como las distancias epicentrales de cada estación, se reúnen en el cuadro número 3, que sirve de base para la construc- ción gráfica de la línea dromocrónica correspondiente.

Línea IV.—Cambia ligeramente de dirección respecto

CUADRO N.º 3
Línea III

Estaciones	Kms.	T"
1	0,150	0,056
2	0,335	0,105
3	0,535	0,150
4	0,695	0,187
5	0,910	0,251
6	1,110	0,291
7	1,350	0,326
8	1,540	0,370
9	1,740	0,411
10	1,880	0,446
11	2,000	0,478
12	2,150	0,510
13	2,300	0,546
14	2,450	0,579
15	2,600	0,600
16	2,750	0,647
17	2,900	0,675
18	3,050	0,724
19	3,200	0,757
20	3,400	0,786

a las anteriores, para ceñirse lo más posible a la dirección local de estratificación.

Se han efectuado en ella 12 estaciones sísmicas, en una longitud de 1.510 metros.

Los valores numéricos empleados en la construcción de su dromocrónica constan en el adjunto cuadro núm. 4.

Línea V.— Está muy próxima a la anterior y sigue su misma dirección. Tiene 1.900 metros de

longitud y se han observado en ella 15 estaciones. Los tiempos y distancias se reúnen

CUADRO N.º 5
Línea V

Estaciones	Kms.	T"
1	0,190	0,062
2	0,400	0,128
3	0,510	0,133
4	0,610	0,171
5	0,710	0,194
6	0,810	0,216
7	0,910	0,242
8	1,010	0,251
9	1,115	0,270
10	1,210	0,297
11	1,310	0,324
12	1,460	0,355
13	1,610	0,381
14	1,760	0,431
15	1,900	0,459

LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LAS MEDICIONES SÍSMICAS.

Línea I.— Las cinco primeras estaciones de esta línea se encuentran sobre las margas, caracterizadas por el primer lado de la dromocrónica número 1 (fig. 3), que nos indica una velocidad sísmica de 2.650 metros por segundo.

CUADRO N.º 4
Línea IV

Estaciones	Kms.	T"
1	0,200	0,066
2	0,350	0,098
3	0,500	0,135
4	0,620	0,164
5	0,700	0,172
6	0,800	0,189
7	0,910	0,235
8	1,010	0,247
9	1,105	0,254
10	1,230	0,280
11	1,370	0,321
12	1,510	0,353

$$V_1 = \frac{0,500 - 0,100}{0,197 - 0,045} = 2.650 \text{ m/s.}$$

El paso de la estación 5 a la 6 se caracteriza por un aumento de la velocidad media del rayo sísmico de 2.500 a 2.800 m/s., que nos indica el encuentro de un horizonte

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE MONREAL)

Línea dromocrónica número 1

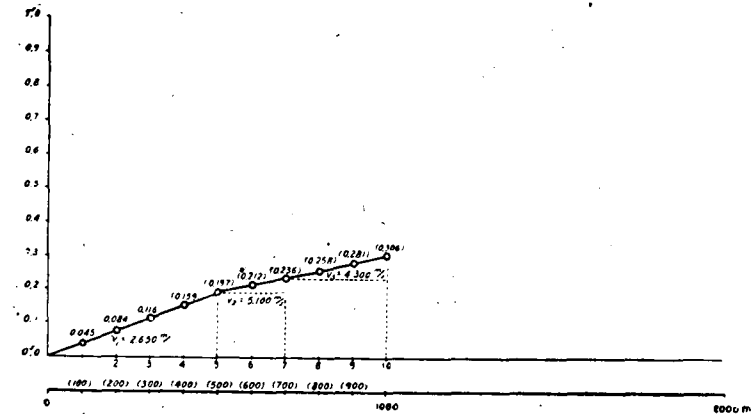


Fig. 3

de mayor coeficiente de velocidad. La correspondiente al lado 5-6 de la dromocrónica es

$$V_{5-6} = \frac{0,600 - 0,500}{0,212 - 0,197} = 6.700 \text{ m/s.}$$

que, como sabemos, es la constante de la sal.

Esta continúa aún hasta poco antes de la estación 7, puesto que en ella la constante ha quedado ya con un valor menor que el verdadero.

$$V_{5-7} = \frac{0,700 - 0,500}{0,230 - 0,197} = 5.100 \text{ m/s.}$$

Admitiendo que la capa salina termina en ella, puesto que no tenemos estaciones intermedias, queda determinado este horizonte por la velocidad

$$V_2 = 5.100 \text{ m/s.}$$

Después de la estación 7, hasta la 10, encontramos un horizonte de velocidad

$$V_3 = V_{7-10} = \frac{1,000 - 0,700}{0,306 - 236} = 4.300 \text{ m/s.}$$

en el que deben encontrarse las margas situadas debajo de la sal, con un pequeño espesor, y las calizas eocenas subyacentes. Por eso obtenemos una constante mayor que la correspondiente a las primeras y menor que la de las segundas.

Para determinar la profundidad del techo de la sal, aplicaremos nuestra fórmula

$$h = \frac{t}{2} \frac{V_1}{\sqrt{1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2}}$$

$$\text{para } \begin{cases} V_1 = 2.060 \text{ m/s.} \\ V_2 = 5.100 \\ t = 0,100 \end{cases} \rightarrow h = 0,05 \frac{2,6}{\sqrt{1 - \left(\frac{2,6}{5,1}\right)^2}} = 150 \text{ m.}$$

También podemos emplear la de Maillet,

$$h = \frac{\Delta}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$

siendo $\Delta = 500$ metros.

Así se obtiene

$$h = \frac{500}{2} \sqrt{\frac{2,450}{7,750}} = 140 \text{ m.}$$

El promedio de los dos valores encontrados, $h = 145$ metros, lo adoptamos para profundidad del techo de la sal.

El coeficiente de profundización K , resulta ser 0,29 y la potencia de la capa $0,29 \times 0,200 = 58$ metros (véase el corte geológico número 1, representado en la lámina VI).

Línea II.—En la línea II, situada a un nivel geológico superior con relación a la anterior, encontramos después

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE MONREAL)

Línea dromocrónica número 2

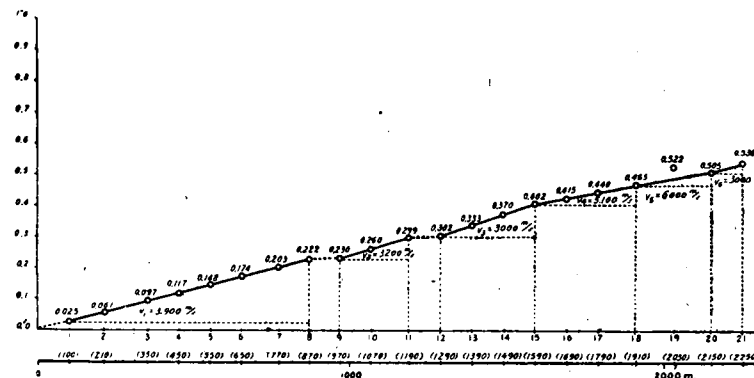


Fig. 4

del horizonte superficial (véase la línea dromocrónica número 2, figura 4) otro de margas, algo más calizas que las de la línea I. Llegan hasta la estación 8 y tienen la velocidad

$$V_1 = V_{1-8} = \frac{0,870 - 0,100}{0,222 - 0,025} = 3.900 \text{ m/s.}$$

Debajo de ellas aparecen las que hemos encontrado en la línea I con una velocidad aun más elevada, por no estar expuestas a los agentes de erosión. Las podemos di-

vidir en dos tramos: uno hasta la estación 11, de 3.200 metros por segundo,

$$V_{9-11} = V_2 = \frac{1,190 - 0,970}{0,299 - 0,230} = 3.200 \text{ m/s.}$$

y el restante de 3.000 m/s. que llega a la estación 15.

$$V_3 = V_{12-15} = \frac{1,590 - 1,290}{0,402 - 0,302} = 3.000 \text{ m/s.}$$

A continuación se encuentra el horizonte salino. Entre las estaciones 15 y 18 se obtiene la velocidad de 5.100 m/s.

$$V_4 = V_{15-18} = \frac{1,910 - 1,590}{0,465 - 0,402} = 5.100 \text{ m/s.}$$

que nos demuestra lo que decimos. El valor obtenido es pequeño, porque este horizonte no empieza en la estación 15, sino algo después.

Desde la estación 18 a la 20, ya aparece la verdadera constante de la sal de 6.000 m/s.

$$V_5 = V_{18-20} = \frac{2,150 - 1,910}{0,505 - 0,465} = 6.000 \text{ m/s.}$$

Para el cálculo de la profundidad del techo de la sal, emplearemos la fórmula

$$h = \frac{\Delta}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}} \quad \text{para} \quad \begin{cases} V_2 = 5,500 \\ V_1 = \frac{1,590}{0,402} = 3,950. \\ \Delta = 1,590 \end{cases}$$

$$h = \frac{\Delta}{2} \sqrt{\frac{1,600}{9,500}} = 0,41 \times 795 = 324 \text{ metros}$$

El coeficiente K resulta

$$K = \frac{324}{1,590} = 0,20$$

La potencia de la sal es de 112 metros, de los que 64 corresponden a la parte superior, algo impura, y 48 a la inferior, más limpia.

$$P = (1,910 - 1,590) 0,2 + (2,150 - 1,910) 0,2 = 64 + 48 = 112$$

Este aumento extraordinario de potencia, con relación a la línea I, puede ser debido a la existencia de una falla, como la representada en el corte geológico número 1 de la lámina VI, según se aclarará en la línea siguiente.

Línea III.—Por estar aún más alta que la anterior, considerada desde el punto de vista geológico, aparecen en

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE MONREAL)

Línea dromocrónica número 3

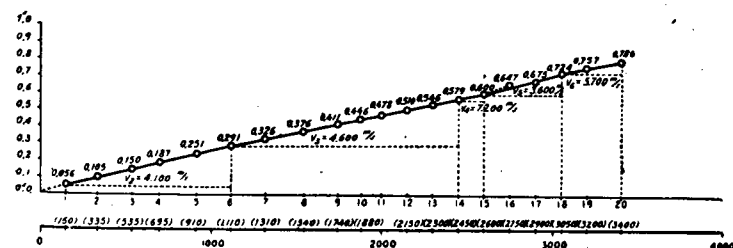


Fig. 5

ella unos horizontes de distinta composición y diferentes propiedades sísmicas (véase la línea dromocrónica número 3, figura 5).

Debajo de un ligero depósito superficial de 2.700 m/s. de constante sísmica, las margas anteriores se transforman en verdaderas calizas. La zona superior posee una velocidad de 4.100 m/s.

$$V_2 = V_{1-6} = \frac{1,110 - 0,150}{0,291 - 0,056} = 4.100 \text{ m/s.}$$

y la inferior, que ya está formada de calizas, 4.650 m/s.

$$V_3 = V_{6-14} = \frac{2,450 - 1,110}{0,579 - 0,291} = 4.650 \text{ m/s.}$$

Entre las estaciones 14 y 15, obtenemos la constante de la sal

$$V_4 = V_{14-15} = \frac{2,600 - 2,450}{0,600 - 0,579} = 7.200 \text{ m/s.}$$

Este valor no continúa en las estaciones siguientes, puesto que entre las 15 y 18 obtenemos

$$V_5 = V_{15-18} = \frac{3,050 - 2,600}{0,724 - 0,600} = 3.600 \text{ m/s.}$$

La profundidad del techo de la sal, calculada por la fórmula

$$h \frac{\Delta}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}} \quad \text{para} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_1 = \frac{3,050}{0,724} = 4,200 \\ V_2 = 5,700 \\ \Delta = 3,050 \end{array} \right\} \text{ resulta}$$

$$h = 1,525 \sqrt{\frac{1,500}{9,900}} = 590 \text{ m.}$$

El valor de K será

$$K = \frac{590}{3,050} = 0,195$$

y la potencia será de 68 metros.

En los cortes geológicos 1 y 2 de la lámina VI, se representan gráficamente los resultados obtenidos, que confirman la hipótesis de la existencia de la falla.

Línea IV.—Tanto este perfil, como el siguiente, corresponden a la zona situada al Este de los anteriores, donde el anticlinal no está denudado.

Empieza por un horizonte de margas de poco espesor

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE MONREAL)

Línea dromocrónica número 4

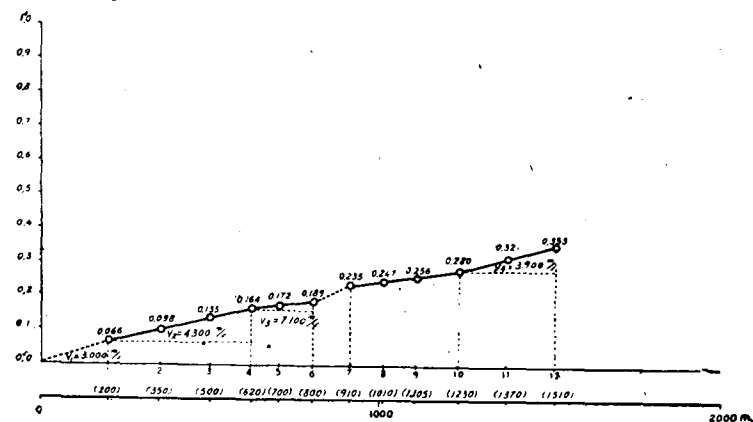


Fig. 6

de 3.000 m/s., que sólo llega a la primera estación (véase la línea dromocrónica número 4, figura 6).

Inmediatamente el rayo sísmico corta las calizas ya encontradas anteriormente.

$$V_2 = V_{1-4} = \frac{0,620 - 0,200}{0,164 - 0,066} = 4.300 \text{ m/s.}$$

Debajo de ellas se encuentra el horizonte de la sal. El primer tramo posee la velocidad de 7.200 m/s.

$$V = V_{4-6} = \frac{0,800 - 0,620}{0,189 - 0,164} = 7.200 \text{ m/s.}$$

Después de una disminución de velocidad entre las estaciones 6 y 7, que puede ser debida a una capa de margas intercaladas en la sal, vuelve a recobrar aquélla su valor, hasta la estación 10, que corresponde al muro de la capa de la sal.

$$V = V_{7-10} = \frac{1,230 - 0,910}{0,280 - 0,235} = 7.100 \text{ m/s.}$$

A continuación aparecen las margas situadas debajo de la sal, unidas a las calizas eocenas, con la velocidad intermedia de 3.850 m/s.

$$V = V_{10-12} = \frac{1,510 - 1,230}{0,353 - 0,280} = 3.800 \text{ m/s.}$$

La profundidad del techo del horizonte salino, por la fórmula

$$h = \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}} \quad V_1 = \frac{0,620}{0,164} = 4.000 \text{ m/s.}$$

$$V_2 = 7.100 \text{ m/s.}$$

$$\Delta = 310 \text{ m.}$$

$$\text{resulta, } h = 310 \sqrt{\frac{3,100}{11,1000}} = 310 \times 0,53 = 164 \text{ metros}$$

El coeficiente

$$K = \frac{164}{620} = 0,265$$

y la potencia del primer tramo

$$P = (800 - 620) \times 0,26 = 46,8 \text{ metros}$$

La del segundo será

$$P = (1,230 - 910) \times 0,26 = 83 \text{ metros}$$

No creemos que se trate de una capa de sal única, de una potencia total igual a la suma de las encontradas, sino de una falla con hundimiento del compartimiento situado al SO., que determina en aquélla una solución de continuidad, exactamente igual que lo que sucedía entre las líneas II y III.

A pesar de ello, si tenemos en cuenta la gran probabilidad de que existan sales potásicas, por el elevado tanto por ciento disuelto de las aguas de las Salinas de Monreal y la pequeña profundidad encontrada, podremos

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE MONREAL)

Línea dromocrónica número 5

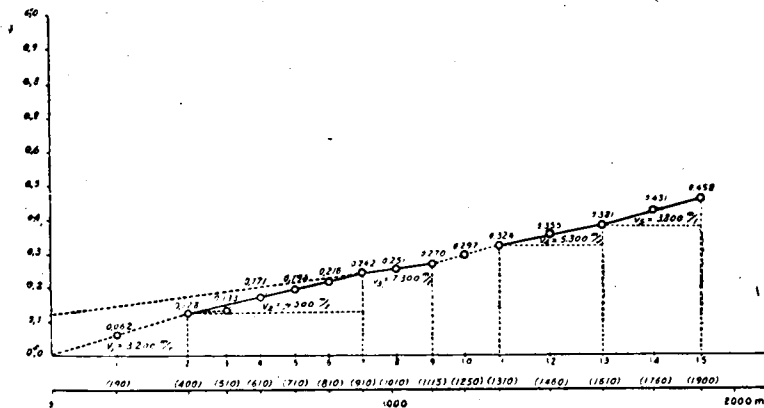


Fig. 7

afirmar que el emplazamiento de la línea IV es uno de los mejores lugares de la cuenca potásica de Navarra para efectuar un sondeo que ponga de manifiesto una riqueza, probablemente, de mucha importancia.

Línea V.—La dromocrónica número 5 (fig. 7) es muy semejante a la que acabamos de estudiar. En ella encon-

tramos las margas, caracterizadas por la velocidad sísmica de 3.200 m/s. hasta la estación 2.

$$V_1 = V_{0-2} = \frac{0,400 - 0,190}{0,128 - 0,062} = 3.200 \text{ m/s.}$$

Después las calizas, hasta la estación 7.

$$V_2 = V_{2-7} = \frac{0,910 - 0,400}{0,242 - 0,128} = 4.500 \text{ m/s.}$$

pasada la cual, el rayo sísmico corta la formación salina, hasta la 9.

$$V_3 = V_{7-9} = \frac{1,115 - 0,910}{0,270 - 0,242} = 7.300 \text{ m/s.}$$

Volvemos a encontrar la misma disminución de velocidad, en el interior de la capa de sal, que la encontrada en la línea anterior y, sin duda alguna, originada por las mismas causas. El hundimiento de la capa se manifiesta entre las estaciones 9 y 11. En la última de las dos citadas, el rayo sísmico vuelve a entrar en la masa salina y adquirir la velocidad de 5.300 m/s., que conserva hasta la estación 13.

$$V_4 = V_{11-13} = \frac{1,610 - 1,310}{0,381 - 0,324} = 5.300 \text{ m/s.}$$

El valor encontrado, algo pequeño para corresponder a la sal pura, puede interpretarse como la expresión de una gran zona deshecha y mezclada con margas a causa del hundimiento de la capa. Confirma esta hipótesis el hecho de que entre las estaciones 12 y 13, la dromocrónica nos manifiesta una velocidad de 5.800 m/s., ya muy próxima al valor que le corresponde en aquella. A conti-

nuación aparecen las margas, ya encontradas en los demás perfiles, pertenecientes al bartoniense.

Para calcular la potencia de la sal emplearemos nuestra fórmula

$$h = \frac{t}{2} = \frac{V_1}{\sqrt{1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2}} \text{ para } \begin{cases} V_1 = \frac{0,910}{0,242} = 3.750 \text{ m/s.} \\ V_2 = 7.300 \text{ m/s.} \\ t = 0,12 \text{ s.} \end{cases}$$

$$h = 0,06 \frac{3,75}{\sqrt{1 - \left(\frac{3,75}{7,30}\right)^2}} = 0,06 \frac{3,75}{0,86} = 262,50 \text{ metros}$$

También utilizaremos con el mismo objeto la de Maillet

$$h = \frac{\Delta}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}} \text{ para } \begin{cases} V_1 = 3.750 \\ V_2 = 7.300 \\ \Delta = 910 \end{cases}$$

$$h = 455 \sqrt{\frac{3,550}{11,050}} = 455 \sqrt{0,32} = 257 \text{ metros}$$

La extraordinaria concordancia de los dos valores obtenidos nos da, en promedio, para la profundidad del techo de la sal en la línea V, la cifra de 260 metros.

El coeficiente de profundización resulta igual a 0,29

$$K = \frac{260}{910} = 0,29$$

y la potencia del banco de sal, antes de la falla

$$P = (1,115 - 910) \times 0,29 = 59 \text{ metros}$$

§ 9. **Resumen.**—En la primera parte de la investigación, que comprende las líneas I, II y III, se ha encontrado la sal a profundidad explotable. Sin embargo, la exis-

tencia de la gran falla descubierta entre las líneas II y III, a más de la disolución producida por las aguas superficiales, no recomienda esta zona para emplazar un sondeo de reconocimiento.

En la segunda parte de aquélla, estudiada por medio de las líneas IV y V, aparece el anticlinal virgen, con pequeño espesor de recubrimiento sobre la sal y con un campo de explotación suficiente, hasta la gran falla, que constituye la prolongación de la que hemos mencionado anteriormente, sin temor a los efectos de la disolución.

Debe existir también otra falla de menor importancia debajo de la línea IV, que debe ser la causa de que se duplique, aparentemente, la potencia de la sal.

El emplazamiento de esta línea IV está muy indicado para efectuar un sondeo de reconocimiento.

Investigación sísmica en Montreal

Posición 1. Línea I
 Δ 100 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 15 }
 Registrador 15 } Constante = 0,1240
 Radio 13 }
 Amplificador 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,90	5,80	5,85	5,85	0,723		
Punto 1	8,10	8,10	8,10	8,10			
Punto							
Componente							
Componente	8,80	8,70	8,75	0,65	1,082	0,359	0,045
Punto 2	16,10	16,00	16,05	7,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Montreal

Posición 2. Línea I
 Δ 200 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,00	2,00	2,00		0,258		
Punto 1	7,80	7,70	7,75				
Punto							
Componente							
Componente	7,60	7,50	7,55	7,55	0,973	0,715	0,084
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 3.
Δ 300 m.

Línea I
Observador: Orti

Sismógrafo 14 }
Registrador 14 } Constante = 0,1210
Radio 15
Amplificador.... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,90	0,90	0,90	0,90	0,177		
Punto 1	5,10	5,10	5,10	5,10			
Punto 2							
Componente.....							
Componente.....	5,80	5,80	5,80	0,70	1,138	0,961	0,116
Punto 2	10,20	10,20	12,20	5,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 4.
Δ 400 m.

Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12
Amplificador.... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,30	6,30	6,30	6,30	0,914		
Punto 1	6,90	6,90	6,90	6,90			
Punto 2	13,80	13,80	13,80				
Componente.....							
Componente.....	15,00	14,90	14,95	1,15	2,166	1,252	0,159
Punto 3	20,80	20,70	20,75	6,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 5.
Δ 500 m.

Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo..... 15 }
Registrador 15 } Constante = 0,1240
Radio 13
Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,70	5,60	5,65	5,65	0,720		
Punto 1	7,90	7,80	7,85	7,85			
Punto 2	15,80	15,80	15,80				
Componente.....							
Componente.....	18,20	18,20	18,20	2,40	2,307	1,587	0,197
Punto 3	23,60	23,60	23,60	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 6.
Δ 600 m.

Línea I
Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16
Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,80	1,70	1,75	1,75	0,228		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 2	15,10	15,10	15,10				
Componente.....							
Componente.....	15,30	15,30	15,30	0,20	2,026	1,798	0,212
Punto 3	22,70	22,70	22,70	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 7.
Δ 700 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,843		
Explosión	4,30	4,30	4,30	4,30			
Punto 1	5,10	5,10	5,10	5,10			
Punto 2	10,20	10,20	10,20				
Componente				4,10	2,795	1,952	0,236
Componente	14,30	14,30	14,30				
Punto 3	15,30	15,40	15,35	5,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 8.
Δ 800 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,347		
Explosión	2,50	2,40	2,45	2,45			
Punto 1	7,10	7,00	7,05	7,05			
Punto 2	14,20	14,10	14,15				
Componente				2,60	2,380	2,033	0,258
Componente	16,80	16,70	16,75				
Punto 3	21,00	21,00	21,00	6,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 9.
Δ 900 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador ... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,727		
Explosión	6,00	6,00	6,00	6,00			
Punto 1	8,20	8,30	8,25	8,25			
Punto 2	16,50	16,50	16,50				
Componente				8,20	3,000	2,273	0,281
Componente	24,70	24,70	24,70				
Punto 3	24,70	24,70	24,70	8,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 10.
Δ 1.000 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador .. 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,603		
Explosión	4,60	4,50	4,55	4,55			
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto 3	22,80	22,80	22,80				
Componente				1,50	3,195	2,592	0,306
Componente	24,30	24,30	24,30				
Punto 4	30,50	30,50	30,50	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 1. Línea II
 Δ 100 m. Observador: Cantos-

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,883		
Explosión	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 1	8,20	8,10	8,15	8,15			
Punto							
Componente					1,081	0,198	0,025
Componente	8,80	8,80	8,80	0,65			
Punto 2	16,20	16,20	16,20	8,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 2. Línea II
 Δ 210 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,737		
Explosión	5,70	5,70	5,70	5,70			
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto							
Componente					1,258	0,521	0,061
Componente	9,80	9,70	9,75	2,00			
Punto 2	15,50	15,50	15,50	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 3. Línea II
 Δ 350 m. Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,50	2,40	2,45	2,45	0,485		
Punto 1	5,00	5,10	5,05	5,05			
Punto							
Componente					1,285	0,800	0,097
Componente	6,50	6,50	6,50	1,45			
Punto 2	10,10	10,20	10,15	5,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 4. Línea II
 Δ 450 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,00	3,90	3,95	3,95	0,557		
Punto 1	7,10	7,10	7,10	7,10			
Punto							
Componente					1,482	0,925	0,117
Componente	10,50	10,50	10,50	3,40			
Punto 2	14,10	14,20	14,15	7,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 5.
Δ 550 m.

Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 }
Registrador 15 } Constante = 0,1240
Radio 13
Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,326		
Explosión	2,70	2,70	2,70	2,70			
Punto 1	8,30	8,30	8,30	8,30			
Punto							
Componente					1,518	1,192	0,148
Componente	12,60	12,50	12,55	4,25			
Punto 2	16,50	16,50	16,50	8,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 6.
Δ 650 m.

Línea II
Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
Registrador 14 } Constante = 0,1210
Radio 15
Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,810		
Explosión	4,10	4,10	4,10	4,10			
Punto 1	5,00	5,10	5,05	5,05			
Punto 2	10,10	10,20	10,15				
Componente					2,245	1,435	0,174
Componente	11,40	11,40	11,40	1,25			
Punto 3	15,20	15,30	15,25	5,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 7.
Δ 770 m.

Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 }
Registrador 15 } Constante = 0,1240
Radio 13
Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,80	0,80	0,80	0,80	0,099		
Punto 1	8,10	8,10	8,10	8,10			
Punto							
Componente					1,832	1,733	0,215
Componente	14,80	14,80	14,80	6,70			
Punto 2	16,20	16,10	16,15	8,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 8.
Δ 870 m.

Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16
Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,20	5,30	5,25	5,25	0,700		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 2	15,20	15,30	15,25				
Componente					2,680	1,980	0,234
Componente	20,50	20,40	20,45	5,20			
Punto 3	22,90	22,90	22,90	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 9.
Δ 970 m.Línea H
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,70	0,70	0,70	0,70	0,143		
Punto 1	4,90	4,90	4,90	4,90			
Punto 2	9,90	9,90	9,90				
Componente							
Componente	11,00	10,90	10,95	1,05	2,212	2,069	0,250
Punto 3	14,90	14,80	14,85	4,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 10.
Δ 1.070 m.Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,70	1,60	1,65	1,65	0,230		
Punto 1	7,20	7,10	7,15	7,15			
Punto 2	14,40	14,30	14,35				
Componente							
Componente	18,10	18,10	18,10	3,75	2,518	2,288	0,280
Punto 3	21,60	21,60	21,60	7,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 11.
Δ 1.190 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	7,70	7,60	7,65	7,65	0,975		
Punto 1	7,90	7,80	7,85	7,85			
Punto 3	23,50	23,40	23,45				
Componente							
Componente	28,00	27,80	27,90	4,45	3,560	2,585	0,321
Punto 4	31,40	31,40	31,40	7,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 12.
Δ 1.290 m.Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,20	2,20	2,20	2,20	0,282		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 2	15,50	15,50	15,50				
Componente							
Componente	23,00	23,00	23,00	7,50	2,990	2,708	0,319
Punto 3	23,10	23,10	23,10	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 13.
Δ 1.390 m.

Línea II
Observador: Orti -

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,912		
Explosión	4,70	4,70	4,70	4,70			
Punto 1	5,20	5,10	5,15	5,15			
Punto 3	15,30	15,30	15,30				
Componente				4,40	3,846	2,934	0,355
Punto 4	19,70	19,70	19,70	5,20			
Punto	20,50	20,50	20,50				
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 14.
Δ 1.490 m.

Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,149		
Explosión	1,10	1,10	1,10	1,10			
Punto 1	7,30	7,40	7,35	7,35			
Punto 3	22,10	22,20	22,15				
Componente				0,50	3,068	2,919	0,370
Punto 4	22,70	22,60	22,65	7,35			
Punto	29,50	29,50	29,50				
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 15.
Δ 1.590 m.

Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,380		
Explosión	3,00	3,00	3,00	3,00			
Punto 1	7,90	7,90	7,90	7,90			
Punto 3	24,30	24,40	24,35				
Componente				4,95	3,623	3,243	0,402
Punto 4	29,40	29,20	29,30	7,95			
Punto	32,30	32,30	32,30				
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 16.
Δ 1.690 m.

Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,113		
Explosión	0,90	0,80	0,85	0,85			
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto 3	23,00	22,90	22,95				
Componente				4,85	3,633	3,520	0,415
Punto 4	27,80	27,80	27,80	7,65			
Punto	30,70	30,50	30,60				
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 17.
Δ 1.790 m.Línea II
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,20	0,10	0,15	0,15	0,032		
Punto 1	4,70	4,70	4,70	4,70			
Punto 3	14,70	14,60	14,65				
Componente							
Componente	18,00	18,00	18,00	3,35	3,670	3,638	0,440
Punto 4	19,70	19,60	19,65	5,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 18.
Δ 1.910 m.Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,30	3,30	3,30	3,30	0,472		
Punto 1	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto 4	27,80	27,70	27,75				
Componente							
Componente	28,70	28,70	28,70	0,95	4,136	3,664	0,465
Punto 5	34,70	34,70	34,70	6,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 19.
Δ 2.030 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador ... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,20	2,20	2,20	2,20	0,305		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 4	29,70	29,60	29,65				
Componente							
Componente	33,80	33,70	33,75	4,10	4,515	4,210	0,522
Punto 5	37,70	37,50	37,60	7,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 20.
Δ 2.150 m.Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,50	4,50	4,50	4,50	0,577		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 4	30,80	30,80	30,80				
Componente							
Componente	37,50	37,50	37,50	6,70	4,863	4,286	0,505
Punto 5	38,60	38,50	38,55	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 21.
Δ 2.250 m.Línea II
Observador: Orti-

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,20	0,20	0,20	0,20	0,039		
Punto 1	5,20	5,10	5,15	5,15			
Punto 4	20,40	20,30	20,35				
Componente				2,30	4,465	4,426	0,536
Punto 5	22,70	22,60	22,65	4,95			
Punto	25,30	25,30	25,30				
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 1.
Δ 150 m.Línea III
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador ... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,80	4,75	4,75	0,594		
Punto 1	8,00	8,00	8,00	8,00			
Punto							
Componente				0,35	1,044	0,450	0,056
Punto 2	8,40	8,30	8,35	7,85			
Punto	15,80	15,90	15,85				
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 2.
Δ 335 m.Línea III
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,00	1,00	1,00	1,00	0,125		
Punto 1		8,00		8,00			
Punto							
Componente				7,60	0,950	0,825	0,105
Punto 1	7,60	7,60	7,60	8,00			
Punto	8,00	8,00	8,00				
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 3.
Δ 535 m.Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,80	6,90	6,85	6,85	0,912		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 2	15,10	15,20	15,15				
Componente				1,45	2,184	1,272	0,150
Punto 3	16,60	16,60	16,60	7,85			
Punto	23,00	23,00	23,00				
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Montreal

Posición 4.
Δ 695 m.

Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
Registrador 14 } Constante = 0,1210
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,00	3,00	3,00	3,00			
Punto 1	5,00	5,00	5,00	5,00	0,600		
Punto 2	10,00	10,00	10,00				
Componente							
Componente	10,70	10,80	10,75	0,75	2,150	1,550	0,187
Punto 3	15,00	15,00	15,00	5,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Montreal

Posición 5.
Δ 910 m.

Línea III
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 }
Registrador 15 } Constante = 0,1240
Radio 13
Amplificador 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50			
Punto 1	7,50	7,60	7,55	7,55	0,330		
Punto 2	15,40	15,50	15,45				
Componente							
Componente	18,40	18,40	18,40	2,95	2,360	2,030	0,252
Punto 3	23,60	23,70	23,65	8,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Montreal

Posición 6.
Δ 1.110 m.

Línea III
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12
Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,30	5,30	5,30	5,30			
Punto 1	8,00	8,00	8,00	8,00	0,662		
Punto 2	16,00	16,00	16,00				
Componente							
Componente	23,60	23,80	23,70	7,70	2,958	2,296	0,291
Punto 3	24,00	24,10	24,05	8,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Montreal

Posición 7.
Δ 1.310 m.

Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16
Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,00	1,00	1,00	1,00			
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65	0,131		
Punto 2	15,50	15,50	15,50				
Componente							
Componente	22,20	22,30	22,25	6,75	2,894	2,763	0,326
Punto 3	23,00	23,10	23,05	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 8.
Δ 1.540 m.

Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
Registrador 14 } Constante = 0,1210
Radio 15
Amplificador.... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,40	2,40	2,40	2,40			
Punto 1	5,10	5,10	5,10	5,10	0,470		
Punto 3	15,10	15,20	15,15				
Componente				2,90	3,580	3,110	0,376
Componente	18,00	18,10	18,05	2,90			
Punto 4	20,10	20,20	20,15	5,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 9.
Δ 1.740 m.

Línea III
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12
Amplificador.... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	8,00	8,00	8,00	8,00			
Punto 3	23,90	23,80	23,85				
Componente				1,90	3,243	3,243	0,411
Componente	25,80	25,70	25,75	1,90			
Punto 4	31,70	31,60	31,65	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 10.
Δ 1.880 m.

Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16
Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	7,30	7,40	7,35	7,35	0,974		
Punto 1	7,50	7,60	7,55	7,55			
Punto 4	30,50	30,50	30,50				
Componente				5,75	4,752	3,778	0,446
Componente	36,20	36,30	36,25	5,75			
Punto 5	38,10	38,20	38,15	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 11.
Δ 2.000 m.

Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
Registrador 14 } Constante = 0,1210
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,80	4,80	4,80	4,80	0,960		
Punto 1	5,00	5,00	5,00	5,00			
Punto 4	20,10	20,10	20,10				
Componente				4,50	4,910	3,950	0,478
Componente	24,60	24,60	24,60	4,50			
Punto 5	25,10	25,00	25,05	4,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 12. Línea III
 Δ 2.150 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,650		
Explosión	5,20	5,20	5,20	5,20	8,00		
Punto 1	8,00	8,00	8,00				
Punto 4	31,70	31,60	31,65				
Componente				5,00	4,675	4,025	0,510
Componente	36,70	36,60	36,65				
Punto 5	39,10	39,00	39,05	7,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 13. Línea III
 Δ 2.300 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,325		
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50	7,70		
Punto 1	7,70	7,70	7,70				
Punto 4	30,80	30,80	30,80				
Componente				7,35	4,948	4,623	0,546
Componente	38,10	38,20	38,15				
Punto 5	38,60	38,50	38,55	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 14. Línea III
 Δ 2.450 m. Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,710		
Explosión	3,70	3,60	3,65	3,65	5,15		
Punto 1	5,20	5,10	5,15				
Punto 5	25,70	25,50	25,60				
Componente				2,55	5,495	4,785	0,579
Componente	28,20	28,10	28,15				
Punto 6	30,80	30,70	30,75	5,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 15. Línea III
 Δ 2.600 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,350		
Explosión	2,70	2,70	2,70	2,70	7,70		
Punto 1	7,70	7,70	7,70				
Punto 5	37,90	37,90	37,90				
Componente				0,60	5,080	4,730	0,600
Componente	38,50	38,50	38,50				
Punto 6	45,40	45,40	45,40	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 16.
Δ 2.750 m.Línea III
(Observador: Pastor)

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,70	3,70	3,70	3,70	0,492		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50	.		
Punto 5	38,30	38,40	38,35	.			
Componente							
Componente	45,70	45,80	45,75	7,40	5,974	5,482	0,647
Punto 6	45,90	46,00	45,95	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 17.
Δ 2.900 m.Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,90	3,90	3,90	3,90	0,803		
Punto 1	4,80	4,90	4,85	4,85			
Punto 6	29,10	29,10	29,10				
Componente							
Componente	31,10	31,00	31,05	1,95	6,382	5,579	0,675
Punto 7	34,20	34,20	34,20	5,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 18.
Δ 3.050 m.Línea III
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00		0,000		
Punto 1							
Punto 5	37,40	37,40	37,40				
Componente							
Componente	43,00	42,90	42,95	5,55	5,711	5,711	0,724
Punto 6	45,20	45,20	45,20	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 19.
Δ 3.200 m.Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador .. 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,90	4,80	4,85	4,85	0,647		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 7	52,60	52,70	52,65				
Componente							
Componente	53,20	53,10	53,15	0,50	7,066	6,419	0,757
Punto 8	60,20	60,20	60,20	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 20.
Δ 3.400 m.Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,70	3,70	3,70	3,70	0,724		
Punto 1	5,10	5,10	5,10	5,10			
Punto 7	35,20	35,20	35,20				
Componente							
Componente	36,30	36,30	36,30	1,10	7,220	6,496	0,786
Punto 8	40,20	40,20	40,20	5,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 1.
Δ 200 m.Línea IV
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,70	6,60	6,65	6,65	0,880		
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto							
Componente							
Componente	11,00	10,90	10,95	3,40	1,438	0,558	0,066
Punto 2	15,30	15,30	15,30	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 2.
Δ 350 m.Línea IV
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,20	5,10	5,15	5,15	0,678		
Punto 1	7,60	7,60	7,60	7,60			
Punto							
Componente							
Componente	11,20	11,00	11,10	3,50	1,455	0,777	0,098
Punto 2	15,30	15,30	15,30	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 3.
Δ 500 m.Línea IV
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,30	4,30	4,30	4,30	0,955		
Punto 1	4,50	4,50	4,50	4,50			
Punto 2	9,00	9,00	9,00				
Componente							
Componente	9,30	9,30	9,30	0,30	2,067	1,112	0,135
Punto 3	13,50	13,50	13,50	4,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 4.
Δ 620 m.

Línea IV
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
Registrador 13 }
Radio 16
Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,80	6,70	6,75	6,75	0,957		
Punto 1	7,10	7,00	7,05	7,05			
Punto 2	14,40	14,30	14,35				
Componente				2,55	2,344	1,387	0,164
Componente	17,00	16,80	16,90	7,40			
Punto 3	21,80	21,70	21,75				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 5.
Δ 700 m.

Línea IV
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
Registrador 27 }
Radio 12
Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	8,40	8,40	8,40	8,40			
Punto							
Componente				2,90	1,349	1,349	0,172
Componente	11,30	11,30	11,30	8,30			
Punto 2	16,70	16,70	16,70				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 6.
Δ 800 m.

Línea IV
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
Registrador 14 }
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,60	2,50	2,55	2,55	0,490		
Punto 1	5,20	5,20	5,20	5,20			
Punto 2	10,50	10,40	10,45				
Componente				0,25	2,048	1,558	0,189
Componente	10,70	10,70	10,70	5,20			
Punto 3	15,70	15,60	15,65				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 7.
Δ 910 m.

Línea IV
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
Registrador 13 }
Radio 16
Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,10	1,00	1,05	1,05	0,140		
Punto 1	7,50	7,40	7,45	7,45			
Punto 2	14,70	14,60	14,65				
Componente				1,00	2,136	1,996	0,235
Componente	15,70	15,60	15,65	7,35			
Punto 3	22,00	22,00	22,00				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 8.
Δ 1.010 m.

Línea IV
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
Registrador 14 }
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,910		
Explosión	4,50	4,60	4,55	4,55			
Punto 1	5,00	5,00	5,00	5,00			
Punto 2	10,00	10,00	10,00				
Componente				4,70	2,950	2,040	0,247
Componente	14,70	14,70	14,70	4,95			
Punto 3	14,90	15,00	14,95				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 9.
Δ 1.105 m.

Línea IV
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
Registrador 27 }
Radio 12
Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,789		
Explosión	6,70	6,70	6,70	6,70			
Punto 1	8,50	8,50	8,50	8,50			
Punto 2	16,80	16,90	16,85				
Componente				6,65	2,796	2,007	0,254
Componente	23,50	23,50	23,50	8,35			
Punto 3	25,20	25,20	25,20				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 10.
Δ 1.230 m.

Línea IV
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
Registrador 14 }
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,687		
Explosión	2,80	2,70	2,75	2,75			
Punto 1	4,00	4,00	4,00	4,00			
Punto 2	8,00	8,00	8,00				
Componente				4,15	3,000	2,313	0,280
Componente	12,20	12,10	12,15	4,15			
Punto 3	12,20	12,10	12,15				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 11.
Δ 1.370 m.

Línea IV
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
Registrador 27 }
Radio 12
Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,590		
Explosión	4,70	4,70	4,70	4,70			
Punto 1	7,90	8,00	7,95	7,95			
Punto 3	23,80	23,80	23,80				
Componente				1,00	3,124	2,534	0,321
Componente	24,80	24,80	24,80	8,05			
Punto 4	31,80	31,90	31,85				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 12.
Δ 1.500 m.

Línea IV
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
Registrador 14 }
Radio 15
Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen				2,75	0,555		
Explosión	2,80	2,70	2,75	4,95			
Punto 1	5,00	4,90	4,95				
Punto 3	15,40	15,40	15,40				
Componente				2,45	3,467	2,912	0,353
Componente	17,90	17,80	17,85	5,25			
Punto 4	20,70	20,60	20,65				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 1.
Δ 190 m.

Línea V
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
Registrador 13 }
Radio 16
Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen				5,75	0,783		
Explosión	5,80	5,70	5,75	7,35			
Punto 1	7,40	7,30	7,35				
Punto							
Componente				2,30	1,308	0,525	0,062
Componente	9,70	9,60	9,65	7,45			
Punto 2	14,80	14,80	14,80				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 2.
Δ 400 m.

Línea V
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
Registrador 27 }
Radio 12
Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen				6,10	0,750		
Explosión	6,20	6,00	6,10	8,15			
Punto 1	8,20	8,10	8,15				
Punto							
Componente				6,00	1,760	1,010	0,128
Componente	14,20	14,10	14,15	7,90			
Punto 2	16,20	16,00	16,05				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 3.
Δ 510 m.

Línea V
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
Registrador 14 }
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen				1,20	0,227		
Explosión	1,20	1,20	1,20	5,30			
Punto 1	5,30	5,30	5,30				
Punto							
Componente				1,70	1,323	1,096	0,133
Componente	7,00	7,00	7,00	5,25			
Punto 2	10,50	10,60	10,55				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 4.
Δ 610 m.Línea V -
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,40	4,40	4,40	4,40	0,678		
Punto 1	6,50	6,50	6,50	6,50			
Punto 2	12,90	13,00	12,95				
Componente							
Componente	13,30	13,30	13,30	0,35	2,053	1,375	0,171
Punto 3	19,50	16,60	19,55	6,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 5.
Δ 710 m.Línea V
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,40	5,40	5,40	5,40	0,692		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 2	15,60	15,50	15,55				
Componente							
Componente	18,10	18,10	18,10	2,55	2,335	1,643	0,194
Punto 3	23,20	23,10	23,15	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 6.
Δ 810 m.Línea V
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,90	4,80	4,85	4,85	0,950		
Punto 1	5,10	5,10	5,10	5,10			
Punto 2	10,20	10,20	10,20				
Componente							
Componente	13,90	13,90	13,90	3,70	2,732	1,782	0,216
Punto 3	15,20	15,30	15,25	5,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Monreal*Posición 7.
Δ 910 m.Línea V
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,80	6,80	6,80	6,80	0,824		
Punto 1	8,30	8,20	8,25	8,25			
Punto 2	16,40	16,40	16,40				
Componente							
Componente	22,70	22,60	22,65	6,25	2,772	1,948	0,242
Punto 3	24,50	24,50	24,50	8,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 8.
Δ 1.010 m.

Línea V

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,20	3,30	3,25	3,25	0,406		
Punto 1	8,00	8,00	8,00	8,00			
Punto 2	15,70	15,70	15,70				
Componente							
Componente	18,80	18,80	18,80	3,10	2,385	1,979	0,251
Punto 3	23,70	23,80	23,75	8,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 9.
Δ 1.115 m.

Línea V

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,00	5,00	5,00	5,00	0,670		
Punto 1	7,40	7,50	7,45	7,45			
Punto 2	14,70	14,80	14,75				
Componente							
Componente	21,80	21,80	21,80	7,05	2,960	2,290	0,270
Punto 3	22,10	22,10	22,10	7,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 10.
Δ 1.210 m.

Línea V

Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
 Registrador 14 } Constante = 0,1210
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,50	3,50	3,50	3,50	0,680		
Punto 1	5,20	5,10	5,15	5,15			
Punto 3	15,30	15,30	15,30				
Componente							
Componente	16,00	16,00	16,00	0,70	3,137	2,457	0,297
Punto 4	20,40	20,40	20,40	5,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 11.
Δ 1.310 m.

Línea V

Observador: Cantos

Sismógrafo 15 }
 Registrador 15 } Constante = 0,1240
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,60	1,60	1,60	1,60	0,238		
Punto 1	6,70	6,70	6,70	6,70			
Punto 2	13,90	13,80	13,85				
Componente							
Componente	19,80	19,70	19,75	5,90	2,850	2,610	0,324
Punto 3	20,80	20,80	20,80	6,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 12.
Δ 1.460 m.

Línea V
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
Registrador 27 }
Radio 12
Amplificador.... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,50	0,40	0,45	0,45	0,067		
Punto 1	6,80	6,70	6,75	6,75			
Punto 2	13,90	13,80	13,85				
Componente				6,10	2,870	2,803	0,355
Componente	20,00	19,90	19,95				
Punto 3	20,90	20,80	20,85	7,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 13.
Δ 1.610 m.

Línea V
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
Registrador 13 }
Radio 16
Amplificador.... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,60	3,60	3,60	3,60	0,487		
Punto 1	7,40	7,40	7,40	7,40			
Punto 3	22,20	22,20	22,20				
Componente				5,40	3,714	3,227	0,381
Componente	27,60	27,60	27,60				
Punto 4	29,70	29,80	29,75	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 14.
Δ 1.760 m.

Línea V
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
Registrador 14 }
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	5,00	5,00	5,00	5,00			
Punto 3	15,00	15,00	15,00				
Componente				2,80	3,560	3,560	0,431
Componente	17,80	17,80	17,80				
Punto 4	20,00	20,00	20,00	5,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Monreal

Posición 15.
Δ 1.900 m.

Línea V
Observador: Cantos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1240
Registrador 15 }
Radio 13
Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,10	6,10	6,10	6,10	0,752		
Punto 1	8,10	8,10	8,10	8,10			
Punto 4	32,00	32,00	32,00				
Componente				3,65	4,448	3,696	0,458
Componente	35,70	35,60	35,65				
Punto 5	40,20	40,10	40,15	8,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

CAPITULO III

INVESTIGACION SISMICA EN PUENTE LA REINA-OBANOS-TIRAPU

§ 10. **Prólogo.**—Nuestros queridos compañeros señores del Valle, Mendizábal y Cincúnegui (q. e. p. d.), que componían la Comisión de geólogos que estudia la región navarra, determinaron la situación de un importante eczema yesoso, situado entre Cirauqui y Campanas, próximamente. Como estos yesos constituyen el fondo del sistema Oligoceno, era muy probable que debajo de ellos se encontrase el yacimiento salino, que ya hemos estudiado en otras zonas de la misma provincia. Si se tiene en cuenta, además, que se encuentran en él las salinas de Obanos, las probabilidades aumentan de tal modo que no debe dejarse sin comprobación la existencia de esta importante riqueza.

Por las razones apuntadas, el Director del Instituto Geológico y Minero de España, con el deseo de impulsar el reconocimiento de la riqueza minera, nos encargó efectuar una investigación sísmica, que determinase la profundidad a que se encontraba el manto salino, con el personal y material de la Sección de Geofísica a mis órdenes.

Todos se han esforzado en realizar su cometido con el mayor entusiasmo, efectuando la observación de 118 estaciones sísmicas, en siete perfiles, de una longitud total de 16 kilómetros, en terreno difícil y a veces escabroso, has-

ta resolver completamente el problema, según se explicará en los apartados siguientes.

Como en todas las demás investigaciones geofísicas realizadas, es indispensable empezar por un estudio geológico minucioso, que aclare hasta las más pequeñas variaciones en la dirección y buzamiento de las capas y la posible o segura existencia de accidentes tectónicos, puesto que los datos así adquiridos son el fundamento del plan a realizar.

De aquí que este capítulo lo dividamos en tres partes. En la primera nos ocuparemos de la reseña geológica y geográfica; en la segunda de las observaciones sísmicas realizadas y, en la última, de la interpretación geológica de los resultados obtenidos.

§ 11. Reseña geográfica y geológica.

RESEÑA GEOGRÁFICA.—La zona de investigación está limitada, al Norte, por la carretera de Estella a Pamplona, en su trozo comprendido entre Puente la Reina y Campanas; al Sur, por el barranco de Negueas, en las inmediaciones de Mendigorria y altos de Ibarbero; al Este, por la carretera de Tafalla y, al Oeste, por el río Arga. Comprende todo el cordal topográfico que se extiende entre Muruarte de Reta y el mencionado río, pasando por los pueblos de Olcoz y Añorbe, y representa una extensión superficial de unos 15 kilómetros de longitud por tres de anchura.

Las alturas más notables de aquélla, con relación al nivel del mar, corresponden: al cerro de San Martín de Añorbe, que mide 712 metros; Monte Mocha, que en su parte más saliente tiene 590, y Lazarrampla, que alcanza 530 en las cercanías de la ermita de San Guillermo.

La sierra de Alaiz, por Levante, y los altos de Mañeru

en el lado opuesto, son la prolongación topográfica del expresado cordal, alcanzando la primera, de un modo gradual, pero rápido, cotas superiores a 1.000 metros, y, los segundos, otras que exceden también de los 600, aunque en uno y otro lado se manifiesten soluciones de continuidad por la interposición de la pequeña vega de Tirapu y el paso del Arga, respectivamente, que reducen su altura media a unos 450 metros, en el primer caso, y 350 en el segundo.

En el sentido transversal, o sea en la orientación N.-S., el terreno desciende a ambos lados para formar las cuencas del Eunato y el Negueas.

En la primera, por donde pasa a su vez la carretera de Campanas, las cotas están comprendidas entre 340 metros y 360, y en la segunda, o del Negueas, sucede lo propio. Esta segunda cuenca se ensancha en su último tercio en tales términos que, unida en su desembocadura hacia el Arga con las vegas de Mendigorria y Puente, forma una notable extensión de terreno prácticamente horizontal, a la cota de 340 metros, que recibe la denominación de Campollano.

A partir de tales depresiones topográficas, el terreno vuelve a recobrar el desnivel perdido. Por el lado Norte forma la meseta donde se alzan los pueblos de Obanos, Muruzábal y otros, con altitudes comprendidas entre 400 y 500 metros, que alcanza más de 1.000 metros en la sierra del Perdón, y en el Sur constituye los altos de Ibarbero, Itacayo y otros de cotas superiores a 500 metros, que forman la divisoria natural de las aguas, entre el Negueas y la vertiente de Artajona.

Se trata, pues, de una extensión francamente ondulada, que caracteriza su irregularidad superficial por la concordancia con la disposición de los pliegues del terreno, a

los que obedece en gran parte, indudablemente, tal configuración.

Las principales vías de comunicación son el ferrocarril de Barcelona a Irún y las carreteras generales que desde Tafalla y Estella se dirigen a Pamplona. El ferrocarril atraviesa la zona por su costado oriental y tiene estaciones en Campanas y El Carrascal, que resultan equidistantes y a muy corta distancia de la misma. Y en cuanto a las carreteras, una de ellas sigue la misma marcha que el ferrocarril mencionado y, la otra, cruza por el lado opuesto otras varias, cuyo punto de enlace es Puente la Reina, completando el cuadro de comunicaciones importantes (véase el plano general, lámina VII).

Los caminos rodados y de herradura son, asimismo, otros medios útiles de enlace, aunque todos ellos son de perfil muy variado y de tránsito difícil en invierno, por su suelo margoso y resbaladizo. Los más importantes son los que en otro tiempo se han empleado para las comunicaciones entre los pueblos de Obanos, Muruzábal y Puente con Mendigorria, pero actualmente se utilizan exclusivamente para las faenas agrícolas y pasos de ganado.

Hidrográficamente considerada, la zona corresponde a la cuenca del Arga. Este río, de caudal importante en todo tiempo, cruza con pendiente muy suave su parte occidental, teniendo como afluentes más notables los arroyos de Eunate y Negueas, que desembocan ambos por su margen izquierda. El primero tiene su origen en las inmediaciones de Murugain, aguas arriba de la Venta de Ucar, y después de ingresar en él las aguas del que atraviesa las salinas de Tirapu, próximo a la citada venta, se desarrolla por la ermita de su mismo nombre y al Sur de Obanos, para ingresar sus aguas en el Arga, en Puente la Reina.

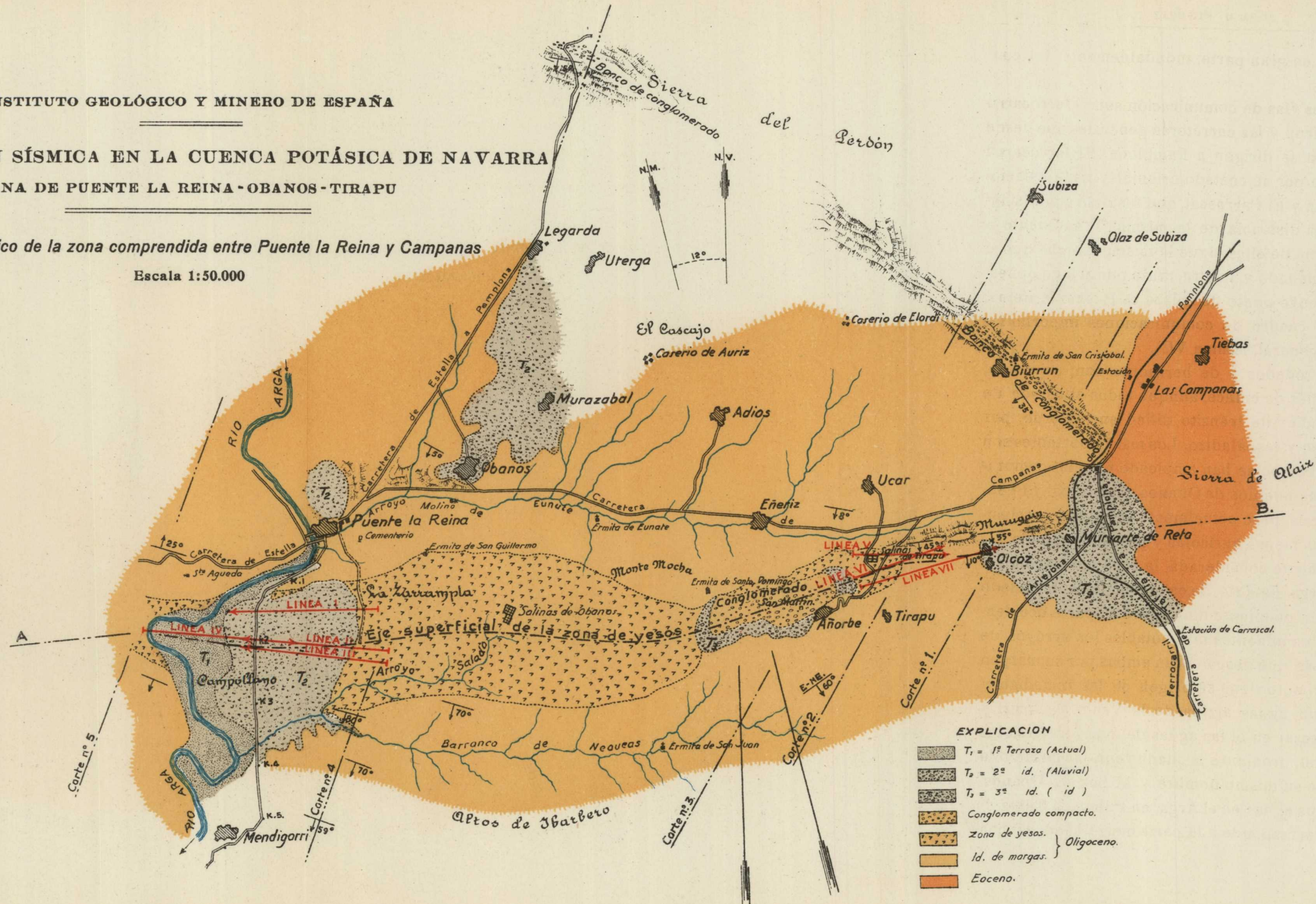
El Negueas corresponde a la parte meridional de dicha

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN LA CUENCA POTÁSICA DE NAVARRA
ZONA DE PUENTE LA REINA - OBANOS - TIRAPU

Plano geológico de la zona comprendida entre Puente la Reina y Campanas

Escala 1:50.000



EXPLICACION

- T₁ = 1ª Terraza (Actual)
- T₂ = 2ª id. (Aluvial)
- T₃ = 3ª id. (id)
- Conglomerado compacto.
- Zona de yesos. } Oligoceno.
- Id. de margas. }
- Eoceno.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

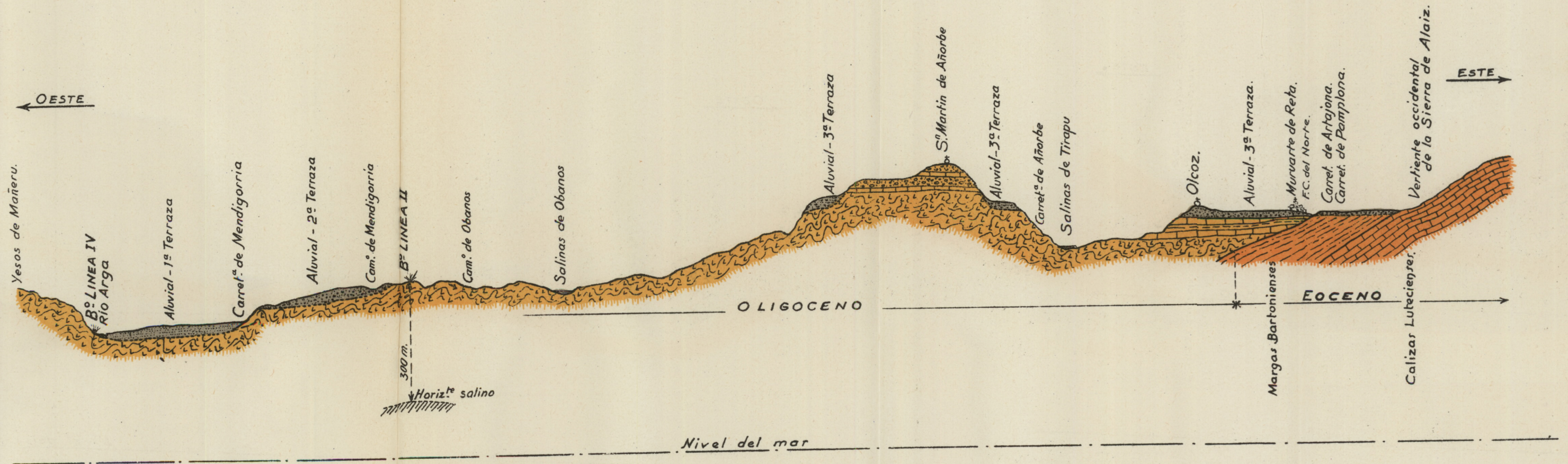


INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN LA CUENCA POTÁSICA DE NAVARRA

ZONA DE PUENTE LA REINA - OBANUS - TIRAPU

Corte geológico desde el río Arga hasta la carretera de Tafalla a Pamplona, pasando por las salinas de Obanos, las de Tirapu, San Martín de Añorbe, Olcoz y Muruarte de Reta

(A-B del plano geológico n.º 1)



Escalas { Para horizontales 1:50.000
 Para alturas 1:10.000

Nota.—Las capas que aparecen horizontales en el corte, debajo del pueblo de Olcoz, realmente buzan hacia el Sur (véase el plano geológico). Resultan horizontales en la representación, por tratarse de un corte vertical según la generatriz del pliegue.

zona. Se forma de la conjunción de los arroyuelos Tacayo y Simindra, en las cercanías de la ermita de San Juan, donde se incorporan también las aguas sobrantes de la fuente del mismo nombre y desemboca en el Arga, cerca ya de Mendigorria, próximo al kilómetro 4 de la carretera de este pueblo a Puente la Reina, y después de incorporarse a él las aguas del arroyo Salado, que nace precisamente en las salinas de Obanos y a las cuales debe su nombre.

RESEÑA GEOLÓGICA.—Considerando los terrenos de menor a mayor edad geológica, se presentan del siguiente modo:

Aluvial.—Aparece formando tres terrazas perfectamente diferenciadas por sus distintos niveles topográficos (véanse las láminas VII y VIII). La primera constituye el terreno «actual», limitado por el río Arga y la carretera de Puente la Reina a Mendigorria, es decir, comprendiendo la extensión superficial conocida bajo el nombre de Campollano, dedicada, en su casi totalidad, a hortalizas y regadío en general.

La segunda corresponde a la mayor parte de los terrenos de secano, en el paraje denominado Lazarrambla; a la pequeña meseta, situada al Norte de Puente la Reina, que designan con el nombre de Iturrieta, y a la que se extiende entre los pueblos de Obanos, Muruzábal y Legarda, correspondientes a la vertiente meridional de la sierra del Perdón.

Y la tercera forma una especie de corona incompleta alrededor del cerro de San Martín de Añorbe, en concordancia topográfica con otro isleo, sobre el que se alzan los pueblos de Olcoz y Muruarte de Reta, próxima ya al contacto con las margas y calizas eocenas de la sierra de

Alaiz, a las que recubre en parte (véanse las láminas ya citadas).

La diferencia que estas distintas terrazas presentan entre sí, puede decirse que es exclusivamente topográfica, pues la naturaleza de sus cantos, lo mismo que su tamaño y distribución, presentan gran analogía en todas ellas. Todos tienen la forma ovoidal y la superficie lisa, como materiales arrastrados y pulidos por las aguas, siendo sus dimensiones muy variables y alternantes entre dos y veinte centímetros, que pueden considerarse como límites.

Se presentan superficialmente incoherentes, pero en muchos sitios, y a escasa profundidad, forman verdaderos conglomerados, abundando esta condición en las dos terrazas más antiguas o de nivel más elevado, a la vez que disminuye en la primera o moderna, a la que suele cubrir una especie de mantillo terroso.

En todos los niveles se pueden observar repetidos ejemplares de caliza numulítica, lo que prueba la posterioridad de todas ellas con relación al tramo luteciense, que contribuyó a la formación de tales depósitos.

Oligoceno.—La mayor parte de la extensión que ocupa la zona de estudio, corresponde a esta formación geológica. Sus rocas esenciales son las margas, y como accidentales aparecen superficialmente los yesos. Las primeras se presentan formando bancos de potencias distintas, comprendidas ordinariamente entre 20 centímetros y un metro. Alternan entre sí las blandas y compactas, del mismo modo que ocurre con su coloración; pero predominan generalmente el pardo amarillento y el moreno en los bancos fuertes y compactos; el rojo, por el contrario, en las margas blandas. Por regla general, en esta región suelen aparecer estas últimas en las zonas geológicamente más profundas, al contacto con los yesos, perdiendo gra-

dualmente tal matiz a medida que se elevan de horizonte, sin que ello quiera decir que no haya alternancia de margas grises con rojas y viceversa en todos los niveles, como sucede en cuanto a potencias y compacidad. Los yesos, por el contrario, tienen su encaje preciso en el horizonte más antiguo de este tramo, al contacto inmediato de los mantos salinos que recubren.

Las capas de la formación oligocena de esta zona, poseen direcciones que varían dentro del 1.º y 2.º cuadrantes; algo así como si hubieran estado sometidas a empujes de Sur a Norte, girando a la vez, obligadas por el mismo, alrededor de un núcleo formado por la sierra de Alaiz y dislocadas dentro del área de giro por la elevación de los yesos, que las han roto y separado. En la región septentrional de este accidente se ciñen a la sierra del Perdón, abriendo en forma de abanico, de levante a poniente, y en la meridional siguen la forma arqueada del asomo yesoso, es decir, variando desde la dirección E.-NE., en las cercanías de Tirapu, hasta la de O.-NO., en las de Mendigorriá y Mañeru.

Las inclinaciones pasan a su vez, en la primera región, desde la horizontal, en toda la depresión del Eunate, hasta la de 35º y algo más que alcanzan en Biurrun y vertiente de la sierra del Perdón; llegando incluso a 55 en el Murugain, cerca de Olcoz. Por el contrario, en la zona Sur de los yesos, empieza el contacto de éstos, con inclinaciones de 70º, 80º y hasta muy próximos a la vertical. Después del barranco de Negueas, próximo a Mendigorriá, y los altos de Ibarbero, se caracteriza ya la rama Norte del sinclinal, cuya línea de fondo pasa próxima a Artajona.

Los yesos constituyen una especie de eczema, que afecta superficialmente la forma lenticular, y cuya mayor expansión concuerda con los altos de Lazarrampla y las sa-

linas de Obanos, estrechándose paulatinamente a ambos lados en la dirección del eczema, de tal modo, que llega a desaparecer, por levante, entre Tirapu y Ucar, y, por poniente, en el mismo pueblo de Cirauqui.

Cabalgando sobre tal asomo yesoso se conservan, respetados por la denudación, en Monte Mocha y San Martín de Añorbe, una serie de bancos de conglomerados que tiene intercalados otros de margas, pero predominando los primeros. Tales bancos, por su horizontalidad primero, y por no aparecer su correspondencia en ninguno de los flancos del eczema, son de difícil enlace estratigráfico dentro del mismo pliegue; pero los consideramos como oligocenos por haber sido clasificados por los notables geólogos, nuestros queridos compañeros Sres. del Valle, Mendizábal y Cincúnegui (q. e. p. d.), muy conocedores de la región por haberla estudiado detenidamente al confeccionar la hoja de Tafalla.

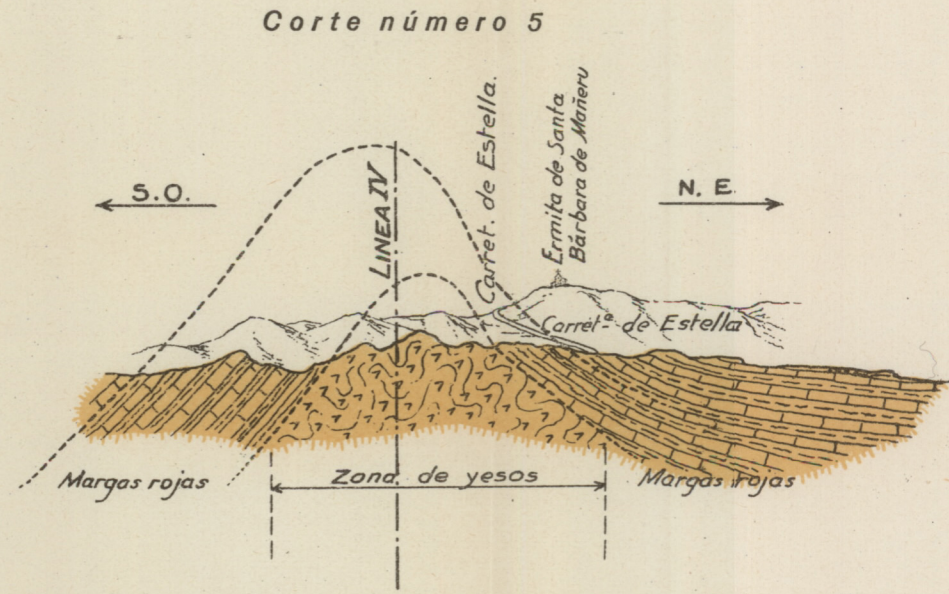
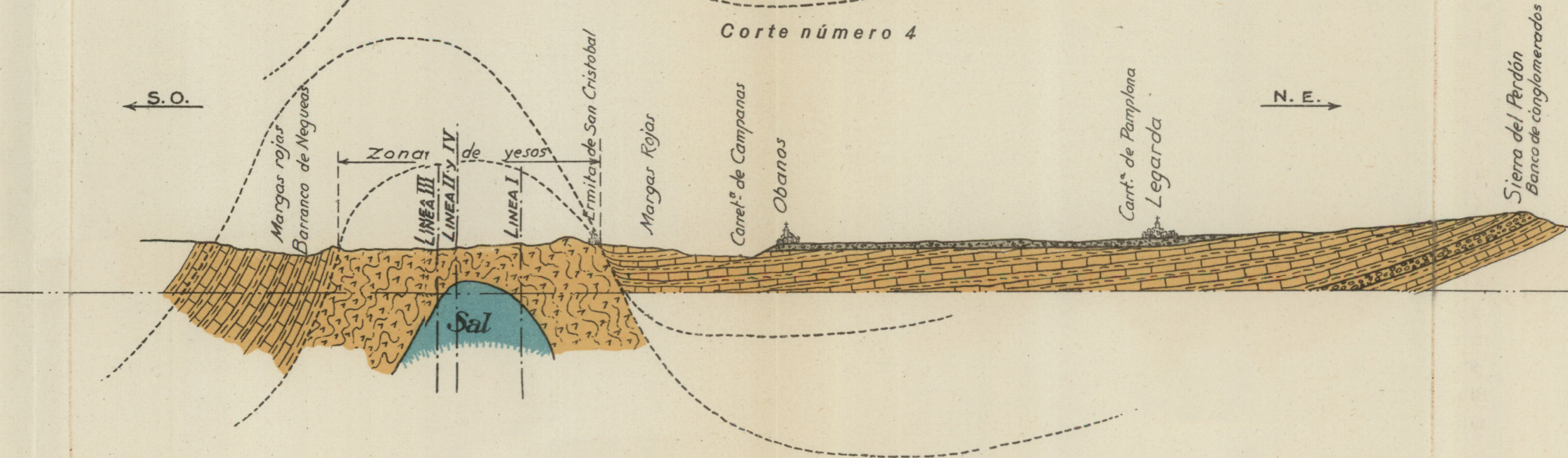
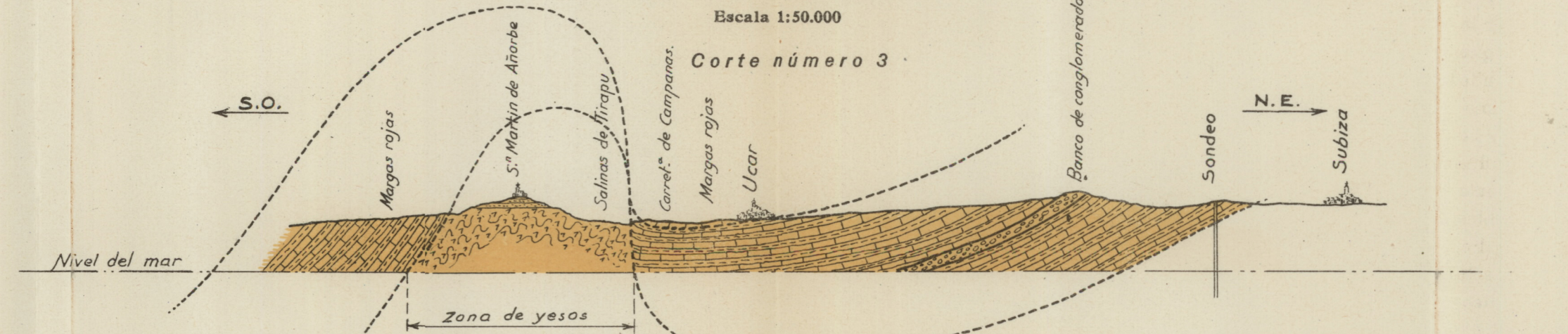
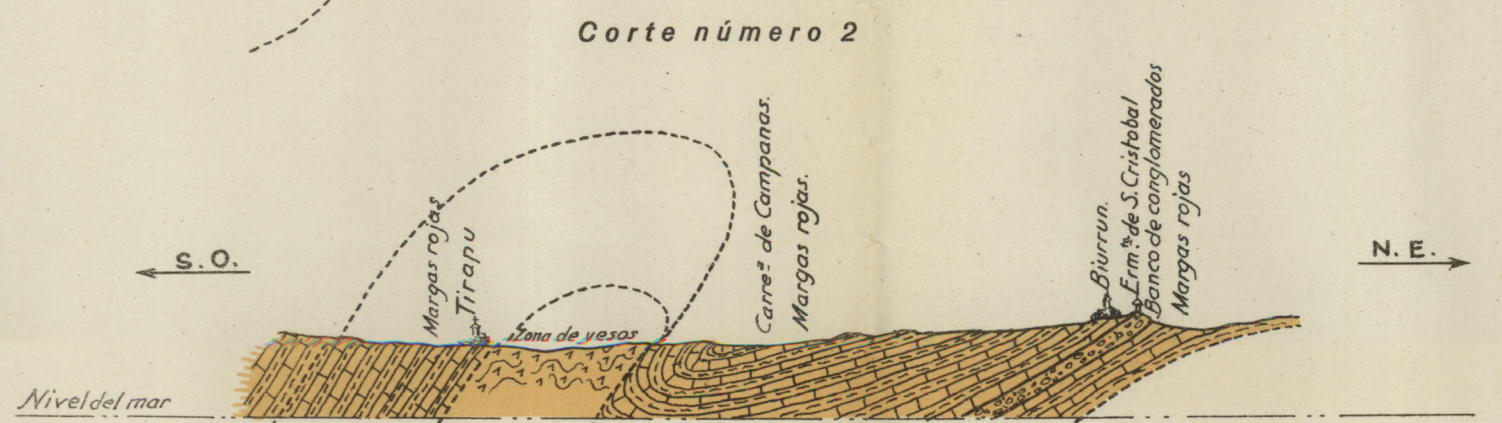
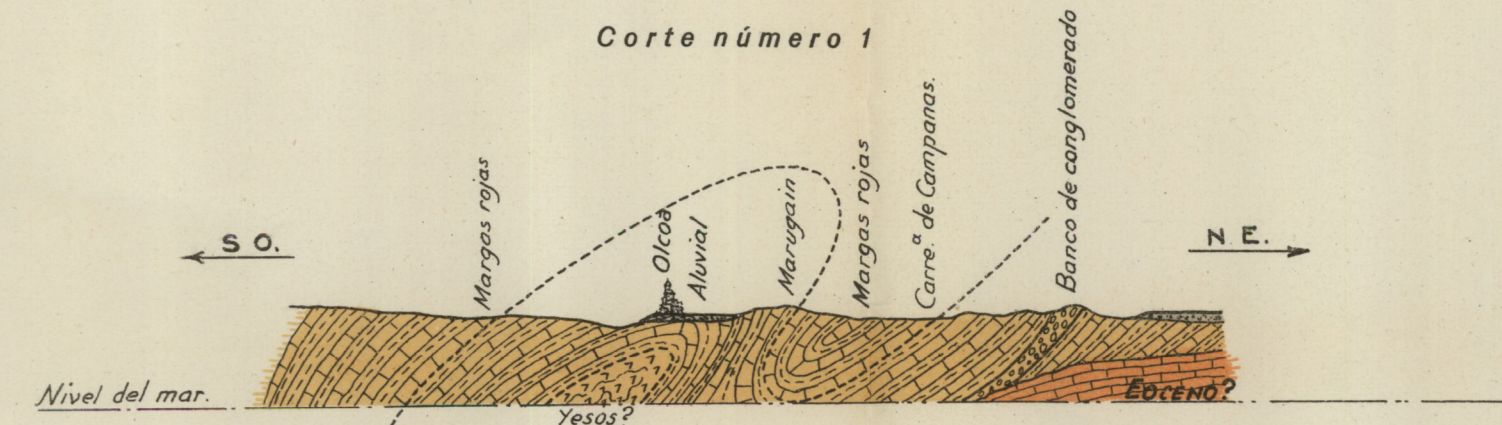
En la zona yesosa no se aprecia la estratificación de un modo claro, al contrario, aparece, en general, como una masa informe. Sin embargo, hemos podido observar en diferentes lugares, tales como al coronar el camino de Puente la Reina a Mendigorria, en la Zarrampla, y en el que desde el mismo deriva en este paraje hacia Artajona y otros, una marcada tendencia en su buzamiento hacia el Sur, como si se tratara de la rama meridional del pliegue levantada, en cuyo caso surge la creencia de que su simétrica está hundida en la región de Puente la Reina-Obanos; es decir, en la depresión del Eunate, confirmada a su vez en este caso por el juicio del señor del Valle sobre los conglomerados de Añorbe, pues si éstos fueron alzados de una región más profunda y concuerdan con el horizonte geológico de los que aparecen en Biurrun, recostados sobre la sierra del Perdón, el hundi-

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN LA CUENCA POTÁSICA DE NAVARRA

ZONA DE PUENTE LA REINA - OBANOS - TIRAPU

CORTES GEOLÓGICOS

Escala 1:50.000



miento del flanco Norte del anticlinal que consideramos es evidente.

Observado por nosotros dicho flanco con cierto determinimiento, se ha visto que en la parte comprendida por la pequeña loma denominada Murugain, entre Muruarte de Reta y la venta de Ucar, en la carretera de Añorbe, las capas acusan una inclinación de 45° a 55° con buzamiento al Sur (véase el plano de la lámina VII), es decir, casi igual, incluso en dirección, que las de Tirapu y el Sur de Añorbe, que ya corresponden al flanco Sur, y entre cuyas dos zonas se hallan los yesos, de horizonte geológico más profundo.

Más hacia el Norte, en las cercanías de la carretera de Campanas, las capas se encuentran horizontales, iniciándose a continuación el levantamiento progresivo hacia Biurrun y la sierra del Perdón, donde ya recobran la inclinación de 35° . A partir de la venta de Ucar y la carretera de Añorbe, o sea, desde las salinas de Tirapu para abajo, ocurre lo mismo hasta Puente la Reina, con la única excepción de que las capas inclinadas de Murugain desaparecen.

En la región opuesta, es decir, en la correspondiente a la depresión del Nagueas, la estratificación se presenta con inclinaciones de 70° y 80° (véanse láminas VII y IX). Pero a partir también de la carretera de Mendigorria a Puente la Reina, o sea en la región occidental del río Arga, se regulariza el accidente tectónico en términos tales que ya en el alto de la carretera de Estella y Mañeru aparecen las dos ramas del anticlinal casi completamente normales (véase el corte número 5 de la lámina IX).

Parece deducirse de todo esto que en la mencionada región existe una cobijadura o pliegue diapiro denudado en las inmediaciones de los pueblos de Muruarte de Reta

y Olcoz, cerca del contacto con el Eoceno, tal como se presenta en los cortes 1 y 2, que van gradualmente desvaneciéndose hacia poniente (véanse los cortes 3 y 4), normalizándose ya en los altos de Mañeru, pasado el Arga; lo cual quiere decir, a nuestro juicio, que ha debido haber un basculamiento del bloque determinado por el Arga, la línea de los yesos y la sierra del Perdón, sirviendo ésta de charnela y los yesos, de plano de resbalamiento, determinando un movimiento que señalamos idealmente con líneas de trazos en los cortes de la citada lámina IX.

Sentado lo supuesto, es evidente que el horizonte salino debe encontrarse mucho más alto en la región de los yesos, donde se ha concentrado el estudio sísmico, que en el flanco Norte o depresión del Eunate, como además lo comprueba, por otra parte, la existencia de salinas, alineadas dentro del mencionado asomo, sin ninguna en el flanco contrario.

§ 12. La investigación sísmica.

LAS MEDICIONES SÍSMICAS.—Esta investigación se ha dividido en dos partes. La primera, que consta de cuatro líneas sísmicas, se ha realizado en la margen izquierda del río Arga, sobre la terraza de Campollano, y, la segunda, con tres, en las cercanías de las salinas de Tirapu (véase el plano general, lámina VII).

A continuación describimos cada una de las líneas mencionadas:

Línea I.—Consta de 21 estaciones, situadas en una longitud de 2.740 metros. Está situada cerca del límite Norte de la zona de los yesos, y su dirección es la de E.-O. Corta la carretera de Mendigorria, poco después de pasar el kilómetro 1. En el cuadro constan las distancias epicentrales correspondientes a cada estación y los tiempos de

recorrido, calculados por los primeros ímpetus de los sísmogramas que han servido para la construcción de la línea dromocrónica número 1.

Línea II.—Está constituida al Sur de la anterior y es ligeramente convergente con ella.

Consta de 18 estaciones y de una longitud total de 230 metros. La dromocrónica número 2 se ha construido con los datos de tiempos y distancias contenidas en el cuadro adjunto.

Línea III.—La línea III es paralela a la II y está situada al Sur de ella y a muy poca distancia, por encontrar

trarse ya en el flanco Sur del anticlinal.

Su longitud es de 2.850 ms. y el número de estaciones sísmicas observadas asciende a 18.

En el cuadro de esta línea se reúnen los valores medidos para las distancias epicentrales y calculados para los tiempos de recorrido, que han servido para el dibujo de la dromocrónica correspondiente.

Línea IV.—Es una prolongación de la línea II, cuyo objeto es aumentar la profundidad de investigación alcanzada en ella. Su dirección es la opuesta, es decir, que está dirigida de Oeste a Este.

En una longitud de 2.580 metros se han efectuado 18 es-

Línea I

Estaciones	Kms.	T''
1	0,100	0,055
2	0,218	0,103
3	0,437	0,167
4	0,540	0,195
5	0,638	0,230
6	0,770	0,264
7	0,870	0,286
8	0,960	0,299
9	1,170	0,334
10	1,176	0,374
11	1,279	0,402
12	1,406	0,443
13	1,506	0,450
14	1,606	0,483
15	1,710	0,530
16	1,817	0,543
17	2,017	0,594
18	2,217	0,634
19	2,465	0,672
20	2,620	0,729
21	2,740	0,776

Línea II

Estaciones	Kms.	T''
1	0,126	0,051
2	0,246	0,087
3	0,370	0,143
4	0,485	0,181
5	0,590	0,199
6	0,717	0,253
7	0,817	0,270
8	0,917	0,310
9	1,017	0,321
10	1,117	0,356
11	1,217	0,387
12	1,317	0,422
13	1,417	0,434
14	1,537	0,467
15	1,697	0,483
16	1,857	0,520
17	2,017	0,558
18	2,320	0,627

Línea III

Estaciones	Kms.	T''
1	0,200	0,072
2	0,400	0,137
3	0,620	0,202
4	0,800	0,262
5	0,947	0,297
6	1,110	0,325
7	1,210	0,376
8	1,310	0,379
9	1,410	0,406
10	1,510	0,429
11	1,610	0,454
12	1,760	0,496
13	1,910	0,538
14	2,065	0,566
15	2,215	0,566
16	2,415	0,640
17	2,615	0,667
17'	2,715	0,677
18	2,850	0,724

Su dromocrónica está construída con los datos obtenidos en el cuadro correspondiente. Tiene menor longitud que las anteriores por estar la sal más próxima.

Línea V

Estaciones	Kms.	T''
1	0,100	0,042
2	0,200	0,075
3	0,300	0,103
4	0,424	0,138
5	0,537	0,163
6	0,659	0,203
7	0,759	0,227
8	0,859	0,258
9	0,959	0,287
10	1,059	0,298
11	1,159	0,317
12	1,279	0,378
13	1,379	0,414
14	1,500	0,442
15	1,607	0,471

taciones sísmicas. Los valores que constan en el cuadro de la línea IV son los correspondientes a la dromocrónica número 4.

Línea V.—Es la primera de la zona de las salinas de Tirapu. Empieza a poca distancia de ellas, al otro lado de la carretera de Ucar a Añorbe, y su dirección es de Oeste a Este. Su longitud es de 1.607 metros, y el número de estaciones de que consta es de 15.

Línea IV

Estaciones	Kms.	T''
1	0,760	0,223
2	0,870	0,247
3	0,980	0,258
4	1,080	0,291
5	1,177	0,312
6	1,280	0,344
7	1,350	0,359
8	1,476	0,385
9	1,640	0,432
10	1,779	0,466
11	1,910	0,505
12	2,040	0,544
12'	2,099	0,556
13	2,220	0,557
13'	2,270	0,579
14	2,380	0,617
15	2,480	0,655
16	2,580	0,655

Línea VI.—El emplazamiento de los barrenos de la línea VI está a unos 400 metros al Sur de los de la anterior. Su extremo, sin embargo, es casi el mismo, con el objeto de variar su dirección hacia el NE., ciñéndose, en lo posible, a la estratificación.

Consta de 10 estaciones, en una longitud de 1.400 metros, cuyo re-

parto, así como los tiempos calculados, constan en el cuadro correspondiente a esta línea, que sirve de base para el trazado de la dromocrónica.

Línea VII.—Es casi paralela a la anterior y dista de ella unos 200 metros. Va dirigida hacia los altos de Muruarte de Reta y es de mayor longitud que las anteriores,

Línea VII

Estaciones	Kms.	T''
1	0,200	0,091
2	0,400	0,171
3	0,600	0,234
4	0,724	0,260
5	0,820	0,278
6	0,920	0,308
7	1,020	0,322
8	1,120	0,356
9	1,220	0,381
10	1,340	0,408
11	1,440	0,432
12	1,550	0,469
13	1,650	0,493
14	1,750	0,490
15	1,850	0,514
16	1,950	0,653
17	2,050	0,608
18	2,140	0,642
19	2,250	0,662
20	2,375	0,715

Línea I.—Siguiendo nuestra costumbre examinaremos sucesivamente cada una de las líneas observadas.

La dromocrónica número 1 (fig. 8) nos manifiesta primeramente una pequeña velocidad sísmica, de 2.100 metros por segundo, que corresponde a los terrenos yesosos descompuestos, que constituyen la zona de labor de la Zarrampla.

A partir de la estación 2, el rayo sísmico pasa a través de yesos, puesto que las estaciones 3-4-5 y 6 determinan

Línea VI

Estaciones	Kms.	T''
1	0,200	0,101
2	0,405	0,155
3	0,600	0,221
4	0,700	0,248
4'	0,750	0,246
5	0,820	0,271
6	0,920	0,260
7	1,020	0,301
8	1,120	0,337
9	1,220	0,409
10	1,460	0,433

por estar más separada del eje del anticlinal y ser mayor, por consiguiente, la profundidad de la sal. Se han observado en ella 20 estaciones, en una longitud de 2.375 metros.

Los valores obtenidos se expresan numéricamente en el cuadro adjunto y gráficamente en la dromocrónica número 7.

LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LAS MEDICIONES SÍSMICAS.

un lado de la dromocrónica, al que corresponde la velocidad.

$$V_2 = V_{2-6} = \frac{0,770 - 0,218}{0,264 - 0,103} = 3.400 \text{ m/s.}$$

Entre las estaciones 6-7 y 8 se aprecia un gran aumento de velocidad, que llega a alcanzar el valor de 7.000 m/s., correspondiente a la sal. A primera vista pudiera creerse

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE PUENTE LA REINA-OBANOS-TIRAPU)

Línea dromocrónica número 1

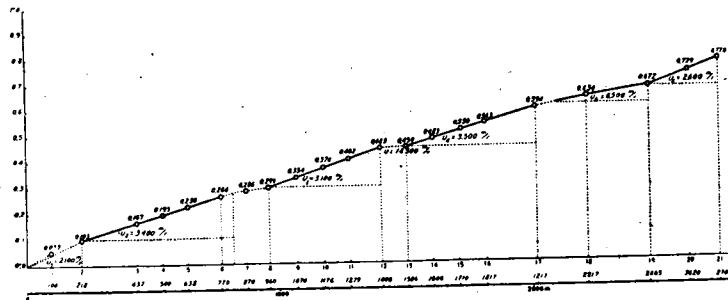


Fig. 8

que el rayo sísmico había cortado esta formación. Pero si examinamos el corte geológico número 4 (lám. IX), comprobaremos que la línea I se extiende a lo largo del flanco Norte del anticlinal y, por consiguiente, hay puntos del macizo de sal que están más cerca del emplazamiento de los barrenos que los de la intersección con aquél, del plano vertical que pasa por el perfil. En estas condiciones, hay rayos sísmicos oblicuos que llegan a la superficie, después de haber pasado por la sal, antes que los correspondientes a la sección del perfil y que producen el efecto apreciado en la dromocrónica.

Desde la estación 8 a la 12 se vuelven a encontrar los yesos anteriores, con la velocidad

$$V_3 = V_{8-12} = \frac{1,406 - 0,960}{0,443 - 0,299} = 3.100 \text{ m/s.}$$

La disminución de velocidad, con relación a los anteriores, depende del sitio donde se han colocado los sísmógrafos, que posee distinto espesor de recubrimiento.

Nuevamente volvemos a encontrar el efecto producido por el flanco del anticlinal, entre las estaciones 12 y 13, para continuar otra vez con los yesos, desde la 13 a la 17, con velocidad

$$V_4 = V_{13-17} = \frac{2,017 - 1,506}{0,594 - 0,450} = 3.500 \text{ m/s.}$$

Esta vez ha habido aumento, producido por las mismas causas explicadas.

Desde la estación 18 a la 19 encontramos la constante correspondiente a la sal

$$V_5 = V_{18-19} = \frac{2,465 - 2,217}{0,672 - 0,634} = 6.500 \text{ m/s.}$$

La formación salina empieza antes de la estación 18, puesto que la velocidad 18-19 es de 5.000 m/s. Por eso hemos prolongado el lado correspondiente de la dromocrónica, según consta en el dibujo.

Pasando el horizonte salino encontramos las margas eocenas, caracterizadas por las velocidades

$$V_6 = V_{19-21} = \frac{2,740 - 2,465}{0,776 - 0,672} = 2.600 \text{ m/s.}$$

En resumen, los yesos se encuentran entre las estaciones 2 y 17, formando un solo horizonte de velocidad.

$$V = V_{2-17} = \frac{2,017 - 0,218}{0,594 - 0,103} = 3.700 \text{ m/s.}$$

que es el valor determinado en otras investigaciones anteriores.

Debajo está la sal y, por último, las margas eocenas.

Las fórmulas para el cálculo de profundidades no se pueden aplicar por las irregularidades encontradas en la dromocrónica.

Tampoco conocemos exactamente el coeficiente de profundidad, por no tener hecho ningún sondeo. Sin embargo, su valor no diferirá mucho de 0,22, encontrado en otros casos análogos.

Aplicándole a la distancia epicentral de 2.100 metros, determinada en la dromocrónica, resulta una profundidad para la sal, en la línea, de 462 metros, con cuya medida se ha trazado la parte correspondiente del corte número 4.

Línea II.—Después de pasado el efecto superficial, sólo apreciable en la estación 1, nos encontramos una alineación de la dromocrónica hasta la 4, que nos determina un horizonte de margas, cuya velocidad es:

$$V_1 = V_{1-4} = \frac{0,485 - 0,126}{0,181 - 0,050} = 2.750 \text{ m/s.}$$

Entre las estaciones 4 y 5 se aprecia un aumento de velocidad, debido al encuentro del horizonte de los yesos, que se manifiesta claramente en las siguientes, hasta la 12, con su constante característica

$$V_2 = V_{4-12} = \frac{1,317 - 0,485}{0,422 - 0,181} = 3.500 \text{ m/s.}$$

El nuevo incremento de velocidad, existente entre las estaciones 12 y 13, corresponde ya al horizonte salino, que alcanza hasta la número 15.

Su velocidad es

$$V_3 = V_{12-15} = \frac{1,697 - 1,317}{0,483 - 0,422} = 6.200 \text{ m/s.}$$

Después se nos presentan las margas bartonienses, como en todos los trabajos análogos de la cuenca, determinadas por la velocidad

$$V_4 = V_{15-18} = \frac{2,320 - 1,697}{0,627 - 0,483} = 3.600 \text{ m/s.}$$

Si aplicamos el coeficiente de profundización $K = 0,22$, a la distancia epicentral correspondiente a la estación 12,

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NÁVARRA (ZONA DE PUENTE LA REINA-OBANOS-TIRAPU)

Línea dromocrónica número 2

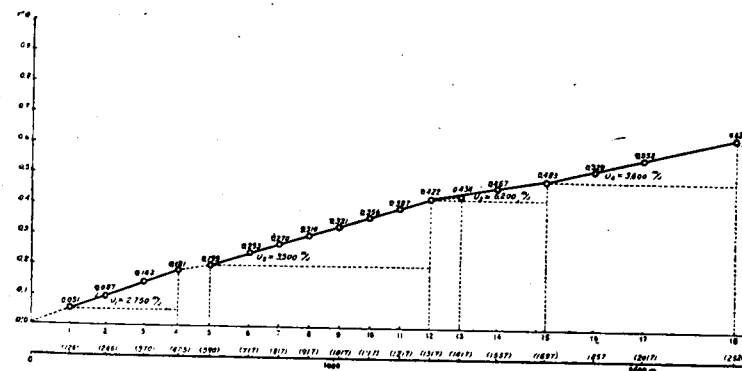


Fig. 9

el horizonte salino resulta a la profundidad de 290 metros en el barreno.

Línea III.—Esta línea es de muy difícil interpretación. Sin embargo, gracias a los resultados de las anteriores, creemos haberla resuelto completamente, según vamos a explicar.

Desde la estación 1 a la 4 aparecen los yesos, con una velocidad algo disminuída por el efecto superficial.

$$V_2 = V_{1-4} = \frac{0,800 - 0,200}{0,262 - 0,072} = 3,150 \text{ m/s.}$$

Después, se aprecia en la dromocrónica un gran aumento de velocidad, que casi llega a infinito entre las estaciones 7 y 8. Este fenómeno, nos lo explicamos de la misma manera que en la línea I. Nos encontramos en el flanco

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE PUENTE LA REINA-OBANOS-TIRAPU)

Línea dromocrónica número 3

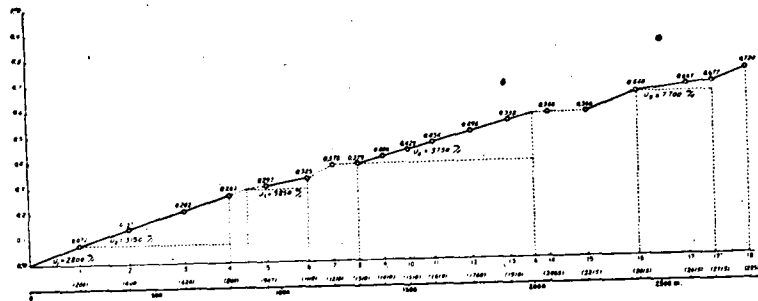


Fig. 10

Sur del anticlinal, es decir, que un poco más al Norte la sal está a menor profundidad y, por consiguiente, hay rayos sísmicos que llegan a los receptores antes que el contenido en el plano vertical que pasa por el perfil.

Pasado ese efecto volvemos a los yesos, desde la estación 8 a la 13, con la velocidad

$$V_4 = V_{8-13} = \frac{1,910 - 0,310}{0,538 - 0,379} = 3,750 \text{ m/s.}$$

En realidad los yesos corresponden al trayecto 1-13,

con arreglo al razonamiento anterior y entonces su constante resulta

$$V_{1-13} = \frac{1,910 - 0,200}{0,538 - 0,072} = 3,600 \text{ m/s.}$$

como en los anteriores casos.

Como el flanco del anticlinal tiene una pendiente fuerte, el espesor cortado en el horizonte yesoso, por el plano vertical que pasa por el perfil, es de potencia aparente extraordinariamente grande.

Se vuelve a presentar el mismo efecto de aumento en la velocidad entre las estaciones 14 y 15, donde alcanza el valor infinito. Después de una disminución aparente, debida al incremento anterior, se caracteriza el horizonte de la sal, con un valor excesivo,

$$V_5 = V_{16-17} = \frac{2,615 - 2,415}{0,667 - 0,641} = 7,700 \text{ m/s.}$$

Esto nos indica que empezó antes y precisamente en el punto A, señalado en la dromocrónica. Entonces le corresponde la velocidad

$$V_{A-17} = \frac{2,715 - 0,200}{0,677 - 0,566} = 6,500 \text{ m/s.}$$

También el horizonte salino resulta de extraordinario espesor, por la misma razón que el de los yesos.

La aplicación del coeficiente $K = 0,22$, a la distancia epicentral de 2.000 metros, da para la profundidad de la sal en el barrenos la cifra de 440 metros.

Línea IV.—La dirección de esta línea es opuesta a la de la línea II. Los barrenos se efectuaron en su extremo occidental, señalado en el plano con un pequeño trazo en la margen derecha del río Arga. Tiene por objeto la de-

terminación del sentido del buzamiento del eje del anticlinal salino.

El primer horizonte geológico determinado en la dromocrónica número 4 es el de las margas oligocenas, con 3.400 m/s. de constante sísmica.

A continuación encontramos un potente horizonte de

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE PUENTE LA REINA-OBANOS-TIRAPU)

Línea dromocrónica número 4

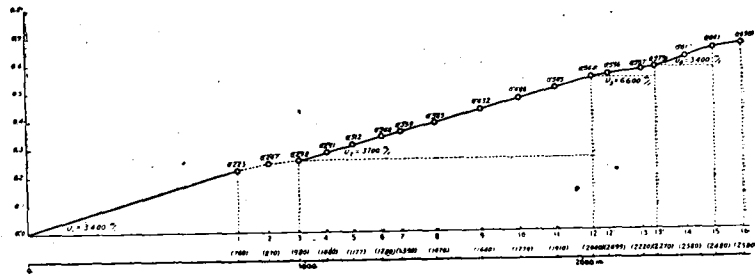


Fig. 11

yesos, entre las estaciones 3 y 12, perfectamente definidos por la velocidad

$$V_2 = V_{3-12} = \frac{2,040 - 0,980}{0,544 - 0,258} = 3.700 \text{ m/s.}$$

El paso del primer horizonte al segundo está indicado por el incremento de velocidad aparente, que se indica en la dromocrónica entre las estaciones 2 y 3.

Poco después aparece el horizonte salino, caracterizado por

$$V_3 = V_{12-18'} = \frac{2,270 - 2,040}{0,579 - 1,544} = 6.600 \text{ m/s.}$$

Y, por último, encontramos las margas eocenas en las estaciones finales.

El valor de su constante de velocidad es

$$V_4 = V_{13'-15} = \frac{2,480 - 2,270}{0,641 - 0,579} = 3.400 \text{ m/s.}$$

Utilizando el valor de $K = 0,22$, como hemos hecho en la línea II, la profundidad de la sal en el barreno de la línea IV resulta de 449 metros.

En la línea II resultó de 290. Por consiguiente, el eje del anticlinal buza hacia el Oeste, con una pendiente de 4 %.

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE PUENTE LA REINA-OBANOS-TIRAPU)

Línea dromocrónica número 5

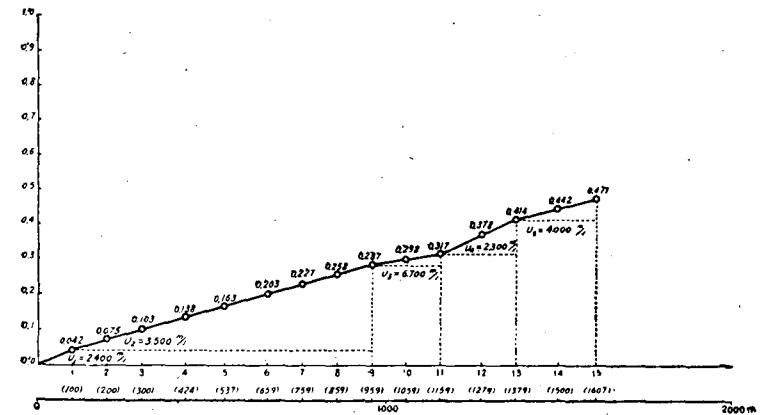


Fig. 12

Línea V.—Como en los casos anteriores, encontramos un potente horizonte de yesos debajo de las margas descompuestas de la superficie. Su constante de velocidad es

$$V_2 = V_{1-9} = \frac{0,959 - 0,100}{0,287 - 0,042} = 3.500 \text{ m/s.}$$

La ligera disminución respecto del valor encontrado anteriormente, se debe al efecto superficial de descomposición de las margas; originado por los agentes atmosféricos.

A continuación se encuentra la sal, entre las estaciones 9 y 11.

Entre ellas V_8 tiene el valor de 6.700 m/s.

$$V_8 = V_{9-11} = \frac{1,159 - 0,959}{0,317 - 0,287} = 6.700 \text{ m/s.}$$

También se caracterizan después las margas bartonien-ses, entre las estaciones 11 y 13.

$$V_4 = V_{11-13} = \frac{1,379 - 1,159}{0,414 - 0,317} = 2.300 \text{ m/s.}$$

y, por último, las calizas lutecienses, entre las estaciones 13' y 15.

$$V_5 = V_{13-15} = \frac{1,607 - 1,379}{0,471 - 0,414} = 4.000 \text{ m/s.}$$

La profundidad de la sal en el barreno, calculada por medio de nuestra fórmula, para $t = 0,140$, medido en la dromocrónica, es

$$h = 0,07 \frac{35}{\sqrt{\left(1 - \frac{35}{67}\right)^2}} = 290 \text{ m.}$$

Como la distancia epicentral correspondiente a la sal es de 959 metros, el coeficiente K resulta igual a 0,29. Es decir, que es tanto mayor cuanto más próxima esté la sal a la superficie del terreno.

Línea VI.—En ella, ha disminuído mucho la potencia de

los yesos. Su dromocrónica nos los presenta entre las estaciones 1 y 4, con la velocidad

$$V_2 = V_{1-4} = \frac{0,700 - 0,200}{0,248 - 0,101} = 3.300 \text{ m/s.}$$

La disminución del valor de la constante obedece a las mismas causas explicadas en la línea anterior, que en ésta influyen aun más, por ser menor la potencia del horizonte.

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE PUENTE LA REINA-OBANOS-TIRAPU)

Línea dromocrónica número 6

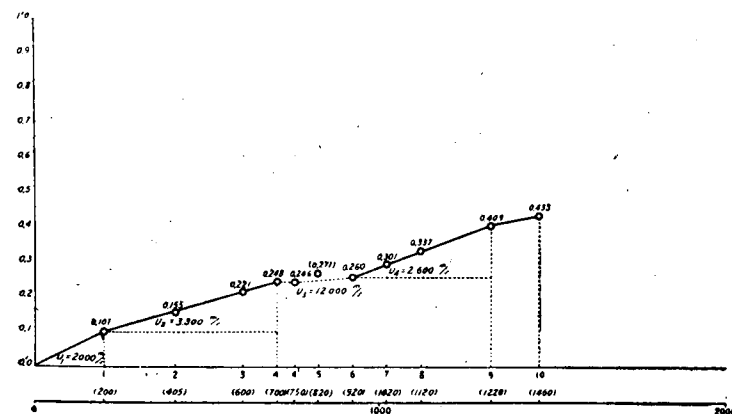


Fig. 13

El horizonte salino se manifiesta por el enorme incremento de velocidad en las estaciones 4-4'-5 y 6.

Entre las dos primeras es igual a infinito, y entre las 4' y 6 es de 12.000 m/s.

$$V_8 = V_{4'-6} = \frac{0,920 - 0,750}{0,260 - 0,246} = 12.000 \text{ m/s.}$$

En la estación 5 hemos observado una gran disminución

de velocidad. En la creencia de que sería debida a un error de apreciación en la medida del sismograma se repitió la observación de campo, con mayor cantidad de dinamita que la empleada primeramente. Se obtuvo exactamente el mismo resultado.

En las proximidades de dicha estación 5, se encuentran las salinas de Tirapu, y no es extraño que haya quedado algún hueco en el subsuelo por disolución de la sal, que ahora está solamente lleno de agua. De esta manera nos explicaríamos el fenómeno observado en la estación mencionada.

Las estaciones restantes corresponden a las margas situadas bajo la sal, de velocidad

$$V_4 = V_{6-9} = \frac{1,320 - 0,920}{0,409 - 0,260} = 2.600 \text{ m/s.}$$

La sal está en el origen de esta línea, a una profundidad de 203 metros, aplicando el valor de $K = 0,29$.

Línea VII.—Hasta la estación 3 influye la superficie exterior del terreno de margas descompuestas, con una velocidad de 2.800 metros por segundo.

Inmediatamente después encontramos un horizonte de calizas, entre las estaciones 3 y 7, caracterizado por la constante

$$V_3 = V_{3-7} = \frac{0,020 - 0,600}{0,322 - 0,234} = 4.800 \text{ m/s.}$$

Estas calizas las hemos encontrado también sobre los yesos en el anticlinal de Tafalla y constituyen los flancos del valle de La Laguna.

A continuación están los yesos, determinados por su velocidad

$$V_4 = V_{7-8} = \frac{1,650 - 1,020}{0,493 - 0,322} = 3.700 \text{ m/s.}$$

En la estación 14 se observa el incremento brusco de velocidad que corresponde al encuentro de la sal, que llega a alcanzar el valor infinito. Entre la 13 y la 15 se aprecia una velocidad excesivamente grande, de 10.000 metros, que nos indica que el rayo sísmico pasa por un horizonte salino de tan pequeño espesor que no se puede obtener su constante característica.

Después aparecen las margas eocenas, primeramente con una velocidad aparente demasiado pequeña, por el

INVESTIGACION SISMICA EN LA CUENCA POTASICA DE NAVARRA (ZONA DE PUENTE LA REINA-OBANOS-TIRAPU)

Línea dromocrónica número 7

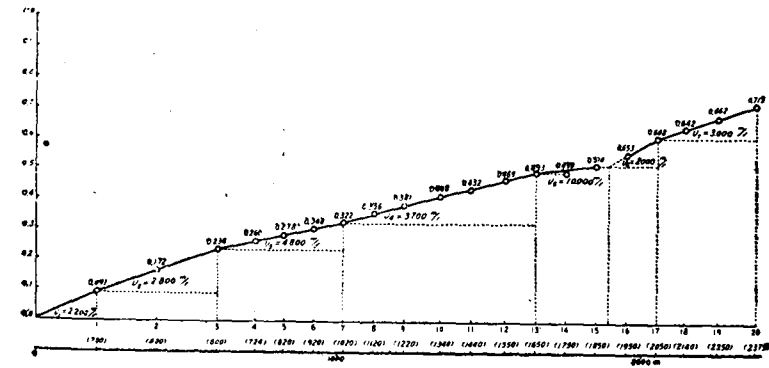


Fig. 14

efecto relativo producido a la salida del rayo sísmico del horizonte salino de gran velocidad y después con la que le corresponde de 3.000 m/s.

El horizonte salino se encuentra ya en el límite oriental de la cuenca, casi en el contacto con el Eoceno y por eso ha disminuído de espesor.

§ 13. **Resumen.**—El estudio geológico y sísmico efectuado nos ha permitido construir los cortes del terreno que se presentan en la lámina IX. En ellos se aprecia con todo detalle la estratigrafía y tectónica del eczema yesoso que ha sido objeto de este estudio.

El corte número 1 corresponde a su límite oriental y el número 5 al occidental. En el primero se aprecia el anticlinal, caído hacia el NE., que le cubre, y en el segundo los dos flancos del que poco después se cierra por completo y le hace desaparecer.

Los cortes intermedios indican el accidente tectónico que ha determinado el eczema. Según se ve en ellos, el flanco NE. del anticlinal se ha hundido, formando una co-bijadura manifiesta en el corte número 2, más disimulada en el 3 y completamente desaparecida en el número 4.

En este último se ha determinado la profundidad del manto salino, que ha resultado perfectamente explotable y que quizá pudiera constituir una gran riqueza, si como es probable se encuentra el lecho de silvinita debajo de los de carnalita y sal común, que constituyen la parte superior del criadero en toda la cuenca potásica.

Este estudio demuestra también que el eczema es el único sitio de esta región de la cuenca donde el manto salino está a una profundidad explotable en condiciones ventajosas. Los valores respectivos de las profundidades se han indicado al final de cada una de las líneas sísmicas estudiadas.

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 1.
Δ 100 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12
Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	7,00	7,00	7,00	7,00	0,946		
Punto 1.....	7,40	7,40	7,40	7,40			
Punto.....							
Componente.....							
Componente.....	10,10	10,20	10,15	2,75	1,378	0,432	0,055
Punto 2.....	14,60	14,70	14,65	7,25			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 2:
Δ 218 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo..... 23 }
Registrador 24 } Constante = 0,1275
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	5,30	5,30	5,30	5,30	0,688		
Punto 1.....	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto.....							
Componente.....							
Componente.....	11,50	11,50	11,50	3,80	1,496	0,808	0,103
Punto 2.....	15,30	15,40	15,35	7,65			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 3.
Δ 340 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16 }
 Amplificador.... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión							
Punto 1							
Punto							
Componente							
Componente							
Punto							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 4.
Δ 437 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12 }
 Amplificador.... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,40	1,30	1,35	1,35	0,186		
Punto 1	7,20	7,30	7,25	7,25			
Punto							
Componente							
Componente	11,00	11,00	11,00	3,75	1,508	1,322	0,167
Punto 2	14,60	14,70	14,65	7,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 5.
Δ 540 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00			
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,85			
Punto							
Componente							
Componente	12,80	12,80	12,80	5,05	1,668	1,668	0,195
Punto 2	15,50	15,40	15,45	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 6.
Δ 638 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
 Registrador 24 } Constante = 0,1275
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,20	1,20	1,20	1,20	0,156		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto							
Componente							
Componente	15,20	15,20	15,20	7,50	1,962	1,806	0,230
Punto 2	15,50	15,50	15,50	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 7.
Δ 770 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,80	4,70	4,75	4,75	0,659		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 2	14,50	14,50	14,50				
Componente							
Componente	19,90	19,90	19,90	5,40	2,740	2,081	0,264
Punto 3	21,80	21,80	21,80	7,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 8.
Δ 870 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,20	3,20	3,20	3,20	0,413		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 2	15,50	15,50	15,50				
Componente							
Componente	22,00	22,00	22,00	6,50	2,838	2,425	0,286
Punto 3	23,30	23,20	23,25	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 9.
Δ 960 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,00	7,00	7,00	7,00	0,913		
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto 3	22,90	22,90	22,90				
Componente							
Componente	24,80	24,90	24,85	1,95	3,256	2,343	0,299
Punto 4	30,50	30,50	30,50	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 10.
Δ 1.070 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,80	6,80	6,80	6,80	0,924		
Punto 1	7,30	7,40	7,35	7,35			
Punto 3	22,00	22,00	22,00				
Componente							
Componente	26,00	26,10	26,05	4,05	3,558	2,634	0,334
Punto 4	29,20	29,30	29,25	7,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 11.
 Δ 1.176 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 14 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,90	6,90	6,90	6,90	0,877		
Punto 1	7,80	7,90	7,85	7,85			
Punto 4	31,00	31,00	31,00				
Componente							
Componente	31,40	31,40	31,40	0,40	4,051	3,174	0,375
Punto 5	38,80	38,80	38,80	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 12.
 Δ 1.279 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
 Registrador 24 } Constante = 0,1275
 Radio 15 }
 Amplificador 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,00	6,00	6,00	6,00			
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70	0,779		
Punto 3	23,10	23,10	23,10				
Componente							
Componente	30,25	30,20	30,22	7,12		3,151	0,402
Punto 4	30,70	30,80	30,75	7,65	3,930		
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 13.
 Δ 1.406 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,20	2,20	2,20	2,20	0,298		
Punto 1	7,30	7,40	7,35	7,35			
Punto 3	22,10	22,20	22,15				
Componente							
Componente	27,80	27,80	27,80	5,75	3,793	3,495	0,443
Punto 4	29,40	29,40	29,40	7,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 14.
 Δ 1.506 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 14 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,20	7,20	7,20	7,20	0,917		
Punto 1	7,80	7,90	7,85	7,85			
Punto 4	31,10	31,10	31,10				
Componente							
Componente	36,90	36,80	36,85	5,75	4,727	3,810	0,450
Punto 5	39,00	39,00	39,00	7,90			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 15. Línea I
 Δ 1.606 m. Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,40	5,50	5,45	5,45	0,702		
Punto 1	7,70	7,80	7,75	7,75			
Punto 4	30,50	30,60	30,55				
Componente				3,65		3,788	0,483
Punto 5	34,20	34,20	34,20	7,45	4,490		
Punto	38,00	38,00	38,00				
Punto							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 16. Línea I
 Δ 1.710 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,70	5,80	5,75	5,75	0,821		
Punto 1	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto 4	28,60	28,60	28,60				
Componente				7,15		4,179	0,530
Punto 5	35,75	35,75	35,75	7,15	5,000		
Punto	35,75	35,75	35,75				
Punto							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 17. Línea I
 Δ 1.817 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 14
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,70	5,80	5,75	5,75	0,736		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 5	39,00	39,00	39,00				
Componente				2,65		5,339	4,603
Punto 6	41,70	41,60	41,65	7,80	5,339		
Punto	46,80	46,80	46,80				0,543
Punto							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 18. Línea I
 Δ 2.017 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,50	5,50	5,50	5,50	0,761		
Punto 1	7,25	7,20	7,22	7,22			
Punto 5	35,80	35,80	35,80				
Componente				3,20		5,444	4,683
Punto 6	39,00	39,00	39,00	7,20	5,444		
Punto	43,00	43,00	43,00				0,594
Punto							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 19. Línea I
 Δ 2.217 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } (Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 14
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,30	7,30	7,30	7,30	0,948		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 6	46,50	46,50	46,50				
Componente							
Componente	49,10	49,00	49,05	2,56	6,323	5,375	0,634
Punto 7	54,40	54,40	54,40	7,90			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 21. Línea I
 Δ 2.465 m. Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,00	4,00	4,00	4,00			
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65	0,522		
Punto 5	38,00	38,00	38,00				
Componente							
Componente	44,00	44,00	44,00	6,00	5,796	5,274	0,672
Punto 6	45,50	45,60	45,55	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 22. Línea I
 Δ 2.620 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,20	2,20	2,20	2,20			
Punto 1	7,40	7,40	7,40	7,40	0,297		
Punto 6	43,90	44,00	43,95				
Componente							
Componente	44,20	44,40	44,30	0,35	6,048	5,751	0,729
Punto 7	51,30	51,20	51,25	7,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 23. Línea I
 Δ 2.740 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,20	1,20	1,20	1,20	0,154		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 6	46,50	46,50	46,50				
Componente							
Componente	52,10	52,10	52,10	5,60	6,727	6,573	0,776
Punto 7	54,20	54,20	54,20	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 1.

Línea II

Δ 126 m.

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15 }
 Amplificador 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,70	3,70	3,70	3,70	0,493		
Punto							
Punto							
Componente	6,70	6,75	6,72	6,72	0,895	0,402	0,051
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 2.

Línea II

Δ 246 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 14 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,50	7,40	7,45	7,45	0,956		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto							
Componente	13,30	13,25	13,27	5,47	1,692	0,736	0,087
Punto 2	15,70	15,70	15,70	7,90			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 3.

Línea II

Δ 370 m.

Observador: Cantos

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,40	3,50	3,45	3,45	0,479		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto							
Componente	11,50	11,60	11,55	4,35	1,608	1,129	0,143
Punto 2	14,30	14,40	14,35	7,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 4.

Línea II

Δ 485 m.

Observador: Orti

Sismógrafo 24 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,90	4,80	4,85	4,85	0,630		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 2	15,50	15,50	15,50				
Componente	17,00	17,00	17,00	1,50	2,194	1,564	0,199
Punto 3	23,30	23,20	23,25	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 4. (Repetida).

Δ 485 m.

Línea II

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,70	1,70	1,70	1,70	0,227		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto							
Componente							
Componente	12,20	12,30	12,25	4,75	1,643	1,416	0,181
Punto 2	14,80	15,00	14,90	7,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 5.

Δ 590 m.

Línea II

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 14
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,10	2,00	2,05	2,05	0,266		
Punto 1	7,80	7,60	7,70	7,70			
Punto							
Componente							
Componente	15,30	15,10	15,20	7,50	1,956	1,690	0,199
Punto 2	15,60	15,50	15,55	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 6.

Δ 777 m.

Línea II

Observador: Cantos

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,70	6,75	6,72	6,72	0,896		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 2	14,80	14,80	14,80				
Componente							
Componente	21,30	21,25	21,27	6,47	2,890	1,994	0,253
Punto 3	22,10	22,00	22,05	7,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 7.

Δ 817 m.

Línea II

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,40	7,40	7,40	7,40	0,967		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 3	23,10	23,00	23,05				
Componente							
Componente	25,20	25,10	25,15	2,10	3,266	2,299	0,271
Punto 4	31,00	30,90	30,95	7,90			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 8. Línea II
 Δ 917 m. Observador: Targhötta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,00	2,00	2,00	2,00	0,227		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 2	14,30	14,40	14,35				
Componente							
Componente	19,50	19,60	19,55	5,20	2,722	2,445	0,310
Punto 3	21,60	21,60	21,55	7,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 9. Línea II
 Δ 1.017 m. Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,30	5,40	5,35	5,35	0,708		
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto 3	23,00	22,90	22,95				
Componente							
Componente	24,60	24,70	24,65	1,70	3,222	2,514	0,321
Punto 4	30,60	30,60	30,60	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 10. Línea II
 Δ 1.117 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1150
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,00	3,00	3,00	3,00	0,387		
Punto 1	7,70	7,80	7,75	7,75			
Punto 3	23,20	23,40	23,30				
Componente							
Componente	26,30	26,50	26,40	3,10	3,400	3,013	0,356
Punto 4	31,00	31,10	31,05	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 11. Línea II
 Δ 1.217 m. Observador: Targhötta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50	0,347		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 3	21,70	21,70	21,70				
Componente							
Componente	24,50	24,60	24,55	2,85	3,398	3,051	0,387
Punto 4	28,80	28,90	28,85	7,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 12. Línea II
 Δ 1.317 m. Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,852		
Explosión	6,10	6,10	6,10	6,10			
Punto 1	7,20	7,10	7,15	7,15			
Punto 4	29,80	29,75	29,77				
Componente				1,23	4,164	3,312	0,422
Punto 5	31,00	31,00	31,00	7,48			
Punto	37,20	37,30	37,25				
Punto							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 13. Línea II
 Δ 1.417 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador.... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,000		
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00			
Punto 1	7,60	7,30	7,45				
Punto 3	22,80	22,70	22,75				
Componente				5,25	3,677	3,677	0,434
Punto 4	28,00	28,00	28,00	7,75			
Punto	30,50	30,50	30,50				
Punto							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 14. Línea II
 Δ 1.537 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,767		
Explosión	5,40	5,50	5,45	5,45			
Punto 1	7,10	7,10	7,10	7,10			
Punto 4	28,60	28,60	28,60				
Componente				3,25	4,451	3,684	0,467
Punto 5	31,80	31,90	31,85	7,20			
Punto	35,80	35,80	35,80				
Punto							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 16. Línea II
 Δ 1.857 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,667		
Explosión	5,10	5,10	5,10	5,10			
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 5	38,50	38,50	38,50				
Componente				0,60	5,078	4,411	0,520
Punto 6	39,10	39,10	39,10	7,70			
Punto	46,20	46,20	46,20				
Punto							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 17.
Δ 2.017 m.

Línea II

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,80	2,90	2,85	2,85	0,368		
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto 4	30,60	30,50	30,55				
Componente							
Componente	36,30	36,40	36,35	5,80	4,748	4,380	0,558
Punto 5	38,30	38,30	38,30	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 15.
Δ 1.697 m.

Línea II

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26 .

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,10	3,20	3,15	3,15	0,450		
Punto 1	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto 4	28,20	28,20	28,20				
Componente							
Componente	30,00	30,10	30,05	1,85	4,262	3,812	0,483
Punto 5	35,20	35,30	35,25	7,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 18.
Δ 2.160 m.

Línea II

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,40	1,40	1,40	1,40	0,186		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 4	30,70	30,70	30,70				
Componente							
Componente	33,80	33,80	33,80	3,10	4,403	4,217	0,538
Punto 5	38,40	38,40	38,40	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 19.
Δ 2.320 m.

Línea II

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	8,10	8,00	8,05	8,05			
Punto 5	39,40	39,20	39,30				
Componente							
Componente	41,80	41,70	41,75	2,45	5,312	5,312	0,627
Punto 6	47,20	47,10	47,15	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 1.

Δ 200 m.

Línea III

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen	3,80	3,80	3,80	3,80	0,490		
Explosión	7,70	7,80	7,75	7,75			
Punto 1							
Punto 2							
Componente	8,20	8,20	8,20	0,45	1,056	0,566	0,072
Punto 2	15,80	15,70	15,75	8,00			
Punto 3							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 2.

Δ 400 m.

Línea III

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen	7,40	7,40	7,40	7,40	0,961		
Explosión	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 1							
Punto 2	15,50	15,40	15,45				
Componente	16,40	16,40	16,40	0,95	2,125	1,164	0,137
Punto 3	23,10	23,00	23,05	7,60			
Punto 4							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 3.

Δ 620 m.

Línea III

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,00	4,00	4,00	4,00	0,540		
Punto 1	7,40	7,40	7,40	7,40			
Punto 2	14,70	14,80	14,75				
Componente							
Componente	15,70	15,80	15,75	1,00	2,136	1,596	0,202
Punto 3	22,10	22,10	22,10	7,35			
Punto 4							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 4.

Δ 800 m.

Línea III

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,10	4,10	4,10	4,10	0,563		
Punto 1	7,30	7,25	7,27	7,27			
Punto 2	14,50	14,50	14,50				
Componente							
Componente	19,10	19,10	19,10	4,60	2,627	2,064	0,262
Punto 3	21,90	21,80	21,85	7,35			
Punto 4							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 5.
Δ 947 m.

Línea III

Observador: Pastor

Sismógrafo	25	} Constante = 0,1180
Registrador	13	
Radio	16	
Amplificador ...	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	7,00	7,00	7,00	7,00	0,915		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 3	23,30	23,20	23,25				
Componente							
Componente	26,60	26,70	26,65	3,40	3,433	2,518	0,297
Punto 4	31,10	31,10	31,10	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 6.
Δ 1.110 m.

Línea III

Observador: Orti

Sismógrafo	23	} Constante = 0,1275
Registrador	24	
Radio	15	
Amplificador	15	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,80	2,80	2,80	2,80	0,362		
Punto 1	7,70	7,75	7,72	7,72			
Punto 2	15,40	15,30	15,35				
Componente							
Componente	22,80	22,80	22,80	7,45	2,920	2,558	0,325
Punto 3	23,50	23,40	23,45	8,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 7.
Δ 1.210 m.

Línea III

Observador: Targhetta

Sismógrafo	27	} Constante = 0,1268
Registrador	27	
Radio	12	
Amplificador ...	26	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,70	5,80	5,75	5,75	0,823		
Punto 1	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto 3	21,20	21,20	21,20				
Componente							
Componente	26,70	26,70	26,70	5,50	3,785	2,962	0,376
Punto 4	28,20	28,20	28,20	7,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 8.
Δ 1.310 m.

Línea III

Observador: Pastor

Sismógrafo	25	} Constante = 0,1180
Registrador	13	
Radio	16	
Amplificador ...	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,60	4,65	4,65	0,588		
Punto 1	7,90	7,90	7,90	7,90			
Punto 3	23,40	23,30	23,35				
Componente							
Componente	29,70	29,60	29,65	6,30	3,803	3,215	0,379
Punto 4	31,20	31,20	31,20	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 9.
Δ 1.410 m.

Línea III

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,30	6,30	6,30	6,30	0,817		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 3	22,90	22,90	22,90				
Componente				7,65	4,000	3,183	0,406
Componente	30,60	30,50	30,55	7,65			
Punto 4	30,60	30,50	30,55				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 10.
Δ 1.510 m.

Línea III

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,40	0,50	0,45	0,45	0,064		
Punto 1	7,00	7,10	7,05	7,05			
Punto 3	21,30	21,40	21,35				
Componente				3,20	3,450	3,386	0,429
Componente	24,50	24,60	24,55	7,10			
Punto 4	28,40	28,50	28,45				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 11.
Δ 1.610 m.

Línea III

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,50	2,60	2,55	2,55	0,332		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 4	30,70	30,70	30,70				
Componente				1,40	4,180	3,848	0,454
Componente	32,10	32,10	32,10	7,80			
Punto 5	38,50	38,50	38,50				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 12.
Δ 1.760 m.

Línea III

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,30	3,20	3,25	3,25	0,425		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 4	30,00	30,00	30,00				
Componente				2,40	4,316	3,891	0,496
Componente	32,40	32,40	32,40	7,60			
Punto 5	37,60	37,60	37,60				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 13.

Línea III

Δ 1.910 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,70	1,70	1,70	1,70	0,243		
Punto 1	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto 4	28,30	28,30	28,30				
Componente	31,70	31,70	31,70	3,40	4,486	4,243	0,538
Punto 5	35,30	35,30	35,30	7,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 14.

Línea III

Δ 2.065 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,50	6,50	6,50	6,50	0,850		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 5	38,20	38,00	38,10				
Componente	43,10	43,00	43,05	4,95	5,647	4,797	0,566
Punto 6	45,80	45,70	45,75	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 15.

Línea III

Δ 2.215 m.

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,30	0,30	0,30	0,30	0,040		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 4	30,40	30,50	30,45				
Componente	34,10	34,10	34,10	3,65	4,482	4,442	0,566
Punto 5	38,00	38,00	38,00	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 16.

Línea III

Δ 2.415 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,00	6,00	6,00	6,00	0,833		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 5	36,10	36,10	36,10				
Componente	42,50	42,60	42,55	6,45	5,890	5,057	0,641
Punto 6	43,30	43,40	43,35	7,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 17.
Δ 2.615 m.

Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
Registrador 13 }
Radio 16 }
Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 5	38,90	38,90	38,90				
Componente							
Componente	44,00	44,00	44,00	5,10	5,653	5,653	0,667
Punto 6	46,70	46,70	46,70	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 18.
Δ 2.850 m.

Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
Registrador 24 }
Radio 15 }
Amplificador 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,60	4,70	4,65	4,65	0,624		
Punto 1	7,40	7,50	7,45	7,45			
Punto 6	45,40	45,50	45,45				
Componente							
Componente	47,80	47,80	47,80	2,35	6,305	5,681	0,724
Punto 7	53,20	53,10	53,15	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 1.
Δ 760 m.

Línea IV
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
Registrador 27 }
Radio 12 }
Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,50	5,50	5,50	5,50	0,763		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 2	14,30	14,30	14,30				
Componente							
Componente	18,00	18,10	18,05	3,75	2,524	1,761	0,223
Punto 3	21,40	21,50	21,45	7,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 2.
Δ 870 m.

Línea IV
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
Registrador 13 }
Radio 16 }
Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,70	5,70	5,70	5,70	0,740		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 2	15,50	15,50	15,50				
Componente							
Componente	22,00	22,00	22,00	6,50	2,838	2,098	0,247
Punto 3	23,20	23,30	23,25	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 3.
Δ 980 m.Línea IV
Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen				6,00	0,800		
Explosión	6,00	6,00	6,00	7,50			
Punto 1	7,50	7,50	7,50				
Punto 2	15,20	15,20	15,20				
Componente				6,30	2,823	2,023	0,258
Componente	21,50	21,50	21,50	7,65			
Punto 3	22,80	22,90	22,85				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 4.
Δ 1.080 m.Línea IV
Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen				0,80	0,104		
Explosión	0,80	0,80	0,80	7,70			
Punto 1	7,70	7,70	7,70				
Punto 2	15,30	15,30	15,30				
Componente				2,90	2,387	2,283	0,291
Componente	18,20	18,20	18,20	7,50			
Punto 3	22,80	22,80	22,80				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 5.
Δ 1.177 m.Línea IV
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,20	6,20	6,20	6,20	0,805		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 3	23,10	23,20	23,15				
Componente				3,40	3,447	2,642	0,312
Componente	26,50	26,60	26,55	7,60			
Punto 4	30,70	30,80	30,75				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Puente la Reina*Posición 6.
Δ 1.280 m.Línea IV.
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,50	5,50	5,50	5,50	0,763		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 3	21,50	21,50	21,50				
Componente				3,40	3,472	2,709	0,344
Componente	24,80	25,00	24,90	7,20			
Punto 4	28,70	28,70	28,70				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 7. Línea IV
 Δ 1.350 m. Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
 Registrador 24 } Constante = 0,1275
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen	0,20	0,20	0,20	0,20	0,026		
Explosión	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto 1	15,20	15,20	15,20				
Componente	21,60	21,50	21,55	6,35	2,840	2,814	0,359
Punto 3	22,80	22,70	22,75	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 8. Línea IV
 Δ 1.476 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen	4,60	4,60	4,60	4,60	0,597		
Explosión	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 1	23,20	23,30	23,25				
Componente	30,00	29,90	29,95	6,70	3,863	3,266	0,385
Punto 4	31,00	31,00	31,00	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 9. Línea IV
 Δ 1.640 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,20	5,20	5,20	5,20	0,722		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 4	28,70	28,70	28,70				
Componente	29,60	29,70	29,65	0,95	4,131	3,409	0,432
Punto 5	36,00	35,90	35,95	7,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 10. Línea IV
 Δ 1.779 m. Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
 Registrador 24 } Constante = 0,1275
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,60	0,50	0,55	0,55	0,072		
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto 3	23,10	23,10	23,10				
Componente	28,80	28,80	28,80	5,70	3,725	3,653	0,466
Punto 4	30,90	31,00	30,95	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 11.
Δ 1.910 m.

Línea IV
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16 }
Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,00	6,00	6,00	6,00	0,770		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 5	38,70	38,70	38,70				
Componente							
Componente	39,10	39,10	39,10	6,40			
Punto 6	46,50	46,40	46,45	7,75	5,051	4,281	0,505
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 12.
Δ 2.040 m.

Línea IV
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12 }
Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,00	7,00	7,00	7,00	0,972		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 5	36,20	36,20	36,20				
Componente							
Componente	38,10	38,10	38,10	1,90	5,260	4,288	0,544
Punto 6	43,50	43,50	43,50	7,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 12'.
Δ 2.099 m.

Línea IV
Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
Registrador 15 } Constante = 0,1240
Radio 15 }
Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,60	4,50	4,55	4,55	0,565		
Punto 1	8,10	8,00	8,05	8,05			
Punto 5	40,70	40,60	40,65				
Componente							
Componente	41,10	41,00	41,05	0,40	5,050	4,485	0,556
Punto 6	48,70	48,60	48,65	8,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 13.
Δ 2.220 m.

Línea IV
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16 }
Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,70	6,60	6,65	6,65	0,863		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 5	38,75	38,75	38,75				
Componente							
Componente	43,30	43,30	43,30	7,20	5,580	4,717	0,557
Punto 6	46,60	46,60	46,60	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 13'.

Línea IV

Δ 2.270 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen				5,55	0,716		
Explosión	5,50	5,60	5,55	7,75			
Punto 1	7,80	7,70	7,75				
Punto 5	38,60	38,70	38,65				
Componente				4,85	5,621	4,905	0,579
Componente	43,50	43,50	43,50	7,80			
Punto 6	46,40	46,50	46,45				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 14.

Línea IV

Δ 2.380 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen				2,80	0,380		
Explosión	2,80	2,80	2,80	7,35			
Punto 1	7,30	7,40	7,35				
Punto 5	36,50	36,50	36,50				
Componente				1,80	5,245	4,865	0,617
Componente	38,30	38,30	38,30	7,35			
Punto 6	43,80	43,90	43,85				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 14. (Repetida).

Línea IV

Δ 2.380 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,50	6,50	6,50	6,50	0,833		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 6	46,70	46,60	46,65				
Componente				0,20	6,025	5,192	0,612
Componente	46,90	46,80	46,85	7,85			
Punto 7	54,50	54,50	54,50				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 15. (Repetida).

Línea IV

Δ 2.480 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador .. 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,20	7,20	7,20	7,20	0,973		
Punto 1	7,40	7,40	7,40	7,40			
Punto 6	43,80	43,90	43,85				
Componente				0,20	6,027	5,054	0,641
Componente	44,10	44,00	44,05	7,35			
Punto 7	51,20	51,20	51,20				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Puente la Reina

Posición 16.
Δ 2.580 m.

Línea IV
Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
Registrador 15 } Constante = 0,1240
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,80	2,80	2,80	2,80	0,345		
Punto 1	8,10	8,10	8,10	8,10			
Punto 5	40,40	40,40	40,40				
Componente							
Componente	45,40	45,30	45,35	4,95	5,630	5,285	0,655
Punto 6	48,20	48,30	48,25	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 1.
Δ 100 m.

Línea V
Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
Registrador 24 } Constante = 0,1275
Radio 15
Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,40	1,40	1,40	1,40	0,183		
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto							
Componente							
Componente	3,90	3,90	3,90	3,90	0,510	0,327	0,042
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 2.
Δ 200 m.

Línea V
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16
Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,20	2,20	2,20	2,20			
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65	0,287		
Punto							
Componente							
Componente	7,00	7,10	7,05	7,05	0,920	0,633	0,075
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 3.
Δ 300 m.

Línea V
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12
Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,65	6,80	6,72	6,72			
Punto 1	7,00	7,00	7,00	7,00	0,961		
Punto							
Componente							
Componente	12,50	12,50	12,50	5,50	1,771	0,810	0,103
Punto 2	14,05	14,20	14,12	7,12			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 4.

Δ 424 m.

Línea V

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,70	6,70	6,70	6,70	0,964		
Punto 1	7,00	6,90	6,95	6,95			
Punto 2	13,90	13,80	13,85				
Componente				0,35	2,050	1,086	0,138
Punto 3	14,20	14,20	14,20	6,92			
Punto	20,80	20,75	20,77				
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 5.

Δ 537 m.

Línea V

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,40	6,50	6,45	6,45	0,853		
Punto 1	7,50	7,60	7,55	7,55			
Punto 2	15,10	15,20	15,15				
Componente				1,80	2,235	1,382	0,163
Punto 3	16,90	17,00	16,95	7,65			
Punto	22,80	22,80	22,80				
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 6.

Δ 659 m.

Línea V

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,80	4,80	4,80	4,80	0,616		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 2	15,40	15,50	15,45				
Componente				1,60	2,208	1,592	0,203
Punto 3	17,00	17,10	17,05	7,70			
Punto	23,10	23,20	23,15				
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 7.

Δ 759 m.

Línea V

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,70	5,70	5,70	5,70	0,832		
Punto 1	6,90	6,80	6,85	6,85			
Punto 2	13,55	13,50	13,52				
Componente				4,23	2,619	1,787	0,227
Punto 3	17,80	17,70	17,75	6,83			
Punto	20,40	20,30	20,35				
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 8. Línea V
 Δ 859 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,50	7,40	7,45	7,45			
Punto 1	7,60	7,60	7,60	7,60	0,980		
Punto 3	22,80	22,60	22,70				
Componente							
Componente	24,00	23,90	23,95	1,25	3,164	2,184	0,258
Punto 4	30,40	30,20	30,30	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 9. Línea V
 Δ 959 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,40	4,40	4,40	4,40	0,657		
Punto 1	6,70	6,70	6,70	6,70			
Punto 2	13,60	13,50	13,55				
Componente							
Componente	19,70	19,70	19,70	6,15	2,920	2,263	0,287
Punto 3	20,30	20,20	20,25	6,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 10. Línea V
 Δ 1.059 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,90	4,90	4,90	4,90			
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65	0,040		
Punto 3	23,00	23,00	23,00				
Componente							
Componente	24,40	24,20	24,30	1,30	3,170	2,530	0,298
Punto 4	30,70	30,60	30,65	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 11. Línea V
 Δ 1.159 m. Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
 Registrador 24 } Constante = 0,1275
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70	0,909		
Punto 3	23,10	23,10	23,10				
Componente							
Componente	26,20	26,20	26,20	3,10	3,398	2,489	0,317
Punto 4	30,90	30,90	30,90	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 12.
Δ 1.279 m.

Línea V

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,000		
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00			
Punto 1	6,50	6,50	6,50	6,50			
Punto 2	13,20	13,20	13,20				
Componente				6,50	2,985	2,985	0,378
Componente	19,70	19,70	19,70				
Punto 3	19,80	19,80	19,80	6,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 13.
Δ 1.379 m.

Línea V

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,695		
Explosión	5,40	5,30	5,35	5,35			
Punto 1	7,60	7,70	7,70	7,70			
Punto 4	30,50	30,50	30,50				
Componente				1,55	4,203	3,508	0,414
Componente	32,10	32,00	32,05				
Punto 5	38,10	38,20	38,15	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos.

Posición 14.
Δ 1.500 m.

Línea V

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24 }
 Radio 15
 Amplificador .. 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,818		
Explosión	6,30	6,30	6,30	6,30			
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 4	31,00	31,00	31,00				
Componente				2,25	4,288	3,470	0,442
Componente	33,20	33,30	33,25				
Punto 5	38,80	38,80	38,80	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 15.
Δ 1.607 m.

Línea V

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,444		
Explosión	3,40	3,40	3,40	3,40			
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto 4	30,60	30,70	30,65				
Componente				3,35	4,437	3,993	0,471
Componente	34,00	34,00	34,00				
Punto 5	38,30	38,30	38,30	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 1.
Δ 200 m.Línea VI
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,20	3,20	3,20	3,20	0,418		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto							
Componente							
Componente	9,80	9,75	9,77	2,12	1,278	0,860	0,101
Punto 2	15,30	15,25	15,27	7,62			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 2.
Δ 405 m.Línea VI
Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
 Registrador 24 } Constante = 0,1275
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,70	0,75	0,72	0,72	0,094		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto							
Componente							
Componente	10,20	10,20	10,20	2,50	1,322	1,228	0,155
Punto 2	15,50	15,40	15,45	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 3.
Δ 600 m.Línea VI
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,70	1,70	1,70	1,70	0,256		
Punto 1	6,70	6,60	6,65	6,65			
Punto							
Componente							
Componente	13,30	13,30	13,30	6,65	2,000	1,744	0,221
Punto 2	13,30	13,30	13,30	6,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 4.
Δ 700 m.Línea VI
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,30	4,30	4,30	4,30	0,573		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 2	15,20	15,20	15,20				
Componente							
Componente	20,40	20,40	20,40	5,20	2,675	2,102	0,248
Punto 3	22,90	22,90	22,90	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 4'. Línea VI-
 Δ 750 m. Observador: Orti

Sismógrafo..... 23 } Constante = 0,1275
 Registrador..... 24 }
 Radio..... 15
 Amplificador... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,50	6,50	6,50	6,50	0,867		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 2	14,90	15,00	14,95				
Componente				5,85	2,797	1,930	0,246
Punto 3	22,30	22,30	22,30	7,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 5. Línea VI
 Δ 820 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
 Registrador..... 27 }
 Radio..... 12
 Amplificador... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,60	6,60	6,60	6,60	0,985		
Punto 1	6,70	6,70	6,70	6,70			
Punto 3	20,00	20,00	20,00				
Componente				0,80	3,120	2,135	0,271
Punto 4	26,70	26,70	26,70	6,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 6. Línea VI
 Δ 920 m. Observador: Orti

Sismógrafo..... 23 } Constante = 0,1275
 Registrador..... 24 }
 Radio..... 15
 Amplificador... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,20	2,20	2,20	2,20	0,291		
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto 2	15,20	15,25	15,22				
Componente				2,50	2,332	2,041	0,260
Punto 3	17,70	17,75	17,72	2,50			
Punto	22,70	22,80	22,75	7,53			
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 7. Línea VI
 Δ 1.020 m. Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16
 Amplificador.... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,80	6,70	6,75	6,75	0,883		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 3	22,90	22,90	22,90				
Componente				3,35	3,430	2,547	0,301
Punto 4	26,20	26,30	26,25	3,35			
Punto	30,70	30,70	30,70	7,80			
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 8. Línea VI -
 Δ 1.120 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,00	4,00	4,00	4,00	0,590		
Punto 1	6,80	6,75	6,77	6,77			
Punto 3	20,10	20,10	20,10				
Componente							
Componente	21,70	21,75	21,72	1,62	3,245	2,655	0,337
Punto 4	26,70	26,75	26,72	6,62			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 9. Línea VI
 Δ 1.320 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,20	6,10	6,15	6,15	0,800		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 4	30,60	30,60	30,60				
Componente							
Componente	32,70	32,60	32,65	2,05	4,270	3,470	0,409
Punto 5	38,20	38,20	48,20	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 10. Línea VI
 Δ 1.460 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,50	4,40	4,45	4,45	0,655		
Punto 1	6,80	6,80	6,80	6,80			
Punto 4	27,20	27,20	27,20				
Componente							
Componente	27,70	27,60	27,65	0,45	4,067	3,412	0,433
Punto 5	33,90	34,00	33,95	6,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 1. Línea VII
 Δ 200 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,20	1,20	1,20	1,20	0,179		
Punto 1	6,70	6,70	6,70	6,70			
Punto							
Componente							
Componente	6,00	6,00	6,00	6,00	0,895	0,716	0,091
Punto 1	6,70	6,70	6,70	6,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos-Tirapu

Posición 2. Línea VII
 Δ 400 m. Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de divisor	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,194		
Explosión	1,50	1,50	1,50	1,50			
Punto 1	7,70	7,80	7,75	7,75			
Punto							
Componente				5,10	1,650	1,456	0,172
Componente	12,90	12,80	12,85				
Punto 2	15,60	15,60	15,60	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 3. Línea VII
 Δ 600 m. Observador: Orti

Sismógrafo..... 23 } Constante = 0,1275
 Registrador 24
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de divisor	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,027		
Explosión	0,20	0,20	0,20	0,20			
Punto 1	7,30	7,40	7,35	7,35			
Punto							
Componente				6,70	1,864	1,837	0,234
Componente	14,00	14,10	14,05				
Punto 2	15,10	15,10	15,10	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 4. Línea VII
 Δ 724 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,846		
Explosión	5,50	5,50	5,50	5,50			
Punto 1	6,50	6,50	6,50	6,50			
Punto 2	13,10	13,00	13,05				
Componente				5,75	2,893	2,047	0,260
Componente	18,80	18,80	18,80				
Punto 3	19,50	19,50	19,50	6,45			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 5. Línea VII
 Δ 820 m. Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,104		
Explosión	0,80	0,80	0,80	0,80			
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 2	15,30	15,30	15,30				
Componente				3,55	2,473	2,369	0,278
Componente	18,90	18,80	18,85				
Punto 3	22,80	22,80	22,80	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 6.
Δ 920 m.

Línea VII

Observador: Orti

Sismógrafo..... 23 } Constante = 0,1275
 Registrador..... 24 }
 Radio..... 15
 Amplificador... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....					0,941		
Explosión.....	7,20	7,10	7,15	7,15			
Punto 1.....	7,60	7,60	7,60	7,60			
Punto 3.....	22,50	22,50	22,50				
Componente.....							
Componente.....	25,20	25,20	25,20	2,70	3,360	2,419	0,308
Punto 4.....	30,00	30,00	30,00	7,50			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 7.
Δ 1.020 m.

Línea VII

Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
 Registrador..... 27 }
 Radio..... 12
 Amplificador... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....					0,897		
Explosión.....	6,40	6,50	6,45	6,45			
Punto 1.....	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 3.....	21,20	21,30	21,25				
Componente.....							
Componente.....	24,30	24,40	24,35	3,10	3,437	2,540	0,322
Punto 4.....	28,30	28,40	28,35	7,10			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 8.
Δ 1.120 m.

Línea VII

Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16
 Amplificador... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	1,80	1,90	1,85	1,85	0,240		
Punto 1.....	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 3.....	23,30	23,30	23,30				
Componente.....							
Componente.....	25,30	25,40	25,35	2,05	3,260	3,020	0,356
Punto 4.....	31,20	31,20	31,20	7,90			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 9.
Δ 1.220 m.

Línea VII

Observador: Orti

Sismógrafo..... 23 } Constante = 0,1275
 Registrador..... 24 }
 Radio..... 15
 Amplificador... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	0,80	0,80	0,80	0,80	0,107		
Punto 1.....	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 3.....	22,40	22,50	22,45				
Componente.....							
Componente.....	23,10	23,20	23,15	0,70	3,094	2,987	0,381
Punto 4.....	29,90	29,90	29,90	7,45			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 10.
Δ 1.340 m.

Línea VII

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,10	0,10	0,10	0,10	0,014		
Punto 1	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto 3	21,20	21,20	21,20				
Componente							
Componente	22,80	22,90	22,85	1,65	3,234	3,220	0,408
Punto 4	28,20	28,30	28,25	7,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 11.
Δ 1.440 m.

Línea VII

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,50	0,50	0,50	0,50	0,064		
Punto 1	7,80	7,75	7,77	7,77			
Punto 3	23,40	23,40	23,40				
Componente							
Componente	29,00	29,00	29,00	5,60	3,727	3,663	0,432
Punto 4	31,10	31,10	31,10	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 12.
Δ 1.550 m.

Línea VII

Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
 Registrador 24 } Constante = 0,1275
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,40	4,40	4,40	4,40	0,595		
Punto 1	7,40	7,40	7,40	7,40			
Punto 4	29,60	29,50	29,55				
Componente							
Componente	31,60	31,60	31,60	2,05	4,272	3,677	0,469
Punto 5	37,10	37,10	37,10	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Obanos*Posición 13.
Δ 1.650 m.

Línea VII

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,40	4,40	4,40	4,40	0,657		
Punto 1	6,70	6,70	6,70	6,70			
Punto 4	27,50	27,50	27,50				
Componente							
Componente	31,30	31,20	31,25	3,75	4,544	3,887	0,493
Punto 5	34,40	34,40	34,40	6,90			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tirapu-Obanos

Posición 14.
Δ 1.750 m.

Línea VII
Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
Registrador 24 } Constante = 0,1275
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00			
Punto 1	22,80	22,80	22,80				
Punto 3							
Componente	29,40	29,30	29,35	6,55	3,852	3,852	0,490
Componente	30,50	30,50	30,50	7,70			
Punto 4							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 15.
Δ 1.850 m.

Línea VII
Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
Registrador 24 } Constante = 0,1275
Radio 15
Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,80	2,00	1,90	1,90	5,247		
Punto 1	7,60	7,80	7,70	7,70			
Punto 4	29,50	29,60	29,55				
Componente	31,60	31,70	31,65	2,10	4,277	4,030	0,514
Componente	37,10	37,20	37,15	7,60			
Punto 5							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tirapu-Obanos

Posición 16.
Δ 1.950 m.

Línea VII
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12
Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,60	7,70	7,65	7,65	0,987		
Punto 1	7,70	7,80	7,75	7,75			
Punto 5	38,70	38,60	38,65				
Componente	41,30	41,30	41,30	2,65	5,347	4,360	0,553
Componente	46,20	46,40	46,30	7,65			
Punto 6							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos

Posición 17.
Δ 2.050 m.

Línea VII
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16
Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,60	5,60	5,60	5,60	0,738		
Punto 1	7,60	7,60	7,60	7,60			
Punto 5	38,00	38,20	38,10				
Componente	44,80	45,00	44,90	6,80	5,894	5,156	0,608
Componente	45,70	45,70	45,70	7,60			
Punto 6							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos-Tirapu

Posición 18.

Línea VII

Δ 2.140 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
 Registrador..... 27 }
 Radio..... 12
 Amplificador.... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,00	4,00	4,00	4,00	0,530		
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto 5	36,90	36,90	36,90				
Componente.....							
Componente	41,10	41,10	41,10	4,20	5,594	5,064	0,642
Punto 6	43,90	44,00	43,95	7,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos-Tirapu

Posición 19.

Línea VII

Δ 2.250 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16
 Amplificador.... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50	0,327		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 5	38,30	38,30	38,30				
Componente.....							
Componente	45,50	45,50	45,50	7,20	5,934	5,607	0,662
Punto 6	46,00	46,00	46,00	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Obanos-Tirapu

Posición 20.

Línea VII

Δ 2.375 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
 Registrador..... 27 }
 Radio..... 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,20	6,20	6,20	6,20	0,873		
Punto 1	7,10	7,10	7,10	7,10			
Punto 6	42,20	42,20	42,20				
Componente.....							
Componente	45,70	45,70	45,70	3,50	6,515	5,642	0,715
Punto 7	49,00	49,00	49,00	6,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

INVESTIGACION
DE LA
CUENCA POTASICA DE HUESCA

CAPITULO IV

INVESTIGACION SISMICA EN TAMARITE DE LITERA

§ 14. **Prólogo.**—La cuenca potásica que ya hemos estudiado en las provincias de Barcelona y Lérida, se extiende por la de Huesca. El anticlinal, formado por los yesos oligocenos en Bellmunt, continúa por Tamarite de Litera y Barbastro, en la provincia últimamente citada. Estas dos localidades están, por consiguiente, muy indicadas para efectuar en ellas una investigación sísmica que nos determine la profundidad y potencia del manto salino.

La investigación sísmica no nos podrá decir si la sal descubierta por ella es sódica o potásica, por lo que después de terminada ésta será preciso efectuar un sondeo que aclare esta particularidad. Su profundidad será conocida de antemano, y, por lo tanto, su costo aproximado de ejecución.

Si, por desgracia, las indicaciones obtenidas sísmicamente probasen que el horizonte de sal tenía poca potencia, o que estaba demasiado profundo para que su explo-

tación fuese económica, podría prescindirse de la perforación del sondeo.

El trabajo sísmico nos dirá también cuál es el lugar conveniente para el emplazamiento del sondeo.

§ 15. Reseña geográfica y geológica.

RESEÑA GEOGRÁFICA.—La zona de estudio está situada entre Tamarite de Litera y Alcámpel, en la provincia de Huesca (véase la lámina X). Está formada por una vega o tierra llana, que cruza la carretera de Binefar en el kilómetro 13 y coincide con el eje del anticlinal yesoso, completamente denudado en este lugar. Esta afortunada circunstancia nos permite efectuar el trabajo de las líneas sísmicas con facilidad y sin estar expuestos a errores debidos a los accidentes topográficos.

RESEÑA GEOLÓGICA.—La constitución geológica es análoga a la de toda la cuenca potásica que se extiende desde Cataluña hasta Navarra. Sus rocas esenciales son: el yeso, las margas y las areniscas, con las variaciones que corresponden al predominio de alguno de sus elementos sobre los demás.

Las tierras de labor están formadas por una capa de detritus margo-yesosos, procedentes de la descomposición *in situ* o con un arrastre muy pequeño de las rocas citadas.

En el terreno firme, las rocas conservan su orden natural de colocación. Los yesos constituyen el horizonte geológico más profundo y sobre él se encuentran: primero, las margas grises y, después, las pardo-rojizas, coronadas por las de carácter sabuloso, tanto más grosero cuanto más elevado sea su nivel.

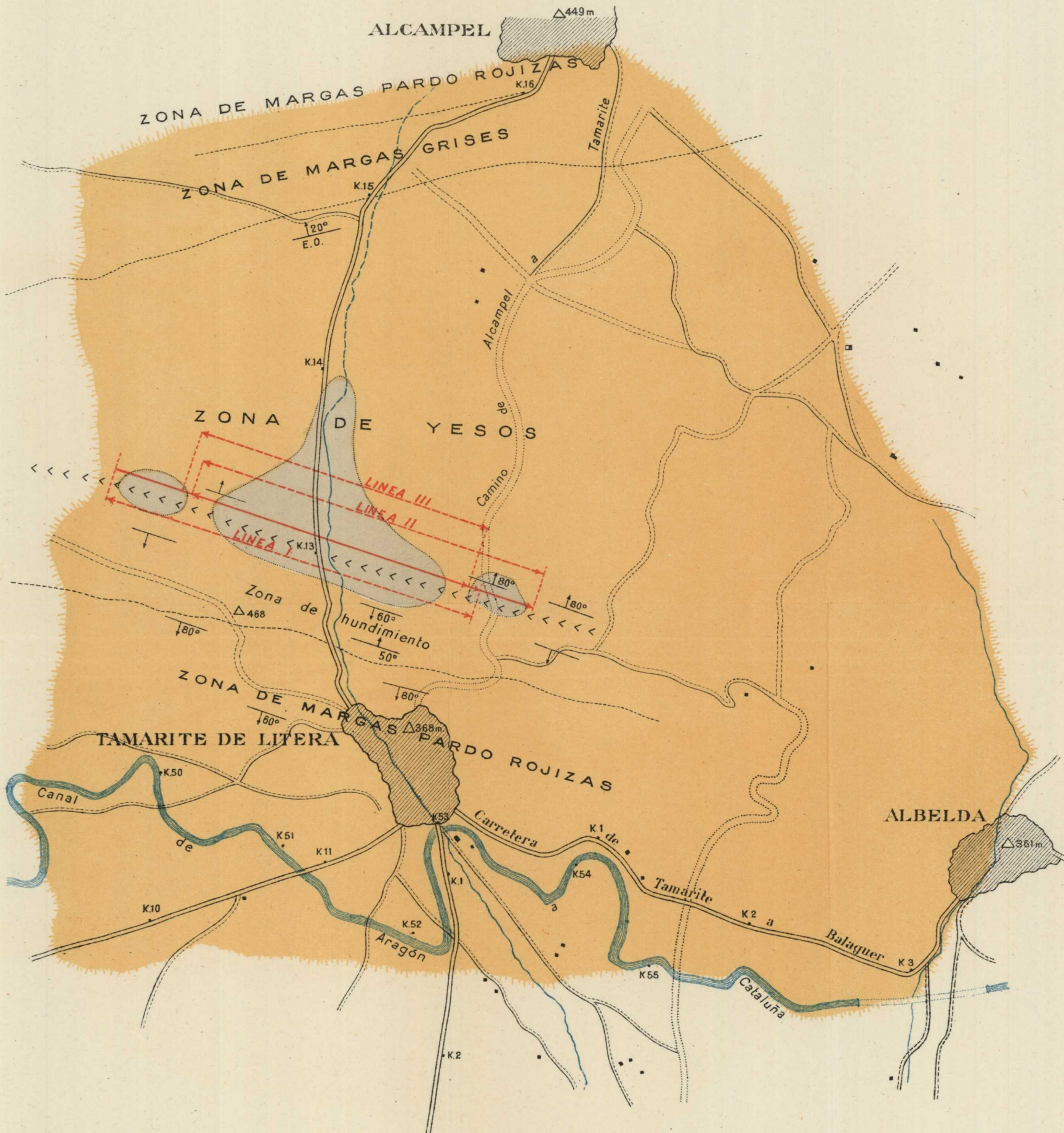
En el plano horizontal, hemos señalado dos líneas de

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN LA CUENCA POTÁSICA DE LA PROVINCIA DE HUESCA
ZONA DE TAMARITE DE LITERA

Plano de los perfiles sísmicos

Escala 1:25.000

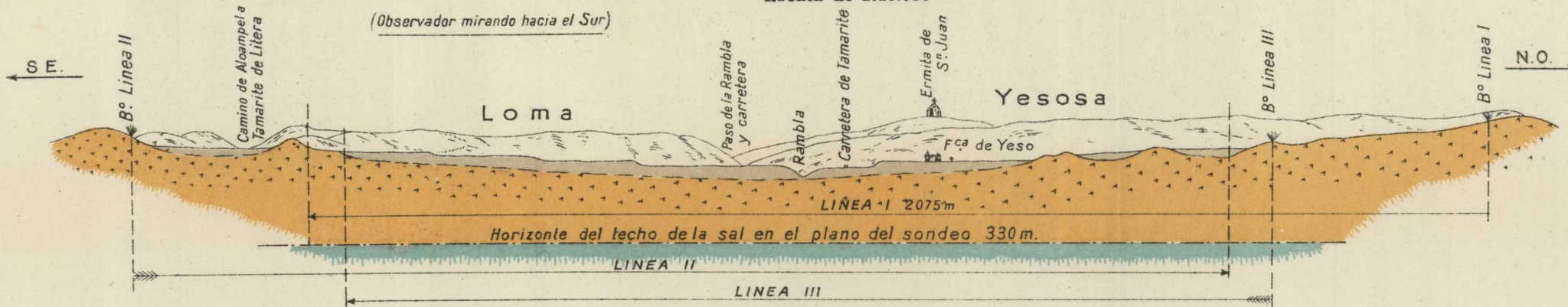


INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN LA CUENCA POTÁSICA DE LA PROVINCIA DE HUESCA
ZONA DE TAMARITE DE LITERA

Corte geológico según la dirección del anticlinal y de las líneas sísmicas

Escala de 1:10.000

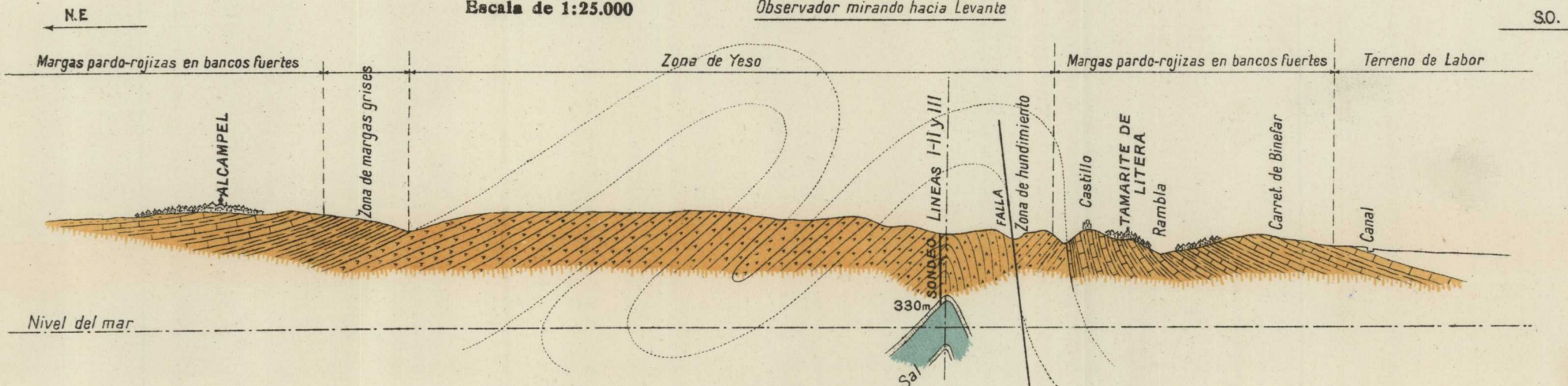
(Observador mirando hacia el Sur)



Corte geológico NE.-SO. desde Alcampel a Tamarite de Litera

Escala de 1:25.000

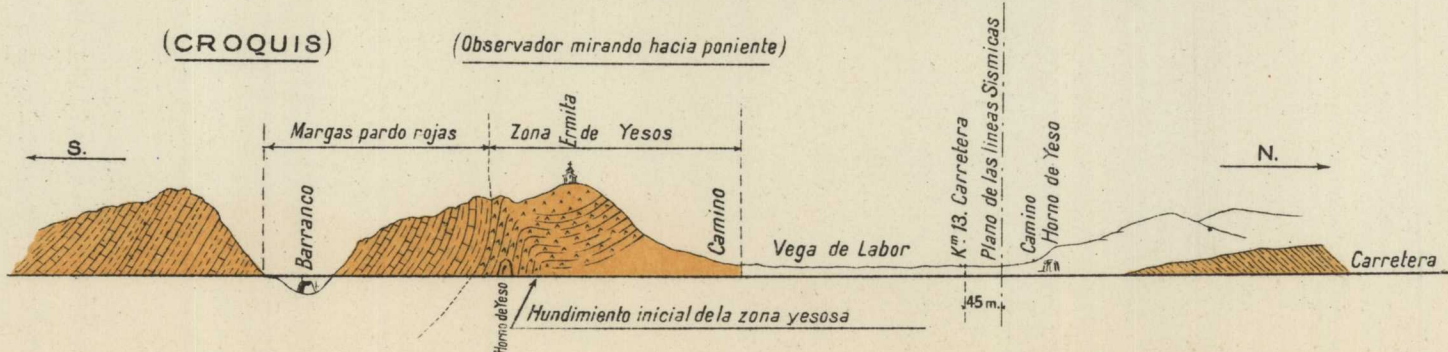
Observador mirando hacia Levante



Corte natural del terreno a la salida de Tamarite hacia Alcampel

(CROQUIS)

(Observador mirando hacia poniente)



puntos, que comprenden la zona de los yesos. Cortan la carretera en el kilómetro 15 y poco antes del 13. También está indicada la situación del eje del anticlinal. Al Norte de los yesos están señaladas las zonas de las margas grises y pardo-rojizas y, al Sur, faltan las margas grises y en cambio observamos una zona de hundimiento.

En el plano se indican los dos buzamientos de 60° y 50° , dirigidos en sentido contrario, que, aparentemente determinan un anticlinal. El corte geológico efectuado desde Alcámpel a Tamarite de Litera (lámina XI), nos hace ver que no es así. Las margas pardo-rojizas, situadas al NE. del Castillo, están debajo de los yesos, en lugar de estar encima, lo que nos demuestra la existencia de un bloque que, al hundirse, ha basculado sobre sí mismo hasta colocarse en posición invertida.

Tanto en el plano como en el corte se aprecia la falta de simetría de las dos ramas del anticlinal. Los yesos de la situada al NE. afloran en una extensión de más de dos kilómetros y medio, mientras que los correspondientes a la SO. apenas pasan de los 300 metros. No podemos suponer que todas las capas de yesos de la zona NO. pertenezcan a la misma rama del anticlinal, porque su potencia sería enorme y tendríamos que admitir el hundimiento de la rama opuesta, de igual espesor.

A nuestro juicio, se trata de una zona en disposición isoclinal, plegada sobre sí misma varias veces y, por consiguiente, de pequeño espesor; exactamente igual a la que estudiamos en Bellmunt (Lérida), puesto que ambas son la consecuencia del mismo fenómeno tectónico. Por esas razones, hemos dibujado en el corte geológico los pliegues, indicados por líneas de puntos,

También presentamos un corte geológico a lo largo del eje del anticlinal, con una vista general de la zona.

§ 16. La investigación sísmica.

LAS MEDICIONES SISMICAS.—La investigación sísmica de la zona de Tamarite de Litera consta de tres líneas. Las tres coinciden en una gran parte de su longitud. Las números I y II están dirigidas de O.-NO. a E.-SE., y la III en sentido contrario.

El emplazamiento de los barrenos de la línea II dista 380 metros del correspondiente a la línea I y, como ya hemos hecho notar, está situado en la misma línea I.

De esta manera podremos apreciar si el eje del anticlinal está en posición horizontal o tiene inclinación en uno u otro sentido.

La línea III, cuyos barrenos están situados también en la línea I a 2.390 metros de su origen y cuya dirección es igual y contraria, servirán de comprobación de los resultados obtenidos en las anteriores.

Por evitar algunos obstáculos topográficos, las tres líneas no coinciden con el eje del anticlinal, sino que distan del mismo 45 metros, hacia el Norte.

Línea I.—Consta de 21 estaciones sísmicas, situadas a las distancias respectivas al origen que se indican en el cuadro adjunto. Las seis que tienen números acentuados se interpolaron después de terminada la línea, para precisar más los cambios de velocidad del rayo sísmico.

Los tiempos empleados por aquél para llegar a cada una de las estaciones, calculados en milésimas de segundo, en los estados que figuran al final del Capítulo, se han reunido en la tercera columna.

La dinamita gastada en cada explosión se ha calculado a razón de 25 kilogramos por cada kilómetro de distancia epicentral, así, por ejemplo, para la estación 9, situada a 1.490 metros del origen, la carga fué de 37,5 kilogramos.

La línea dromocrónica número 1 (figura 15), se ha cons-

truido en función de los datos contenidos en el cuadro situado al margen.

Línea II.—Consta de 14 estaciones, distribuidas en la longitud de 1.630 metros. El cuadro II reúne los valores de las distancias epicentrales y los de los tiempos de recorrido del rayo sísmico.

Como la observación de esta línea se hizo después de terminada la anterior, tanto de

campo como de cálculo, sabíamos ya que el primer horizonte geológico correspondía a

una distancia epicentral de 900 metros y, por consiguiente, podíamos ahorrar estaciones dentro de esa distancia. Por eso colocamos la primera a 560 metros y, según

veremos después, aun hubieramos podido economizar alguna más.

Con los datos mencionados hemos dibujado la línea dromocrónica número 2 (fig. 16).

Línea III.—Las 14 estaciones de que consta se han repartido en la longitud de 1.940 metros. Como en las anteriores, reunimos en un cua-

Línea I

Estaciones	Kms.	T''
1	0,250	0,085
2	0,450	0,133
3	0,650	0,190
4	0,800	0,237
4'	0,850	0,249
4''	0,900	0,271
5	0,940	0,258
5'	1,000	0,273
6	1,090	0,310
6'	1,150	0,331
7	1,210	0,315
7'	1,290	—
8	1,350	0,364
8'	1,420	0,370
9	1,490	0,389
10	1,610	0,412
11	1,730	0,446
12	1,810	0,449
13	1,920	0,465
14	2,010	0,506
15	2,075	0,513

Línea II

Estaciones	Kms.	T''
1	0,560	0,148
2	0,620	0,167
3	0,710	0,218
4	0,770	0,224
5	0,830	0,199
6	0,910	0,238
7	0,970	0,262
8	1,040	0,279
9	1,110	0,268
10	1,230	0,305
11	1,350	0,337
12	1,430	0,346
13	1,540	0,388
14	1,630	0,401

Línea III

Estaciones	Kms.	T''
1	0,315	0,091
2	0,380	0,114
3	0,470	0,136
4	0,580	0,149
5	0,660	0,181
6	0,780	0,196
7	0,900	0,239
8	1,040	0,264
9	1,180	0,283
10	1,300	0,352
11	1,450	0,365
12	1,590	0,433
13	1,740	0,430
14	1,940	0,482

dro los valores numéricos, que han de servir para el trazado de la línea correspondiente.

LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS RESULTADOS.

Línea I.—Al dividir cada una de las distancias epicentrales, consideradas por el tiempo de recorrido que la corresponde, obtenemos los valores de la velocidad media del rayo sísmico, al llegar a cada estación.

$$\begin{array}{l}
 V_{0-1} = \frac{0,250}{0,085} = 2.950 \text{ m/s.} \quad V_{0-7'} = \frac{1,290}{-} \text{ (suprimida)} \\
 V_{0-2} = \frac{0,450}{0,133} = 3.400 \text{ } \quad V_{0-8} = \frac{1,350}{0,364} = 3.700 \text{ m/s.} \\
 V_{0-3} = \frac{0,650}{0,190} = 3.400 \text{ } \quad V_{0-8'} = \frac{1,420}{0,370} = 3.900 \text{ } \\
 V_{0-4} = \frac{0,800}{0,237} = 3.350 \text{ } \quad V_{0-9} = \frac{1,490}{0,389} = 3.850 \text{ } \\
 V_{0-4'} = \frac{0,850}{0,249} = 3.400 \text{ } \quad V_{0-10} = \frac{1,610}{0,412} = 3.900 \text{ } \\
 V_{0-4''} = \frac{0,900}{0,271} = 3.300 \text{ } \quad V_{0-11} = \frac{1,730}{0,446} = 3.900 \text{ } \\
 V_{0-5} = \frac{0,940}{0,258} = 3.650 \text{ } \quad V_{0-12} = \frac{1,810}{0,449} = 4.000 \text{ } \\
 V_{0-5'} = \frac{1,000}{0,273} = 3.700 \text{ } \quad V_{0-13} = \frac{1,920}{0,465} = 4.100 \text{ } \\
 V_{0-6} = \frac{1,090}{0,310} = 3.500 \text{ } \quad V_{0-14} = \frac{2,010}{0,506} = 4.000 \text{ } \\
 V_{0-6'} = \frac{1,150}{0,331} = 3.500 \text{ } \quad V_{0-15} = \frac{2,075}{0,513} = 4.000 \text{ } \\
 V_{0-7} = \frac{1,210}{0,315} = 3.850 \text{ }
 \end{array}$$

En estos valores se reflejan todas las vicisitudes que ha

experimentado la onda sísmica en su recorrido subterráneo.

Al pasar de la estación 1 a la 2, notamos un gran aumento de velocidad, que nos prueba un cambio de hori-

INVESTIGACION SISMICA EN TAMARITE DE LITERA *Línea dromocrónica número 1*

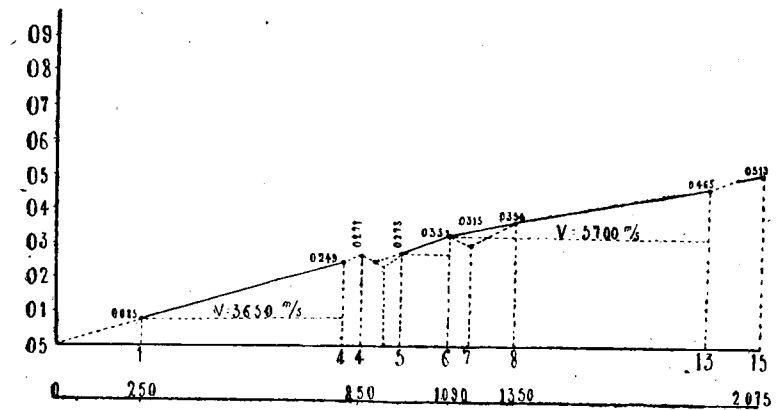


Fig. 15

zonte geológico. El superficial está determinado por el valor:

$$V_1 = V_{0-1} = 2.950 \text{ m/s.}$$

que corresponde a unas margas descompuestas, con yeso, constitutivas de la superficie del terreno.

Entre las estaciones 2 y 4 la velocidad permanece constante; además, los puntos correspondientes de la dromocrónica determinan una alineación. La cotangente del ángulo que forma con el eje de distancias es la velocidad del horizonte atravesado. Su valor es

$$V_2 = V_{1-4'} = \frac{0,850 - 0,250}{0,249 - 0,085} = 3.650 \text{ m/s.}$$

correspondiente a las mismas margas yesosas, pero al estado duro y compacto, por no haber sufrido los efectos erosivos de los agentes exteriores. Este horizonte termina con un lecho más blando, que disminuye la velocidad media en la estación 4''.

En la estación 5 apreciamos otro incremento importante, que continúa hasta la 5', indicándonos otro horizonte de más velocidad que el anterior. Su reducido espesor nos permite apreciar su composición.

De nuevo vuelve a disminuir hasta la estación 6'. Esta vez el horizonte es de espesor suficiente para poder ser caracterizado. La constante sísmica correspondiente es

$$V_s = V_{5'-6'} = \frac{1,150 - 1,000}{0,331 - 0,273} = 2.600 \text{ m/s.}$$

En todas las investigaciones efectuadas en la cuenca potásica el valor de 2.600 m/s. corresponde a unas margas grises, situadas encima de la sal.

En la dromocrónica se aprecia que la estación 6' ha coincidido con la prolongación del lado 1-4', o sea, que el horizonte geológico, considerado en conjunto, es único y que en él ha habido intercalaciones de capas que han producido variaciones accidentales de la velocidad sísmica.

El paso de la estación 6' a la 7 se distingue por otro aumento de gran consideración. La velocidad media pasa de 3.500 a 3.850 metros. Este aumento continúa hasta la estación 13 inclusive, que alcanza su valor máximo de 4.100 m/s., para empezar a disminuir en la 14. El nuevo horizonte geológico corresponde al trayecto de la dromocrónica 6.13, que además constituye una alineación.

No debe extrañar que la velocidad no permanezca constante al atravesar el rayo sísmico un horizonte estratigrá-

fico de gran potencia. En su valor medio influyen también todos los que estén encima del considerado; y el efecto relativo será tanto menor cuanto más aumente la profundidad del mismo.

De ahí, que en estos casos, la velocidad media vaya siempre en aumento, mientras no se pasa completamente el nuevo horizonte. La primera disminución indica que la onda sísmica pasa ya debajo de aquél.

La constante sísmica, que corresponde en este caso, es

$$V_4 = V_{6'-13} = \frac{1,920 - 1,150}{0,465 - 0,331} = 5.750 \text{ m/s.}$$

característica de la formación salina de la cuenca.

La estación 14 manifiesta la existencia de nuevas margas, situadas bajo la sal, sin que nos hayamos detenido en más observaciones que nos permitieren caracterizar su constante sísmica. El lado de la dromocrónica 14-15 indica que aun continúa el horizonte salino.

La gran longitud del lado 6'-13 nos indica una enorme potencia de sal, que debe continuar después de otro lecho de margas, según acabamos de manifestar.

Para calcular un valor mínimo de su potencia emplearemos la fórmula

$$h = \frac{\Delta}{2} \times \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$

en la que Δ es la distancia epicentral del codo de la dromocrónica, igual, en este caso, a 1.150 metros (estación 6'); V_1 y V_2 son las velocidades del horizonte superior al de la sal y el de ésta, es decir, $V_1 = V_{0-6'} = 3.500$ metros por segundo y $V_2 = 5.700$ m/s. Así se obtiene

$$h = 0,575 \times 0,49 = 282 \text{ metros}$$

La constante de profundización será entonces

$$K = \frac{0,282}{1,150} = 0,25$$

Si aplicamos ese valor de K a la distancia $\Delta = 1.920$, correspondiente a la estación 13, obtenemos la profundidad de $1.920 \times 0,25 = 480$ m/s. La potencia de la sal será superior a $480 - 282 = 198$ metros, contados perpendicularmente al plano del flanco del anticlinal.

La profundidad encontrada para la sal, de 282 metros, no está contada en el sentido vertical, pues ya hemos dicho que la línea sísmica dista unos 45 metros del eje del anticlinal. El rayo sísmico sigue siempre el camino más corto, o sea el normal al plano del flanco de aquél, y a este camino se refiere la profundidad mencionada. En el sentido vertical aumenta 45 metros, por tener los flancos del anticlinal una pendiente de 45° , una vez pasados los estratos centrales, que están más elevados. Por consiguiente, la profundidad vertical de la sal, en las proximidades de la estación 6', será de 327 metros.

En dicho lugar se ha practicado un sondeo de verificación, que describiremos después y que ha coincidido, casi exactamente, con los resultados obtenidos por el método sísmico. El sondeo ha cortado la sal a los 330 metros. Se ha perforado hasta la profundidad de 590 metros y aun sigue la sal.

Otra particularidad, digna de mención, deducida del sondeo, ha sido la comprobación del horizonte geológico que causó el aumento de velocidad manifestado en la línea dromocrónica, entre las estaciones 4'' y 5. Según el sondeo, desde los 262 a los 268 metros, se atravesaron unas margas duras, que estaban intercaladas en las margas yesosas, situadas, desde poco después de comenzar

el taladro hasta llegar a la sal. Con arreglo a la dromocrónica, la distancia epicentral de la estación 4'' es de 900 metros, que multiplicando por el coeficiente 0,25 da una profundidad inclinada de 225 metros. Sumándoles los 45 que corresponden a la inclinación del flanco del anticlinal resultan 270 metros para el horizonte en cuestión.

También nos indica la dromocrónica, entre las estaciones 10 y 11, que el horizonte de la sal se empobrece, hacia los 450 metros, por mezclarse con otras substancias, que pueden ser yeso, margas o anhidrita; pero después parece que vuelve a encontrarse la sal limpia.

Línea II.—Las velocidades medias del rayo sísmico, en cada una de las estaciones observadas, se han escrito a continuación:

$V_{0-1} = \frac{0,315}{0,091} = 3.450$ m/s.	$V_{0-8} = \frac{1,040}{0,264} = 3.950$ m/s.
$V_{0-2} = \frac{0,380}{0,114} = 3.350$ »	$V_{0-9} = \frac{1,180}{0,283} = 4.200$ »
$V_{0-3} = \frac{0,470}{0,136} = 3.450$ »	$V_{0-10} = \frac{1,300}{0,352} = 3.700$ »
$V_{0-4} = \frac{0,580}{0,140} = 3.900$ »	$V_{0-11} = \frac{1,450}{0,365} = 4.000$ »
$V_{0-5} = \frac{0,660}{0,181} = 3.650$ »	$V_{0-12} = \frac{1,590}{0,433} = 3.700$ »
$V_{0-6} = \frac{0,780}{0,196} = 3.950$ »	$V_{0-13} = \frac{1,740}{0,430} = 4.050$ »
$V_{0-7} = \frac{0,900}{0,239} = 3.800$ »	$V_{0-14} = \frac{1,940}{0,482} = 4.000$ »

El examen de estos valores nos manifiesta que después de la primera estación, para la que la velocidad es

$$V_1 = 3.450 \text{ m/s.}$$

encontramos una disminución de 100 metros en la segunda, ya que ésta sólo es de 3.350 m/s. Eso nos prueba que la estación 2 está ya en otro horizonte geológico, distinto de la primera, que aun no podemos concretar cuál sea.

Las estaciones 3 y 4, nos presentan un gran aumento. La velocidad del horizonte que caracterizan es

$$V_2 = V_{3-4} = \frac{0,580 - 0,470}{0,149 - 0,136} = 8.450 \text{ m/s.}$$

correspondiente a la sal.

Esto nos explica la disminución de velocidad de la estación 2, puesto que sabemos que sobre la sal hay un horizonte de margas grises de muy poca velocidad. Por eso

INVESTIGACION SISMICA EN TAMARITE DE LITERA

Línea dromocrónica número 2

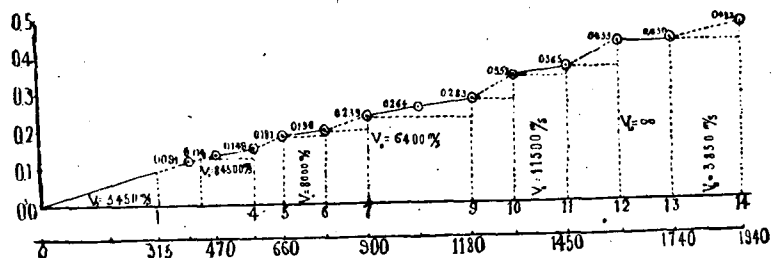


Fig. 16

hemos prolongado el lado de la dromocrónica 1-2, hasta la intersección con la 3-4, para separar los dos horizontes. El codo de aquélla, que corresponde a la sal, resulta a la distancia epicentral de 425 metros.

Las estaciones siguientes presentan grandes aumentos y disminuciones de velocidad, alternativamente.

La dromocrónica nos indica el mismo fenómeno. Las velocidades que determina son:

$$V_3 = V_{4-5} = \frac{0,660 - 0,580}{0,181 - 0,149} = 2.500 \text{ m/s.}$$

$$V_4 = V_{5-6} = \frac{0,780 - 0,660}{0,196 - 0,181} = 8.000 \text{ m/s.}$$

es decir, el horizonte de margas grises y el de la sal.

$$V_5 = V_{6-7} = \frac{0,900 - 0,780}{0,239 - 0,196} = 2.800 \text{ m/s.}$$

$$V_6 = V_{7-9} = \frac{1,180 - 0,900}{0,283 - 0,239} = 6.400 \text{ m/s.}$$

que reproducen los mismos horizontes. Las diferencias de velocidad sólo dependen de la situación de las estaciones.

$$V_7 = V_{9-10} = \frac{1,300 - 1,180}{0,352 - 0,283} = 1.750 \text{ m/s.}$$

$$V_8 = V_{10-11} = \frac{1,450 - 1,300}{0,365 - 0,352} = 11.500 \text{ m/s.}$$

$$V_9 = V_{12-13} = \frac{1,590 - 1,450}{0,433 - 0,365} = 1.900 \text{ m/s.}$$

$$V_{10} = V_{11-12} = \infty$$

Vemos, por consiguiente, que, en apariencia, se presentan los niveles de margas y de sal alternativamente. Para aclarar si en realidad sucede así, o si se trata del efecto producido por la inclinación del eje del anticlinal, es indispensable observar otra línea, en la dirección de la I, y cuyos barrenos no están en el emplazamiento de los de aquélla.

Si el eje del anticlinal está inclinado y la dirección de la línea es la descendente, es posible el fenómeno que acabamos de apreciar. El rayo sísmico profundiza 0,25 de la distancia epicentral. Si la sal profundiza algo más, aquél la abandona después de haberla encontrado, pero en la

estación siguiente puede volver a tocarla y así sucesivamente.

En la línea III corremos los barrenos 380 metros en su dirección, y si obtenemos para la sal una profundidad menor, quedará demostrado que el eje del anticlinal sube en su dirección o, lo que es lo mismo, baja en la de la línea II.

Línea III.

$$\begin{array}{ll}
 V_{0-1} = \frac{0,560}{0,148} = 3.800 \text{ m/s.} & V_{0-8} = \frac{1,040}{0,279} = 3.700 \text{ m/s.} \\
 V_{0-2} = \frac{0,620}{0,167} = 3.700 \text{ } & V_{0-9} = \frac{1,110}{0,286} = 3.900 \text{ } \\
 V_{0-3} = \frac{0,710}{0,218} = 3.250 \text{ } & V_{0-10} = \frac{1,230}{0,305} = 4.000 \text{ } \\
 V_{0-4} = \frac{0,770}{0,224} = 3.400 \text{ } & V_{0-11} = \frac{1,350}{0,337} = 4.000 \text{ } \\
 V_{0-5} = \frac{0,830}{0,199} = 4.200 \text{ } & V_{0-12} = \frac{1,430}{0,346} = 3.800 \text{ } \\
 V_{0-6} = \frac{0,910}{0,238} = 3.800 \text{ } & V_{0-13} = \frac{1,540}{0,388} = 3.950 \text{ } \\
 V_{0-7} = \frac{0,970}{0,262} = 3.700 \text{ } & V_{0-14} = \frac{1,630}{0,401} = 4.050 \text{ }
 \end{array}$$

Como en las líneas anteriores, las dos primeras estaciones nos indican el horizonte de las margas yesosas, con la constante

$$V_1 = V_{0-2} = 3.700 \text{ m/s.}$$

Después encontramos la disminución producida por las margas grises en la estación 3 y el aumento debido a las margas duras, exactamente igual a lo que sucedió en la línea I, según puede comprobarse al comparar las dromocrónicas. Así se obtiene:

$$V_2 = V_{5-7} = \frac{1,970 - 0,830}{0,262 - 0,199} = 2.200 \text{ m/s.}$$

En el punto 7 empieza el horizonte salino, que llega hasta el 12.

$$V_3 = V_{7-12} = \frac{1,430 - 0,970}{0,346 - 0,262} = 5.500 \text{ m/s.}$$

En los 13 y 14 encontramos también las mismas variaciones que las indicadas en la línea dromocrónica 1.

INVESTIGACION SISMICA EN TAMARITE DE LITERA

Línea dromocrónica número 3

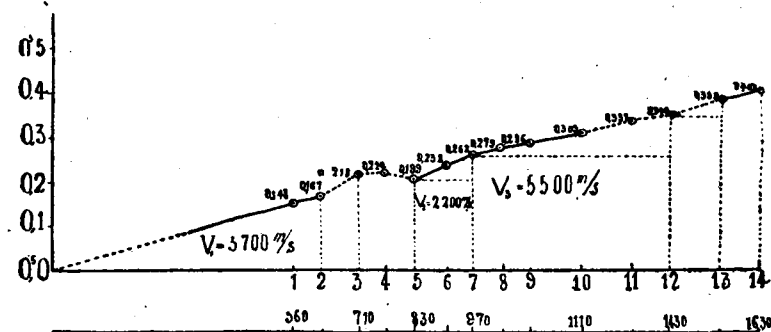


Fig. 17

Hasta la disminución manifestada en el punto 11 de la línea I, se presenta en la línea III en igual estación.

La sal determinada en esta línea, en la estación 7, está a la profundidad:

$$\left. \begin{array}{l}
 V_1 = V_{0-7} = 3.700 \text{ m/s.} \\
 V_2 = V_{7-12} = 5.500 \text{ } \\
 \Delta = 0,970
 \end{array} \right\} h = \frac{\Delta}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}} = 2.13 \text{ m.}$$

Como hay que sumar 45 metros, por las razones expli-



cadadas en la línea I, la profundidad de la sal en la estación 7 es de 258 metros.

La estación 7 de la línea III está a 1.350 metros del origen de la I, o sea, coincide con la 8 de aquélla.

§ 17. **Resumen.**—Las consideraciones anteriores nos demuestran que el eje del anticlinal sube hacia el Este y comprueban la interpretación dada a la línea II.

También deducimos de la línea III que la potencia de la sal disminuye a medida que el anticlinal avanza hacia el Este. Así hemos encontrado en la línea II un pequeño espesor.

La formación salina ha sido encontrada por el rayo sísmico a los 327 metros de profundidad, en la región media de la línea I, y su potencia es superior a 200 metros.

La importancia de estas conclusiones nos determinó a recomendar la perforación de un sondeo que, a más de comprobar las conclusiones del estudio sísmico, aclarase si había o no capas de sales potásicas en el yacimiento descubierto.

§ 18. **Sondeo de comprobación efectuado en Tamarite de Litera (Huesca).**—Para comprobar los resultados obtenidos en la investigación sísmica efectuada en Tamarite de Litera, se perforó un sondeo mecánico de 590 metros de profundidad (fig. 18), en el que se cortaron los siguientes horizontes geológicos: el terreno de labor y capa detrítica superficial, compuesta de arcillas y arenas hasta los 12,50 metros. Desde este nivel hasta el correspondiente a 105,00 metros, los yesos, mezclados con margas grises y arenas, formando un conjunto sobre el que han ejercido una poderosa influencia los agentes meteóricos.

A continuación se encuentra un potente depósito de

yeso, con margas grises y pardas, fuera ya de la zona mencionada, que termina en el techo de la capa de sal, a la profundidad de 330 metros. En este horizonte se interca-

SONDEO DE TAMARITE DE LITERA (HUESCA)

Escala vertical 1:5.000

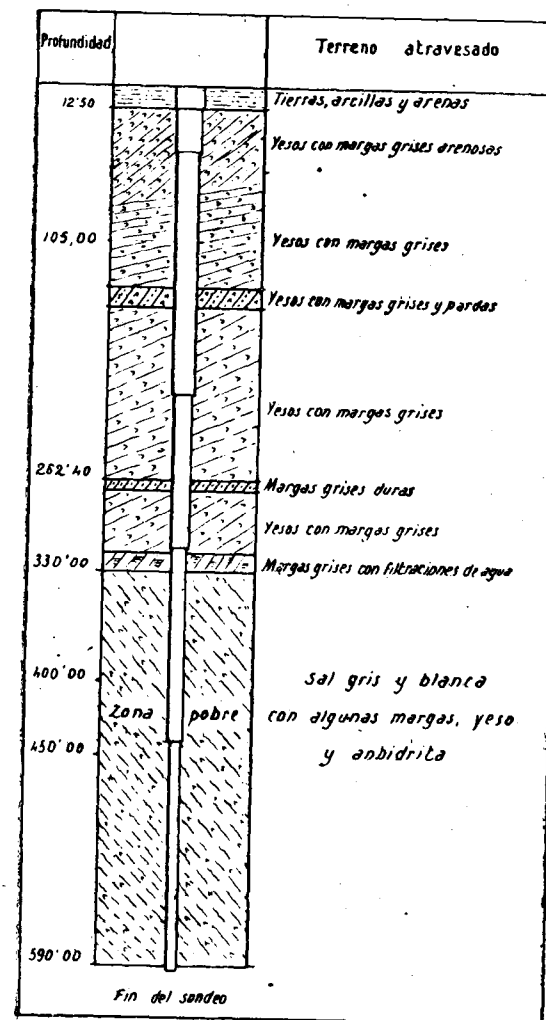


Fig. 18

la un lecho de margas grises, duras, muy distinto de los demás, a los 262 metros, y otro, también diferente, de margas grises con filtraciones de agua, precisamente encima de la sal. La capa de sal está formada por una mezcla de sal gris y blanca, con algunas margas, yeso y anhidrita, y aún continuaba a la profundidad máxima alcanzada por el sondeo de 590 metros.

En la zona comprendida entre los 400 y los 450 metros se empobrece el yacimiento salino, por predominar las margas y yesos en su composición.

Todos los cambios de horizonte encontrados en el sondeo se han indicado en la línea dromocrónica, con una precisión verdaderamente extraordinaria.

La estación 1, de 250 metros de distancia epicentral, indica el primer cambio a la profundidad de

$$0,25 \times 250 + 45 = 107,50 \text{ metros}$$

El sondeo ha encontrado este cambio a los 105 metros.

El aumento de velocidad sísmica entre las estaciones 4' y 5 corresponde a la capa de margas grises duras, cortadas en el sondeo a los 262,40 metros, puesto que la distancia epicentral de la 4' es de 900 metros.

$$900 \times 0,25 + 45 = 270 \text{ metros}$$

Según la dromocrónica la sal se encuentra a los 327 metros y en el sondeo se ha cortado a 330,00 metros.

La zona pobre manifestada, en aquélla, entre las estaciones 10 y 12, se ha cortado en el sondeo desde los 400 a los 450 metros, como se había previsto.

Por último, las estaciones 14 y 15 indican que continúa en profundidad el yacimiento salino, afirmación que ha comprobado el trabajo de la sonda.

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 1.
Δ 250 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
Registrador 14 } Constante = 0,1210
Radio 15 }
Amplificador 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,80	3,60	3,70	3,70	0,684		
Punto 1	5,40	5,40	5,40	5,40			
Punto							
Componente							
Componente	7,50	7,40	7,45	2,05	1,387	0,703	0,085
Punto 2	10,80	10,60	10,70	5,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 2.
Δ 450 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12 }
Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,60	2,60	2,60	2,60	0,409		
Punto 1	6,40	6,30	6,35	6,35			
Punto							
Componente							
Componente	9,30	9,30	9,30	2,95	1,461	1,052	0,133
Punto 2	12,80	12,70	12,75	6,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 3.

Δ 650 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,40	1,30	1,35	1,35	0,179		
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto							
Componente	13,80	13,50	13,65	6,10	1,792	1,613	0,190
Punto 2	15,30	15,20	15,25	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 4.

Δ 800 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
 Registrador 14 } Constante = 0,1210
 Radio 15 }
 Amplificador ... 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,20	0,20	0,20	0,20	0,039		
Punto 1	5,20	5,10	5,15	5,15			
Punto							
Componente	10,50	10,50	10,50	5,35	2,000	1,961	0,237
Punto 2	10,50	10,50	10,50	5,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 4'.

Δ 850 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
 Registrador 14 } Constante = 0,1210
 Radio 15 }
 Amplificador 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,40	3,40	3,40	3,40	0,652		
Punto 1	5,30	5,10	5,20	5,20			
Punto 2	10,50	10,50	10,50				
Componente	14,20	14,10	15,15	3,65	2,701	2,049	0,248
Punto 3	15,80	15,60	15,70	5,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 4'.

Δ 900 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,10	6,00	6,05	6,05			
Punto 1	6,50	6,40	6,45	6,45	0,939		
Punto 3	18,80	18,70	18,75				
Componente	19,30	19,20	19,25	0,50	3,078	2,139	0,271
Punto 4	25,10	25,10	25,10	6,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 5. Línea I
 Δ 940 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1263
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,60	4,60	4,60	4,60	0,719		
Punto 1	6,40	6,40	6,40	6,40			
Punto 2	12,80	12,70	12,75				
Componente							
Componente	17,60	17,50	17,55	4,80	2,755	2,036	0,258
Punto 3	19,20	19,00	19,10	6,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 5'. Línea I
 Δ 1.000 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador.... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,80	4,90	4,85	4,85	0,640		
Punto 1	7,60	7,60	7,60	7,60			
Punto 2	15,40	15,40	14,40				
Componente							
Componente	22,70	22,60	22,65	7,25	2,957	2,317	0,273
Punto 3	23,00	23,00	23,00	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 6. Línea I
 Δ 1.090 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,50	4,60	4,60	0,614		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 3	22,90	22,70	22,80				
Componente							
Componente	24,80	24,60	24,70	1,90	3,245	2,631	0,310
Punto 4	30,60	30,50	30,55	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 6'. Línea I
 Δ 1.150 m. Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50	0,458		
Punto 1	5,40	5,50	5,45	5,45			
Punto 3	16,10	16,10	16,10				
Componente							
Componente	17,20	17,10	17,15	1,05	3,196	2,738	0,331
Punto 4	21,50	21,40	21,45	5,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 7.
Δ 1.210 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen				2,25	0,428		
Explosión	2,25	2,25	2,25	5,25			
Punto 1	5,25	5,25	5,25				
Punto 3	15,75	15,75	15,75				
Componente				0,15	3,028	2,600	0,315
Componente	16,00	15,80	15,90	5,45			
Punto 4	21,25	21,15	21,20				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 7'.
Δ 1.290 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen				0,80	0,127		
Explosión	0,80	0,80	0,80	6,30			
Punto 1	6,30	6,30	6,30				
Punto							
Componente				6,25	1,984	1,857	0,235
Componente	12,60	12,50	12,55	6,35			
Punto 2	12,70	12,60	12,65				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 8.
Δ 1.350 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen				2,10	0,320		
Explosión	2,20	2,00	2,10	6,55			
Punto 1	6,60	6,50	6,55				
Punto 3	19,50	19,50	19,50				
Componente				1,25	3,191	2,871	0,364
Componente	20,80	20,70	20,75	6,55			
Punto 4	26,10	26,00	26,05				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 8'.
Δ 1.420 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen				5,85	0,769		
Explosión	5,80	5,90	5,85	7,60			
Punto 1	7,60	7,60	7,60				
Punto 3	23,20	23,00	23,10				
Componente				7,15	3,904	3,135	0,370
Componente	30,30	30,20	30,25	7,90			
Punto 4	31,00	31,00	31,00				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 9.
Δ 1.490 m.Línea I
Observador: Pastor

Sismógrafo.....	25	} Constante = 0,1180
Registrador.....	13	
Radio.....	16	
Amplificador ...	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,50	0,50	0,50	0,50	0,066		
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto 3	23,00	22,80	22,90				
Componente							
Componente	25,80	25,60	25,70	2,80	3,363	3,297	0,389
Punto 4	30,60	30,60	30,60	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 10.
Δ 1.610 m.Línea I
Observador: Orti

Sismógrafo.....	13	} Constante = 0,1210
Registrador.....	14	
Radio.....	15	
Amplificador ...	27	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,60	4,65	4,65	0,901		
Punto 1	5,20	5,10	5,15	5,15			
Punto 4	20,80	20,60	20,70				
Componente							
Componente	22,40	22,20	22,30	1,60	4,307	3,406	0,412
Punto 5	26,00	25,80	25,90	5,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 4.
Δ 580 m.Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo.....	25	} Constante = 0,1180
Registrador.....	13	
Radio.....	16	
Amplificador ..	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,00	2,00	2,00	2,00			
Punto 1	7,80	7,90	7,85	7,85	0,254		
Punto							
Componente							
Componente	11,80	11,80	11,80	3,95	1,517	1,263	0,149
Punto 2	15,50	15,50	15,50	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 5.
Δ 660 m.Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo.....	27	} Constante = 0,1268
Registrador.....	27	
Radio.....	12	
Amplificador ...	26	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,10	5,00	5,05	5,05			
Punto 1	6,40	6,50	6,45	6,45	0,782		
Punto 2	13,00	13,00	13,00				
Componente							
Componente	14,30	14,40	14,35	1,35	2,207	1,425	0,181
Punto 3	19,50	19,50	19,50	6,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 6.
Δ 780 m.Línea II
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,90	3,80	3,85	3,85			
Punto 1	5,30	5,20	5,25	5,25	0,733		
Punto 2	10,60	10,50	10,55				
Componente							
Componente	12,50	12,40	12,45	1,90	2,354	1,621	0,196
Punto 3	15,90	15,90	15,90	5,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 7.
Δ 900 m.Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,50	1,40	1,45	1,45			
Punto 1	7,60	7,40	7,50	7,50	0,194		
Punto 2	15,30	15,10	14,20				
Componente							
Componente	16,90	16,90	16,90	1,70	2,218	2,024	0,239
Punto 3	23,10	22,90	23,00	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 8.
Δ 1.040 m.Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,50	0,50	0,50	0,50			
Punto 1	6,50	6,20	6,35	6,35	0,078		
Punto 2	12,80	12,80	12,80				
Componente							
Componente	13,80	13,90	13,85	1,05	2,164	4,086	0,264
Punto	19,30	19,10	19,20	6,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 9.
Δ 1.180 m.Línea II
Observador: Elías

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,70	2,80	2,75	2,75			
Punto 1	5,30	5,20	5,25	5,25	0,523		
Punto 2	10,60	10,40	10,50				
Componente							
Componente	15,10	15,00	15,05	4,55	2,860	2,337	0,283
Punto 3	15,80	15,80	15,80	5,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 10.

Línea II

Δ 1.300 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo	25	} Constante = 0,1180
Registrador	13	
Radio	16	
Amplificador	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen	4,70	4,70	4,70	4,70	0,619		
Explosión	7,60	4,60	7,60	7,60			
Punto 1	23,00	22,90	22,95				
Punto 3							
Componente	27,50	27,40	27,45	4,50	3,605	2,986	0,352
Componente	30,50	30,30	30,40	7,45			
Punto 4							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 11.

Línea II

Δ 1.450 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo	27	} Constante = 0,1268
Registrador	27	
Radio	12	
Amplificador	26	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen	0,20	0,00	0,10	0,10			
Explosión	6,40	6,20	6,30	6,30	0,016		
Punto 1	12,80	12,80	12,80				
Punto 2							
Componente	18,60	18,40	18,50	5,70	2,898	2,882	0,365
Componente	19,20	19,10	19,15	6,35			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 11.

Línea I

Δ 1.730 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo	27	} Constante = 0,1268
Registrador	27	
Radio	12	
Amplificador	26	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,70	3,60	3,65	3,65	0,570		
Punto 1	6,40	6,40	6,40	6,40			
Punto 4	25,40	25,40	25,40				
Componente	26,00	25,90	25,95	0,55	4,087	3,517	0,446
Componente	31,80	31,70	31,75	6,35			
Punto 5							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 12.

Línea I

Δ 1.810 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo	25	} Constante = 0,1180
Registrador	13	
Radio	16	
Amplificador	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,80	2,70	2,75	2,75			
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65	0,359		
Punto 4	30,50	30,50	30,50				
Componente	31,80	31,70	31,75	1,25	4,162	3,803	0,449
Componente	38,30	38,10	38,20	7,70			
Punto 5							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 13.

Línea I

Δ 1.920 m.

Observador: Orti

Sismógrafo..... 13 } Constante = 0,1210
 Registrador..... 14 }
 Radio..... 15 }
 Amplificador... 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	1,60	1,50	1,55	1,55			
Punto 1.....	5,20	5,00	5,10	5,10	0,304		
Punto 4.....	20,80	20,70	20,75				
Componente.....							
Componente.....	21,50	21,50	21,50	0,75	4,144	3,740	0,465
Punto 5.....	26,00	25,90	25,95	5,20			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 14.

Línea I

Δ 2.010 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
 Registrador..... 27 }
 Radio..... 12 }
 Amplificador... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	4,30	4,40	4,35	4,35			
Punto 1.....	6,40	6,40	6,40	6,40	0,680		
Punto 4.....	25,30	25,40	25,35				
Componente.....							
Componente.....	29,80	29,80	29,80	4,45	4,670	3,990	0,506
Punto 5.....	32,00	32,00	32,00	6,65			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 15.

Línea I

Δ 2.075 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16 }
 Amplificador.... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	4,10	4,10	4,10	4,10			
Punto 1.....	7,60	7,60	7,60	7,60	0,540		
Punto 4.....	30,70	30,70	30,70				
Componente.....							
Componente.....	37,60	37,60	37,60	6,90	4,895	4,355	0,513
Punto 5.....	38,40	38,40	38,40	7,70			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 1.

Línea II

Δ 315 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16 }
 Amplificador.... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	3,20	3,10	3,15	3,15	0,400		
Punto 1.....	7,80	7,90	7,85	7,85			
Punto.....							
Componente.....							
Componente.....	9,30	9,10	9,20	1,35	1,173	0,773	0,091
Punto 2.....	15,70	15,60	15,65	7,80			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 2. Línea II
 Δ 380 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,00	5,00	5,00	5,00			
Punto 1	6,40	6,30	6,35	6,35	0,789		
Punto							
Componente							
Componente	10,70	10,60	10,65	4,30	1,689	0,900	0,114
Punto 2	12,70	12,50	12,60	6,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 3. Línea II
 Δ 470 m. Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,50	4,50	4,50	4,50			
Punto 1	5,20	5,10	5,15	5,15	0,874		
Punto							
Componente							
Componente	10,40	10,40	10,40	5,25	2,000	1,126	0,136
Punto 2	10,40	10,40	10,40	5,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 12. Línea II
 Δ 1.590 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador.... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,60	3,50	3,55	3,55			
Punto 1	5,30	5,20	5,25	5,25	0,677		
Punto 4	21,20	21,00	21,10				
Componente							
Componente	21,70	21,50	21,60	0,50	4,095	3,418	0,433
Punto 5	26,50	26,20	26,35	5,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 13. Línea II
 Δ 1.740 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador.... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,50	3,70	3,60	3,60			
Punto 1	7,80	7,90	7,85	7,85	0,459		
Punto 4	31,10	31,00	31,05				
Componente							
Componente	31,90	31,80	31,85	0,80	4,102	3,643	0,430
Punto	39,00	38,80	38,90	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 14.
Δ 1.940 m.Línea II
Observador: Elías

Sismógrafo 13 }
 Registrador 14 } Constante = 0,1210
 Radio 15
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,10	2,00	2,05	2,05	0,391		
Punto 1	5,30	5,20	5,25	5,25			
Punto 4	21,20	21,00	21,10				
Componente	23,20	23,00	23,10	2,00	4,377	3,986	0,482
Componente	26,50	26,30	26,40	5,30			
Punto 5							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 1.
Δ 560 m.Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
 Registrador 14 } Constante = 0,1210
 Radio 15
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,60	4,65	4,65	0,894		
Punto 1	5,30	5,10	5,20	5,20			
Punto 2	10,60	10,50	10,55				
Componente	11,20	11,10	11,15	0,60	2,116	1,222	0,148
Componente	15,80	15,70	15,75	5,20			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 2.
Δ 620 m.Línea III
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,70	2,70	2,70	2,70	0,428		
Punto 1	6,30	6,30	6,30	6,30			
Punto							
Componente	10,90	10,90	10,90	4,60	1,743	1,315	0,167
Componente	12,50	12,50	12,50	6,20			
Punto 2							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 3.
Δ 710 m.Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,70	2,70	2,70	2,70	0,346		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 2	15,60	15,50	15,55				
Componente	17,10	17,00	17,05	1,50	2,195	1,849	0,218
Componente	23,30	23,20	23,25	7,70			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 4.
Δ 770 m.

Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
Registrador 14 }
Radio 15 }
Amplificador 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,60	4,65	4,65	0,852		
Punto 1	5,40	5,50	5,45	5,45			
Punto 2	10,80	11,00	10,90				
Componente				3,85	2,705	1,853	0,224
Componente	14,80	14,70	14,75				
Punto 3	16,30	16,40	16,35	5,45			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 5.
Δ 830 m.

Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
Registrador 14 }
Radio 15 }
Amplificador 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,80	2,80	2,80	2,80	0,532		
Punto 1	5,30	5,20	5,25	5,25			
Punto 2	10,60	10,60	10,60				
Componente				0,95	2,176	1,644	0,199
Componente	11,60	11,50	11,55				
Punto 3	16,00	16,00	16,00	5,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 6.
Δ 910 m.

Línea III
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
Registrador 27 }
Radio 12 }
Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,30	3,40	3,35	3,35			
Punto 1	6,50	6,50	6,50	6,50	0,516		
Punto 2	13,00	13,00	13,00				
Componente				2,60	2,394	1,878	0,238
Componente	15,60	15,60	15,60				
Punto 3	19,60	19,60	19,60	6,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tamarite de Litera

Posición 7.
Δ 970 m.

Línea III
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
Registrador 27 }
Radio 12 }
Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,10	3,00	3,05	3,05			
Punto 1	6,30	6,10	6,20	6,20	0,492		
Punto 2	12,60	12,50	12,55				
Componente				3,60	2,562	2,070	0,262
Componente	16,20	16,10	16,15				
Punto 3	19,00	18,90	18,95	6,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 8.
Δ 1.040 m.Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo	25	} Constante = 0,1180
Registrador	13	
Radio	16	
Amplificador ...	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,60	3,60	3,60	3,60	0,465		
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto 2	15,40	15,40	15,40				
Componente				6,45	2,827	2,362	0,279
Componente	21,80	21,90	21,85	7,80			
Punto 3	23,20	23,20	23,20				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 9.
Δ 1.110 m.Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo	25	} Constante = 0,1180
Registrador	13	
Radio	16	
Amplificador ...	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,60	4,50	4,55	4,55	0,582		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 2	15,50	15,50	15,50				
Componente				7,80	3,000	2,418	0,285
Componente	23,30	23,30	23,30	7,80			
Punto 3	23,30	23,30	23,30				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 10.
Δ 1.230 m.Línea III
Observador: Targhetta

Sismógrafo	27	} Constante = 0,1268
Registrador	27	
Radio	12	
Amplificador ...	26	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,40	5,30	5,35	5,35	0,842		
Punto 1	6,40	6,30	6,35	6,35			
Punto 3	19,30	19,10	19,20				
Componente				1,60	3,250	2,408	0,305
Componente	20,90	20,70	20,80	6,40			
Punto 4	25,70	25,50	25,60				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 11.
Δ 1.350 m.Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo	25	} Constante = 0,1180
Registrador	13	
Radio	16	
Amplificador	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	7,10	7,10	7,10	7,10	0,922		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 3	23,20	23,00	23,10				
Componente				5,70	3,761	2,839	0,337
Componente	28,80	28,80	28,80	7,50			
Punto 4	30,70	30,50	30,60				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 12.
Δ 1.430 m.Línea III
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,70	0,70	0,70	0,70	0,136		
Punto 1	5,20	5,10	5,15	5,15			
Punto 2	10,40	10,40	10,40				
Componente							
Componente	15,60	15,50	15,55	5,15	3,000	2,864	0,346
Punto 3	15,60	15,50	15,55	5,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 13.
Δ 1.540 m.Línea III
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,10	1,10	1,10	1,10	0,178		
Punto 1	6,20	6,10	6,15	6,15			
Punto 3	18,70	18,60	18,65				
Componente							
Componente	20,20	20,10	20,15	1,50	3,239	3,061	0,388
Punto 4	25,00	24,80	24,90	6,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tamarite de Litera*Posición 14.
Δ 1.630 m.Línea III
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,80	0,80	0,80	0,80	0,102		
Punto 1	7,90	7,70	7,80	7,80			
Punto 3	23,40	23,20	23,30				
Componente							
Componente	27,30	27,10	27,20	3,90	3,503	3,401	0,401
Punto 4	31,10	31,00	31,05	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

INVESTIGACION SISMICA
EN LAS
SALINAS DE TOLLO DE COFRENTES
(VALENCIA)

CAPITULO V

INVESTIGACION SISMICA EN LAS SALINAS DE TOLLO DE COPRENTES (VALENCIA)

§ 19. **Prólogo.**—Los análisis practicados en las aguas de las Salinas de Tollo de Cofrentes, provincia de Valencia, han indicado un contenido de potasa, muy superior al que, generalmente, corresponde a las aguas que circulan por las margas saladas del keuper. Los resultados obtenidos varían con la época en que han sido tomadas las muestras. El último de aquéllos corresponde a la tomada por el Sr. Siñeriz, después de un período otoñal de lluvias, y ha dado un contenido de potasa de 3,333 gramos por litro, según el informe del Sr. Menéndez Puget, Jefe del Laboratorio de Química de nuestro Instituto.

En vista de estos indicios de la posible existencia de un yacimiento salino que contuviese la potasa en cantidades importantes, la Dirección del Instituto Geológico y Minero de España, en su afán de impulsar el descubrimiento de la riqueza minera nacional, dispuso que se efectuase un estudio geológico de la región, en el que se demostró la posibilidad de que la sal que se obtenía de la evaporación del agua, en las Salinas, procediese de un domo de aquella substancia, oculto en el subsuelo, y que para poder afirmarlo era necesaria una investigación geofísica por el método sísmico de prospección, así como un son-

deo posterior para comprobar la existencia de la potasa en aquél.

También quedó sentado en el mencionado estudio que no había posibilidad alguna de existencia de un yacimiento petrolífero, no obstante los indicios que se encontraban en la zona, por no reunirse las condiciones geológico-tectónicas necesarias para la conservación de aquél.

Por las razones mencionadas, la Superioridad me honró con el encargo de efectuar la investigación sísmica, de que nos ocupamos en los párrafos siguientes:

La investigación sísmica de la zona de las Salinas de Tollo de Cofrentes presenta grandes dificultades. Una de las condiciones indispensables para la observación de los perfiles sísmicos es que su dirección coincida con la de estratificación de las capas, y en el caso que estudiamos es imposible reconocerla, por constituir las margas salíferas una masa amorfa.

También se necesita que no sea muy elevado el valor de su ángulo de buzamiento. En las Salinas es desconocido y, lo más probable, es que sea de 90° , es decir, que aquéllas estén en posición vertical.

Si a estas razones se une la de la accidentada topografía del terreno, se comprenderán las dificultades que se presentan para la ejecución de la investigación.

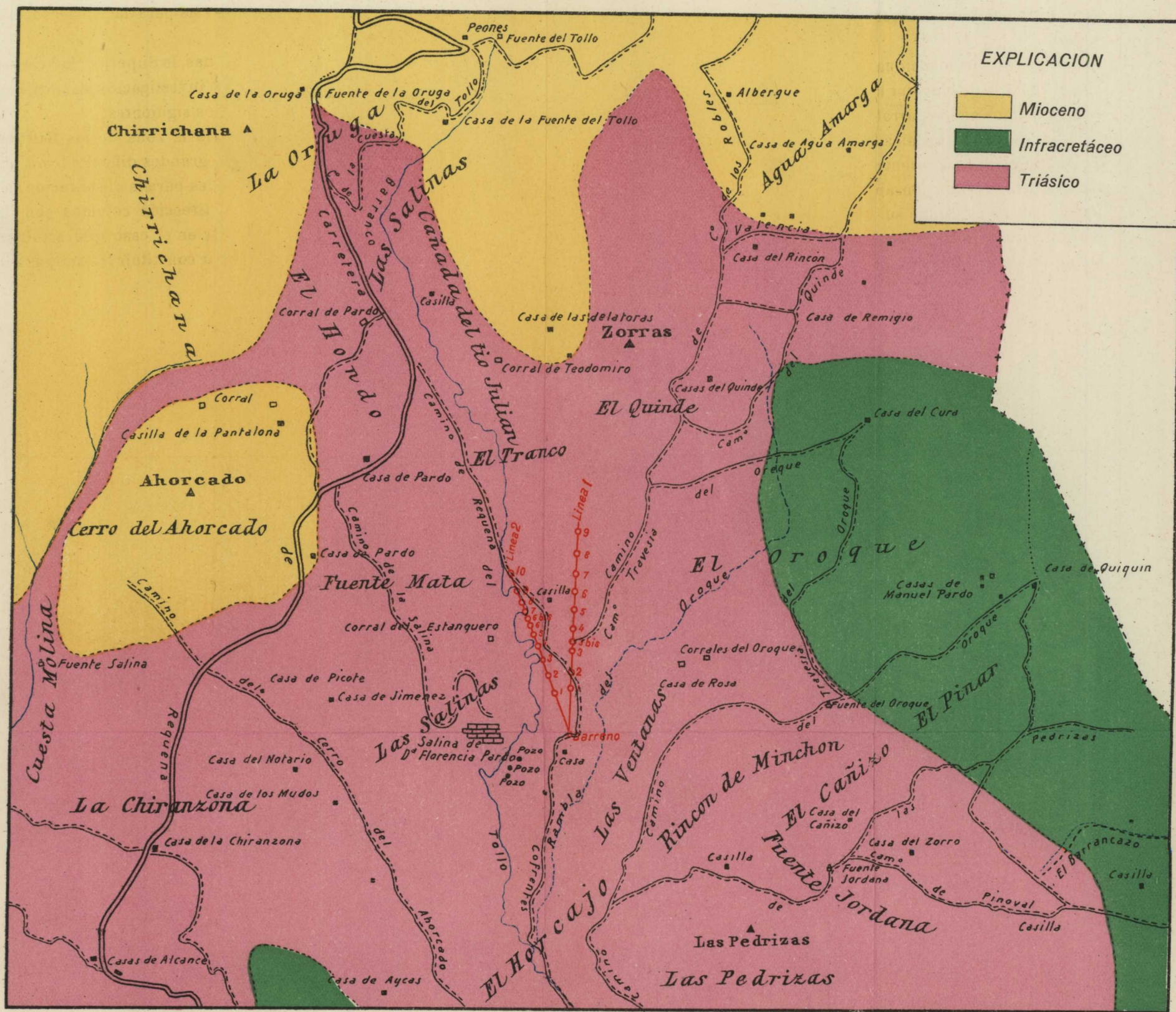
Por un detenidísimo reconocimiento del terreno, en los alrededores de la zona de estudio, obtuve la impresión de que la dirección de los pliegues se aproximaba a la N.-S., y en ese sentido proyectamos la primera línea sísmica, que, según veremos después, no coincidió con la de aquéllos. Sin embargo, nos sirvió para orientarnos más y proyectar la segunda, cuya dirección coincide sensiblemente con ellos. Esta línea cortó el yacimiento salino y nos ha

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN LAS SALINAS DEL TOLLO DE COFRENTES

PLANO DE LOS PERFILES SÍSMICOS



Escala 1:25.000



determinado la situación aproximada de la zona en que aquél se encuentra.

§ 20. Reseña geográfica y geológica.

RESEÑA GEOGRÁFICA.—Las Salinas de Tollo de Cofrentes están situadas a unos dos kilómetros al SE. del kilómetro 28 de la carretera que une Requena con Cofrentes, en la provincia de Valencia (véase la lámina XII). Distan seis kilómetros de la segunda de las localidades citadas, que se encuentra enclavada en la confluencia de los ríos Júcar y Cabriel, y unos 28 de la primera.

Están surcadas por el arroyo al que deben su nombre, que corre en la dirección N.-S., y del que probablemente procede el agua que, al filtrarse en el subsuelo, disuelve la sal y da lugar a los pozos de agua salada.

Por medio de una bomba se extrae este agua y se distribuye en un sistema de balsas, colocadas en cascada, donde se evaporan por la acción de los rayos solares. También hay instalada una caldera, cuyo hogar se alimenta con leña, para las épocas de invierno.

El conjunto de las balsas está comprendido en un pequeño circo de escarpadas laderas, cortado solamente por dos estrechas gargantas, que constituyen la entrada y salida de las aguas del río. Este circo está producido, a mi juicio, por un hundimiento del terreno, originado por la disolución de la sal. Si hubiese sido producido por erosión ¿cómo explicarse que el río no hubiese ensanchado su entrada y salida, por la misma causa?

Las Salinas están unidas con la carretera de Cofrentes a Requena por un camino de cuatro kilómetros, practicable para toda clase de vehículos, y aquellas localidades están bien comunicadas con toda la red de carreteras de la provincia.

RESEÑA GEOLÓGICA.—En la zona de las Salinas, propiamente dicha, no hay más formación geológica que la triásica del keuper, en sus dos tramos de margas yesosas y salíferas y carniolas magnesianas (véase la lámina XII).

En las cercanías, se encuentran algunos cerros, coronados por unos ligeros recubrimientos miocenos, como el Ahorcado y Chirrichana, y sierras enteras correspondientes al Infracretáceo.

En las margas triásicas no es posible apreciar la dirección de estratificación ni el ángulo de buzamiento de las capas. Al recorrer el barranco del arroyo de las Salinas, parece que se puede seguir con la vista, a lo largo de sus laderas, la línea de contacto de dos horizontes de margas de distintos colores. Este detalle, casi inapreciable, es el que nos ha hecho elegir como dirección de estratificación aproximada la de la línea Norte-Sur.

El conjunto total de las margas irisadas debe constituir un fuerte plegamiento isoclinal, que hace posible la existencia de un domo salino en uno de sus pliegues. A consecuencia de su inclinación, que tiene que ser muy próxima a 90°, el domo tendrá la apariencia de una capa vertical.

§ 21. La investigación sísmica.

LAS MEDICIONES SÍSMICAS.—Ya hemos hecho observar en el prólogo las dificultades que se presentan en la investigación que nos ocupa.

Para resolverlas proyectamos la línea I (véase la lámina XII), en la hipótesis de que coincidía con la dirección de la capa de sal. Después de terminarla, comprobamos que se separaba de ella, poco después de su origen, por lo que cambiamos su dirección 23° hacia el Oeste, proyectando la línea II, que nos sirvió para resolver el problema.

Línea I.—Tiene una longitud de 1.053 metros y consta de 10 estaciones sísmicas, situadas a las distancias del origen que se indican en el cuadro adjunto. Su dirección, con arreglo al Norte verdadero, es Norte 5° Este. Los tiempos de recorrido del rayo sísmico, calculados en milésimas de segundo, en los estados colocados al final de este Capítulo, se han escrito también en el cuadro mencionado.

Estaciones	Kms.	T''
1	0,240	0,133
2	0,340	0,156
3	0,440	0,178
3 bis	0,500	0,178
4	0,553	0,178
5	0,653	0,226
6	0,756	0,237
7	0,853	0,286
8	0,953	0,340
9	1,053	0,359

Para que no haya diferencias de nivel sensibles entre la situación de

los barrenos y la de las estaciones, tanto éstas como aquéllas están situadas fuera del barranco de las Salinas.

Estaciones	Kms.	T''
1	0,219	0,129
2	0,314	0,152
3	0,414	0,180
4	0,514	0,198
5	0,560	0,206
6	0,614	0,213
6bis	0,640	0,217
7	0,665	0,217
8	0,717	0,283
9	0,817	0,282
10	0,917	0,329

los barrenos y la de las estaciones, tanto éstas como aquéllas están situadas fuera del barranco de las Salinas.

Línea II.—La dirección de la línea II es N. 20° E. con relación al Norte verdadero, y su origen es el mismo de la línea anterior. Tiene una longitud de 917 metros y consta de 11 estaciones sísmicas. Las distancias al origen y los tiempos em-

pleados por la onda sísmica en llegar al emplazamiento de los sismógrafos, expresados en las mismas unidades que las indicadas en la línea I, se reúnen en el cuadro anterior.

Esta línea está situada en el borde del escarpe que constituye la ladera oriental del arroyo del Tollo, y no es posible, por lo tanto, observar ninguna línea más, cuya dirección gire hacia el poniente, con relación a la considerada. Las estaciones sísmicas quedarían situadas tanto en

el fondo del barranco como en sus laderas, que son inaccesibles para las caballerías que tienen que transportar los aparatos sísmicos.

LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LAS MEDICIONES SÍSMICAS.

Línea I.—Las velocidades medias del rayo sísmico, al llegar a cada estación, son las siguientes:

$$\begin{array}{l}
 V_{0-1} = \frac{0,240}{0,133} = 1.800 \text{ m/s.} \quad V_{0-6} = \frac{0,756}{0,237} = 3.200 \text{ m/s.} \\
 V_{0-2} = \frac{0,340}{0,156} = 2.150 \text{ } \quad V_{0-7} = \frac{0,853}{0,286} = 3.000 \text{ } \\
 V_{0-3} = \frac{0,440}{0,178} = 2.500 \text{ } \quad V_{0-8} = \frac{0,953}{0,340} = 2.800 \text{ } \\
 V_{0-4} = \frac{0,553}{0,178} = 3.100 \text{ } \quad V_{0-9} = \frac{1,053}{0,359} = 2.900 \text{ } \\
 V_{0-5} = \frac{0,653}{0,226} = 2.900 \text{ } \quad V_{0-3 \text{ bis}} = \frac{0,500}{0,178} = 2.800 \text{ }
 \end{array}$$

Con los datos numéricos que figuran en el primer cuadro se ha construido la línea dromocrónica número 1 (figura 19).

El rayo sísmico superficial que llega a la estación 1, posee una velocidad

$$V_1 = \frac{0,240}{0,133} = 1.800 \text{ m/s.}$$

que corresponde a los aluviones superficiales que cubren las margas irisadas.

Dicha velocidad aumenta en la estación 2 y también en la 3 de una manera uniforme, determinando la alineación de la dromocrónica, que indica un nuevo horizonte geológico, que se caracteriza por la constante sísmica

$$V_2 = V_{1-3} = \frac{0,440 - 0,240}{0,178 - 0,133} = 4.400 \text{ m/s.}$$

El valor encontrado puede corresponder a un horizonte de anhidrita o a otro de calizas. En el caso considerado es más probable el primer caso que el segundo.

El paso de la estación 3 a la 4 se indica por un valor relativo de la velocidad, igual a infinito. Por si el hecho fuere debido a un error en la indicación de los sismogra-

INVESTIGACION SISMICA EN LAS SALINAS DE
TOLLO DE COFRENTES
Línea dromocrónica número 1

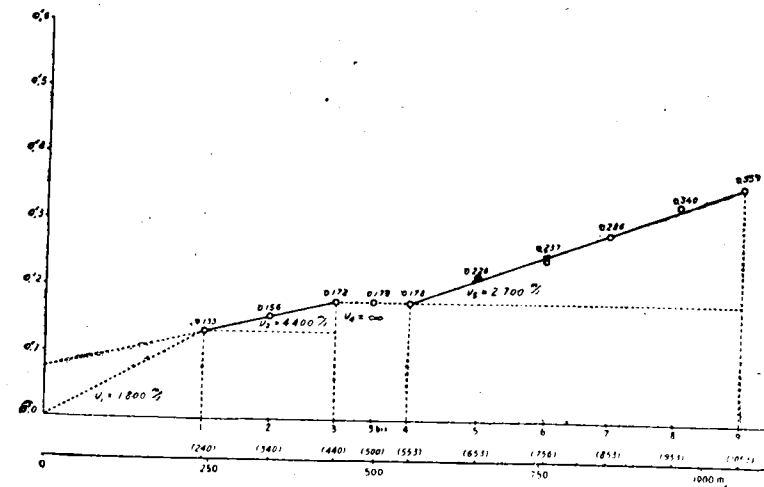


Fig. 19

mas, producido por una emisora de radio desconocida por nosotros, o por cualquier otra causa, se interpoló la estación 3 bis, obteniendo exactamente el mismo valor para el tiempo que en las 3 y 4. Es seguro, por consiguiente, el valor obtenido, que indica el paso del rayo sísmico del horizonte anterior a otro de velocidad muy superior.

Este horizonte no puede ser otro que una capa de sal o una masa de ofitas, que no ha llegado a aflorar. Si tenemos en cuenta la posibilidad de que el superior sea de anhidrita, es muy probable que el rayo sísmico haya cortado una formación de sal.

Todos los puntos siguientes de la dromocrónica, desde el 4 hasta el 9 inclusive, determinan un solo lado de la misma y, por consiguiente, un nuevo horizonte geológico, caracterizado por la velocidad

$$V_4 = V_{4-9} = \frac{1,053 - 1,553}{0,359 - 0,178} = 2.750 \text{ m/s.}$$

que corresponde a las margas del keuper, según hemos determinado en otros lugares estudiados sobre ellas.

A primera vista parece anómalo encontrar las margas debajo de la sal, cuando ésta no es visible en parte alguna y aquéllas ocupan una gran extensión superficial. Un examen más detenido de la cuestión nos aclarará la contradicción aparente encontrada.

La línea sísmica que estudiamos tiene su dirección divergente con la del domo salino, que podemos considerar como una capa vertical. De ello resulta que para las primeras estaciones el rayo sísmico que pasa por la anhidrita y la sal puede llegar a ellas antes que el superficial y deja impreso su paso en la dromocrónica. En las siguientes ha aumentado tanto el recorrido del rayo sísmico curvilíneo, que corresponde a las mencionadas formaciones, que el superficial llega a ellas en menor cantidad de tiempo y éste corre precisamente por las margas triásicas, que son las que resultan indicadas en la dromocrónica.

El razonamiento anterior nos indica que los horizontes encontrados en la dromocrónica no están en el plano ver-

tical que pasa por la línea sísmica, y que los rayos que los han determinado tampoco están en ese plano, sino en otros de mayor o menor inclinación.

Línea II.—Las velocidades medias del rayo sísmico, al alcanzar cada estación, son las siguientes:

$$\begin{aligned} V_{0-1} &= \frac{0,219}{0,129} = 1.700 \text{ m/s.} & V_{0-6} &= \frac{0,614}{0,213} = 2.800 \text{ m/s.} \\ V_{0-2} &= \frac{1,314}{0,152} = 2.050 \text{ ,} & V_{0-7} &= \frac{0,665}{0,212} = 3.100 \text{ ,} \\ V_{0-3} &= \frac{0,414}{0,180} = 2.300 \text{ ,} & V_{0-8} &= \frac{0,717}{0,283} = 2.500 \text{ ,} \\ V_{0-4} &= \frac{0,514}{0,198} = 2.600 \text{ ,} & V_{0-9} &= \frac{0,817}{0,282} = 2.900 \text{ ,} \\ V_{0-5} &= \frac{0,560}{0,206} = 2.700 \text{ ,} & V_{0-10} &= \frac{0,917}{0,327} = 2.800 \text{ ,} \end{aligned}$$

Hasta la estación 1, el rayo sísmico se propaga por los sedimentos detríticos modernos, como en la línea anterior, y llega a ella con la velocidad

$$V_2 = \frac{0,219}{0,129} = 1.700 \text{ m/s.}$$

Poco después vuelve a cortar el mismo horizonte encontrado anteriormente, que hemos admitido corresponde a la anhidrita (figura 20).

$$V_2 = V_{1-2} = \frac{0,314 - 0,219}{0,152 - 0,129} = 4.100 \text{ m/s.}$$

Este horizonte no llega a la estación 3, puesto que el lado de la dromocrónica 1-2 no pasa por el punto 3.

A partir de la estación 3, hasta la 7, la velocidad media aumenta de una manera uniforme y todos los puntos de la dromocrónica están en una alineación única, que deter-

mina la roca atravesada por la onda sísmica. La velocidad que le corresponde

$$V_3 = V_{3-7} = \frac{0,665 - 0,414}{0,217 - 0,180} = 6.700 \text{ m/s.}$$

caracteriza las formaciones de sal que hemos encontrado en todos nuestros trabajos anteriores.

Entre las estaciones 7 y 8, la velocidad media sufre una gran disminución que, en gran parte, es sólo aparente,

INVESTIGACION SISMICA EN LAS SALINAS DE
TOLLO DE COFRENTES
Línea dromocrónica número 2

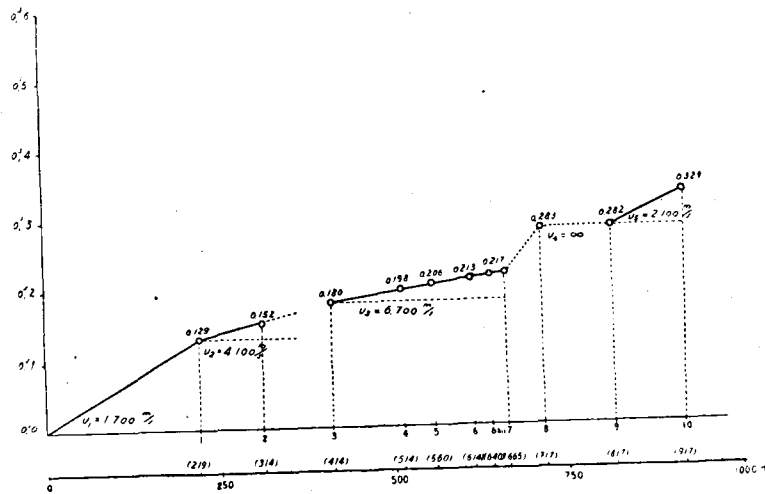


Fig. 20

por haber llegado el rayo sísmico a un horizonte de velocidad inferior.

Después, entre las estaciones 8 y 9, encontramos otra vez el valor infinito, o sea un nuevo recorrido del rayo por la sal, para terminar la línea con la velocidad

$$V_5 = V_{9-10} = \frac{0,917 - 0,817}{0,239 - 0,282} = 2.100 \text{ m/s.}$$

correspondiente al comienzo de las margas triásicas.

La dirección de esta línea coincide próximamente con la de la capa o domo de sal, y por eso hemos encontrado el largo trayecto de la dromocrónica 3-7 con su velocidad característica; pero aquélla no está situada en el plano vertical que pasa por el eje del domo salino, y el rayo sísmico, que se ha transmitido por éste, tiene una inclinación que no podemos determinar. A consecuencia de ella ha habido también otro rayo más inclinado aún, que a mayor distancia epicentral, como la de la estación 8, ha vuelto a circular por la sal, dándonos la indicación de una velocidad aparente igual a infinito.

En resumen, no podemos aplicar la teoría expuesta en nuestra obra «Los métodos geofísicos de prospección», para el cálculo de la profundidad de la sal. Admitiendo un coeficiente de profundización del rayo sísmico $K=0,25$ que hemos encontrado en otros trabajos análogos, la sal se encuentra a una distancia del barreno que no excede de

$$0,25 \times 0,414 \text{ km.} = 103,50 \text{ metros}$$

Esta distancia no se puede contar verticalmente, sino con una cierta inclinación desconocida hacia el Oeste, por la comparación de los resultados de las líneas I y II. En el plano horizontal, la distancia tiene que ser menor que la mencionada cifra.

§ 22. **Resumen.**—Los resultados obtenidos en las líneas sísmicas nos demuestran, de un modo que no deja lugar a dudas, que en el subsuelo de la zona de las Salinas de Tollo de Cofrentes, existe una formación salina,

que afecta la forma de un pliegue tan apretado que se confunde con una capa vertical o de gran inclinación.

El lugar exacto de su traza sobre la superficie del suelo no ha podido determinarse, por no permitir la accidentada topografía del arroyo del Tollo la observación de más líneas sísmicas.

Su emplazamiento está a menos de 103,50 metros del de la línea sísmica II. Encima de la sal debe existir un espacio hueco, lleno de agua, que se aprecia en la línea dromocrónica II, entre las estaciones 2 y 3, entre las que disminuye la velocidad sísmica.

Estos importantes resultados de la investigación sísmica nos mueven a aconsejar un reconocimiento por sondeos, tanto para fijar la posición del domo salino, como para comprobar la probable existencia de la silvinita, cuyo descubrimiento sería de extraordinaria importancia para la economía de la provincia y de la nacional.

Como no es seguro lograr con un solo sondeo el éxito buscado, por la zona de indeterminación ya mencionada, creemos necesario proyectar hasta tres, ya que la pequeña profundidad de cada uno no eleva demasiado el costo total de la obra.

También podría profundizarse un pozo normal, hasta la profundidad de 150 metros, y desde él practicar una galería transversal, en la dirección E.-O., hasta cortar la formación salina.

Esta segunda solución tiene el inconveniente de no poder predecir las dificultades que se presentarán en la profundización del pozo, que pudieran ser muy importantes, si se alcanzare el espacio hueco, lleno de agua, que existe encima de la sal. En este caso su costo sería, además, muy elevado.

Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes

Posición 1.
Δ 240 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16
Amplificador .. 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,20	6,20	6,20	6,20	0,784		
Punto 1	7,90	7,90	7,90	7,90			
Punto							
Componente							
Punto 2	15,00	15,00	15,00	7,10	1,910	1,126	0,133
Punto	15,70	15,70	15,70	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes

Posición 2.
Δ 340 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 13 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12
Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	6,50	6,50	6,50	6,50			
Punto							
Componente							
Punto 2	8,00	8,00	8,00	1,50	1,231	1,231	0,156
Punto	13,00	13,00	13,00	6,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 3.
Δ 440 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,30	1,30	1,30	1,30	0,166		
Punto 1	7,80	7,90	7,85	7,85			
Punto 2							
Componente	13,20	13,10	13,15	5,30	1,675	1,509	0,178
Punto 2	15,70	15,70	15,70	7,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 3 bis.
Δ 495 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,30	7,30	7,30	7,30	0,953		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 2	15,40	15,40	15,40				
Componente	19,00	18,90	18,95	3,55	2,461	1,508	0,178
Punto 3	23,10	23,10	23,10	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 4.
Δ 553 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador .. 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,90	6,80	6,85	6,85	0,867		
Punto 1	7,90	7,90	7,90	7,90			
Punto 2	15,80	15,80	15,80				
Componente	18,80	18,80	18,80	3,00	2,380	1,513	0,178
Punto 3	23,70	23,70	23,70	7,90			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 5.
Δ 653 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,10	0,10	0,10	0,10	0,016		
Punto 1	6,10	6,20	6,15	6,15			
Punto 2							
Componente	11,00	11,00	11,00	4,85	1,796	1,780	0,226
Punto 2	12,20	12,30	12,25	6,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 6.
Δ 756 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16 }
 Amplificador... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	1,10	1,00	1,05	1,05	0,134		
Punto 1.....	7,90	7,80	7,85	7,85			
Punto 2.....	15,70	15,70	15,70				
Componente.....							
Componente.....	16,80	16,80	16,80	1,10	2,145	2,011	0,237
Punto 3.....	23,30	23,30	23,30	7,60			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 7.
Δ 853 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16 }
 Amplificador... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1.....	7,50	7,60	7,55	7,55			
Punto 2.....	15,20	15,30	15,25				
Componente.....							
Componente.....	18,40	18,50	18,45	3,20	2,423	2,423	0,286
Punto 3.....	22,80	22,80	22,80	7,55			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 8.
Δ 953 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo..... 13 } Constante = 0,1268
 Registrador..... 27 }
 Radio..... 12 }
 Amplificador.... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	2,50	2,30	2,40	2,40	0,369		
Punto 1.....	6,50	6,50	6,50	6,50			
Punto 3.....	19,20	19,20	19,20				
Componente.....							
Componente.....	19,50	19,50	19,50	0,30	3,048	2,679	0,340
Punto 4.....	25,40	25,50	25,45	6,25			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 9.
Δ 1.053 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16 }
 Amplificador.... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....							
Explosión.....	1,20	1,10	1,15	1,15	0,150		
Punto 1.....	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 3.....	23,00	23,00	23,00				
Componente.....							
Componente.....	24,50	24,40	24,45	1,45	3,193	3,043	0,359
Punto 4.....	30,50	30,50	30,50	7,50			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes

Posición 1 Línea II
 Δ 219 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,60	5,60	5,60	5,60	0,748		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto							
Componente				6,10			
Componente	13,60	13,60	13,60	6,10	1,853	1,087	0,129
Punto 2	14,80	14,80	24,90	7,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes

Posición 2. Línea II
 Δ 314 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	6,00	6,10	6,05	6,05			
Punto							
Componente				1,25	1,207	1,207	0,152
Componente	7,30	7,30	7,30	1,25	1,207	1,207	0,152
Punto 2	12,00	12,20	12,10	6,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes

Posición 3. Línea II
 Δ 414 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,70	2,90	2,80	2,80	0,369		
Punto 1	7,60	7,60	7,60	7,60			
Punto							
Componente				6,60	1,892	1,523	0,180
Componente	14,20	14,20	14,20	6,60	1,892	1,523	0,180
Punto 2	15,00	15,00	15,00	7,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes

Posición 4. Línea II
 Δ 514 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,40	2,40	2,40	2,40	0,387		
Punto 1	6,30	6,10	6,20	6,20			
Punto							
Componente				5,95	1,946	1,559	0,198
Componente	12,20	12,10	12,15	5,95	1,946	1,559	0,198
Punto 2	12,50	12,50	12,50	6,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 5
Δ 560 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,10	4,00	4,05	4,05	0,529		
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto 2	15,40	15,40	15,40				
Componente							
Componente	17,50	17,60	17,55	2,15	2,285	1,756	0,206
Punto 3	23,00	22,90	22,95	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 6.
Δ 614 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,25	2,35	2,30	2,30	0,311		
Punto 1	7,50	7,30	7,40	7,40			
Punto 2	15,00	15,00	15,00				
Componente							
Componente	15,80	15,80	15,80	0,80	2,105	1,794	0,213
Punto 3	22,60	22,60	22,60	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 6 bis.
Δ 640 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,20	3,20	3,20	3,20	0,420		
Punto 1	7,55	7,65	7,60	7,60			
Punto 2	14,90	15,10	15,00				
Componente							
Componente	17,00	17,00	17,00	2,00	2,263	1,843	0,217
Punto 3	22,60	22,60	22,60	7,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 7.
Δ 665 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,20	4,20	4,20	4,20	0,700		
Punto 1	6,00	6,00	6,00	6,00			
Punto 2	12,20	12,30	12,25				
Componente							
Componente	14,70	14,80	14,75	2,50	2,409	1,709	0,217
Punto 3	18,35	18,35	18,35	6,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 8
Δ 717 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,40	2,50	2,45	2,45	0,409		
Punto 1	6,00	6,00	6,00	6,00			
Punto 2	12,00	12,00	12,00				
Componente							
Componente	16,00	16,00	16,00	4,00	2,645	2,236	0,283
Punto 3	18,15	18,25	18,20	6,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 9.
Δ 817 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	7,30	7,40	7,35	7,35	0,955		
Punto 1	7,75	7,65	7,70	7,70			
Punto 3	23,50	23,50	23,50				
Componente							
Componente	25,80	25,70	25,75	2,25	3,344	2,389	0,282
Punto 4	30,10	30,00	30,05	6,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Tollo de Cofrentes*Posición 10.
Δ 917 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,50	0,50	0,50	0,50	0,083		
Punto 1	6,00	6,00	6,00	6,00			
Punto 2	12,30	12,30	12,30				
Componente							
Componente	16,60	16,60	16,60	4,30	2,682	2,599	0,329
Punto 3	18,60	18,60	18,60	6,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

INVESTIGACION SISMICA

EN EL

ESTRECHO DE GIBRALTAR

CAPITULO VI

INVESTIGACION SISMICA EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

§ 23. Prólogo.—El estudio geológico que exponemos a continuación, nos hace ver la posibilidad de que, bajo las margas eocenas que constituyen la superficie del suelo, en ambas márgenes del Estrecho, se encuentren las calizas jurásicas o las margas yesosas del keuper. También puede suceder que la profundidad de las primeras sea superior a la de investigación, que alcanza, y aun supera algo, a la de 1.000 metros.

El único procedimiento geofísico aplicable a la resolución de este problema es el método sísmico de prospección, en el que se caracteriza cada roca por la velocidad sísmica que le corresponde. Será preciso, por consiguiente, determinar la de cada uno de los sistemas geológicos mencionados y estudiar la profundidad correspondiente a cada uno de ellos.

La velocidad sísmica de las calizas jurásicas nos es ya muy conocida por otras investigaciones, por lo que no creemos necesario gastar tiempo ni trabajo en volverla a determinar.

No sucede lo mismo con las margas triásicas, que varían de composición en las distintas regiones de España. Hemos preferido determinarlas directamente en un lugar

donde esta formación se presente en la superficie del terreno, como sucede al SE. de Medina Sidonia, en la provincia de Cádiz.

En cuanto a las margas del flysch, las estudiaremos por medio de dos perfiles sísmicos, que partan de cada uno de los sondeos practicados, en las cercanías de Tarifa uno de ellos, en la costa española, y, el otro, en las de Alcázar Seguer, en la africana. Estos sondeos tienen una profundidad aproximada de 500 metros, que nosotros aumentaremos hasta 1.000 con las observaciones sísmicas. Nos suministran la enorme ventaja de poder asegurar la continuidad de los estratos cortados por la sonda, hasta los 500 metros, debajo de esta profundidad, si sus condiciones sísmicas permanecieren invariables.

La práctica adquirida en las muchas investigaciones efectuadas, nos ha demostrado la necesidad de que los perfiles sísmicos coincidan con la dirección de estratificación de las rocas. En la costa española, esta dirección es NO.-SE., que coincide próximamente con la de la costa y la de la carretera de Tarifa a Cádiz, entre los kilómetros 71 y 76. En la africana la dirección de los estratos es análoga; pero como la línea costera no es paralela a la española, el perfil sigue la dirección normal a aquélla, que coincide con la del curso inferior del río Liam.

Para enjuiciar el problema con pleno conocimiento de causa es preciso conocer a fondo la constitución geológica de ambas márgenes del Estrecho, de la que nos ocuparemos en el apartado siguiente.

Las razones anteriores nos conducen a dividir este trabajo en tres partes: En la primera, nos ocuparemos de la reseña geológica; en la segunda trataremos de las mediciones sísmicas; y en la tercera se interpretarán los resultados obtenidos, que reuniremos en un breve resumen.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
 INVESTIGACIÓN SÍSMICA
 EN EL
 ESTRECHO DE GIBRALTAR
 PLANO DE SITUACIÓN DE LOS PERFILES SÍSMICOS

ESCALA APROXIMADA 1:335.000



EXPLICACION

- Aluvial
- Diluvial
- Plioceno
- Oligoceno
- Eoceno
- Jurásico

§ 24. **Reseña geológica.**—Hasta hace muy pocos años ha sido completamente desconocida la geología de la región del Estrecho de Gibraltar. Así se explica que se hayan emitido hipótesis como la de Termier (*), que le supone debido al hundimiento de un caparazón oval, entre Melilla y Almería, jalonado por los volcanes de Cabo de Gata, Alborán y Tres Forcas, todos de la misma época, y la de Suess, por la cual resulta de la submersión de los pliegues del Rif, entre el Dyebel Musa (Ceuta) y el Dyebel Tarik (Gibraltar), vulgarmente conocidos con el nombre de Columnas de Hércules.

En el año 1926-1927, el Instituto Geológico y Minero de España publicó el mapa geológico de la provincia de Cádiz, hecho por nuestro compañero Sr. Gavala, que es el fundamento de casi todos los conocimientos tectónicos y estratigráficos de la región del Estrecho.

Otros notables geólogos de nuestro Instituto, entre los que citaremos a los Sres. Marín, Valle, Miláns del Bosch y otros, que componían la Comisión de Estudios Geológicos de Marruecos, han reunido un conjunto de datos que permiten estudiar, no sólo los accidentes geológicos que determinaron la fusión de los dos mares, sino también las causas que encauzaron los movimientos orogénicos, producidos desde las edades más remotas de la vida de la tierra.

El compendio de todos estos trabajos se encuentra en el efectuado por el Sr. Gavala, titulado «La geología del Estrecho de Gibraltar» (**), al que remitimos al lector que

(*) J. G. Siferiz.—Boletín del Instituto Geológico y Minero de España, 1929, tomo XI, 3.ª serie, páginas 371-399.

(**) J. Gavala.—Boletín del Instituto Geológico y Minero de España, 1929, tomo XI, 3.ª serie, páginas 3-35.

deseo ampliar los detalles que daremos en esta ligera descripción.

También suministran valiosos elementos de juicio las Guías geológicas del Estrecho y del Norte de Africa, publicadas por el Instituto, con motivo del Congreso Geológico Internacional celebrado en Madrid.

Para aclarar los razonamientos geológicos, a las personas no especializadas en estas materias, creemos útil resumir en unas cuantas líneas las causas que han producido los diversos movimientos tectónicos de la región meridional de España.

FORMACIÓN ISOSTÁTICA DE LOS PLIEGUES Y FALLAS DE LA REGIÓN DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR.—El enfriamiento gradual de la tierra ha solidificado su primera corteza, que podemos compararla a las escorias de un baño metálico en fusión. En el interior, las sustancias se han colocado por orden de densidades, crecientes con la profundidad, y en el exterior se han precipitado las aguas, cubriéndola por completo, y se ha formado una densa atmósfera.

La masa central no ha tardado en desprenderse de la corteza, por experimentar una contracción más rápida que ésta y como su superficie era ya, en cierto modo, indeformable, ha tenido que plegarse para poder adaptarse al núcleo interior. Los plegamientos han producido múltiples fracturas, dividiendo la corteza en diferentes trozos. Con arreglo a los estudios isostáticos de Pratt y a las investigaciones sísmicas de Mohorovicic y Gutenberg, la corteza, de un espesor aproximado de 120 kilómetros (*),

(*) Según los cálculos del Instituto Geográfico, su valor más probable en España es de 90 kilómetros.

se apoya en la llamada superficie de compensación isostática, que goza de la propiedad de que para igualdad de superficie de apoyo los bloques corticales correspondientes tienen la misma masa y se la puede considerar dividida en dos zonas de igual profundidad, pero de propiedades muy distintas. La zona de fractura, en que la distribución de la materia es anisótropa y la inferior o de fluidez en que a consecuencia de la presión y de la temperatura, la materia se encuentra al estado pastoso y puede ceder, sin romperse, a las acciones ejercidas por los bloques de la superior.

Muchos de estos bloques no han llegado a la posición de equilibrio isostático y tienden a él por diversos movimientos que a su vez se transmiten a los colindantes, originando pliegues, hundimientos, fallas, afloramiento de rocas hipogénicas, elevaciones, etc., cuya consecuencia es la diversa repartición de los mares y la formación subsiguiente de los terrenos sedimentarios.

Al ceder la primitiva corteza para adaptarse al núcleo interior y formarse los primeros continentes, no se formaron salientes en el sentido de los meridianos, como pretendía la teoría tetraédrica, sino por el contrario, ya sea por la fuerza centrífuga o por el más intenso enfriamiento cerca de los polos, se formaron pliegues en forma de círculos paralelos al Ecuador.

El primero de estos anillos se formó en las proximidades del polo Norte. La dirección de sus pliegues indica el emplazamiento de la cadena de montañas más antigua, la *cadena huroniana*, llamada así por encontrar sus vestigios en el lago Hurón, en América.

Después, se ha formado más al Sur la cadena *caledoniana*, cuyo nombre se debe a su reconocimiento en Escocia. Posteriormente, y siempre descendiendo hacia el

Ecuador, ha emergido en el Carbonífero medio la *cadena herciniana*, en recuerdo del bosque herciniano que cubría la Selva Negra, en tiempo de César. Esta cadena se extendía por la Lorena hasta la Bretaña, y sus ramificaciones llegaron a Sierra Morena y a la región del Estrecho.

Ya bien avanzada la era terciaria, se ha producido el movimiento orogénico más grandioso que se registra en la geología: el de la *formación alpina*, representado por la cordillera Penibética e islas Baleares, con plegamientos intensos de las comarcas marginales, que han dado lugar a la formación de los Pirineos, cordillera Cantábrica, cadena central Ibérica, Montes de Toledo y Sierra Morena. Análogo plegamiento encontramos en la zona marginal situada al Sur de la cordillera Penibética, extendiéndose por Marruecos, hasta el Atlas.

Como consecuencia de la pérdida del equilibrio isostático de los bloques del Mediterráneo, por la surrección de la cordillera Penibética, se originan grandes hundimientos, directamente relacionados con la apertura del Estrecho.

Después, sólo se producen pequeños cambios, debidos al asiento de los bloques corticales, cuyo movimiento continúa en nuestros días, según se registra en las estaciones sismológicas de Málaga, Alicante y Almería.

Todos estos movimientos han tenido que quedar impresos en los estratos que forman la región del Estrecho y han de ser las directrices principales de los accidentes geológicos que podemos observar.

Su estudio se efectúa por dos procedimientos muy distintos. El geológico propiamente dicho, o de observación directa del terreno, y el sísmico, que se funda en la determinación del epicentro de cada sacudida, de las que diariamente se producen en la región.

Admitida la teoría isostática, Sieberg ha establecido las leyes que relacionan los elementos tectónicos con la posición de los epicentros y la frecuencia de los sismos a que corresponden. Según ellas, los epicentros se alinean según las trazas superficiales de las dislocaciones; de modo que si los colocamos sobre un plano lograremos establecer la división en bloques, delimitados por líneas de fractura, de la región estudiada.

El primer procedimiento ha sido seguido por el Sr. Gavalá, y en el segundo ha cooperado con los sismólogos españoles Sres. Inglada, Rey Pastor, etc., el autor de estas líneas (*). La concordancia entre ellos no puede ser más perfecta. En ambos se determinan tres sistemas principales de fallas, que delimitan el mosaico tectónico de la región. Unas veces son debidas directamente a los movimientos principales y otras son la reproducción de las antiguas, en procesos vibratorios más modernos.

Las dos fallas más importantes son: la del Guadiaro, que se prolonga en la región africana, y la de Barbate, cuya dirección coincide con la de la costa de Africa, por lo que es muy probable que falte en este continente el bloque cortical situado al poniente de la misma, hundido bajo las aguas del Atlántico. Su dirección es de Norte a Sur, y entre ambas comprenden un gran elemento tectónico plegado de la misma manera, tanto en la región española como en la africana.

Los otros dos sistemas de fallas tienen la dirección NO.-SE., es decir, la de los pliegues hercinianos, y la NE.-SO., correspondiente a los de la formación alpina.

(*) J. G. Siñeriz.—«Estudio geofísico previo de la falla del Guadalquivir». Boletín del Instituto Geológico y Minero de España, tomo XI, 3.ª serie. 1929.

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO Y TECTÓNICO DE LOS BLOQUES CORTICALES DE LA REGIÓN DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR.— Las fallas del Guadiaro y del Barbate, reproducción de la del *substratum*, dividen a la región en tres compartimientos tectónicos principales. El situado al Este de la primera, comprende una zona de margas eocenas, con algunos restos de areniscas del Oligoceno y algún pequeño asomo jurásico, hasta su contacto con el macizo Bético. No se encuentra en él ni el más leve vestigio triásico.

El central, donde las areniscas del Algibe se presentan en su desarrollo máximo y sólo se ve la formación eocena en el fondo de los valles. Se presentan algunos insignificantes apuntamientos jurásicos y, como en el anterior, falta el Triás en absoluto.

Y el del Oeste, donde hay diversas manchas eocenas, con algún retazo de la arenisca oligocena. En este compartimiento se presenta con abundancia la formación de las margas salíferas del Keuper.

El primer compartimiento se prolonga hasta Africa, aunque con caracteres distintos, puesto que la base estrato-cristalina del Dyebel Musa no existe en las canteras del puerto de Algeciras, que es su punto correspondiente en España, ni está comprobada en el Peñón de Gibraltar.

El intermedio se presenta exactamente igual en ambas márgenes del Estrecho. Su dirección de estratificación, NO.-SE. en las cercanías del sondeo de Tarifa, se conserva constantemente en las del practicado en Punta Ferdiua. Las sierras que lo forman son de análoga estructura. Hemos de hacer notar que a pocos kilómetros de la costa africana, en este compartimiento, las areniscas oligocenas han sufrido un metamorfismo tan intenso, a consecuencia del plegamiento, que a primera vista toman el aspecto de terrenos paleozoicos.

Las fallas secundarias le han subdividido en dovelas; una de las cuales, comprendida entre las de la Janda y del Jantor, ha quedado orientada en dirección normal al eje de la sierra.

Y, por último, el del Oeste, que no tiene representación en la zona africana, según ya hemos mencionado.

El examen estratigráfico efectuado nos permite deducir que las rocas constitutivas del *substratum* del Estrecho son: las areniscas del Algibe; las margas y calizas del flysch; las calizas jurásicas y las margas yesosas del Keuper.

La denudación es la causa del distinto desgaste de los tres compartimientos estudiados; acelerada en las partes elevadas y retrasada en las hundidas; o lo que es lo mismo, el central está hundido con respecto a los otros dos. Así se explica que la erosión no haya alcanzado las rocas triásicas, situadas a gran profundidad bajo la superficie del mar.

Los apuntamientos jurásicos existentes en el mismo pueden ser debidos a la erosión, ya que estas rocas tienen que estar a un nivel menos profundo que las del Keuper, o quizás a que sus capas han perforado las superiores, mucho más blandas en el proceso del plegamiento. Tanto en un caso como en el otro no cabe negar la posibilidad de un horizonte jurásico, situado debajo de las margas y calizas tabulares del flysch.

Las capas eocenas del compartimiento central, de que nos estamos ocupando, son casi verticales, y coinciden en dirección en ambas márgenes del Estrecho.

Está en lo posible que en la zona comprendida bajo las aguas se repita alguna de las fallas secundarias estudiadas, pero es seguro que no ha alterado sus condiciones tectónicas de una manera importante por las razones expuestas en el párrafo anterior.

Las consideraciones anteriores nos permiten afirmar que el elemento tectónico comprendido entre las fallas del Guadiaro y Barbate es el lugar más indicado para la perforación del túnel submarino, siempre que la profundidad de las margas impermeables del flysch sea suficiente para alcanzar el convencimiento de que todo su trazado no se sale de esta formación.

De la resolución de este problema nos ocuparemos en la investigación sísmica que se compondrá después.

APERTURA DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR.—Ya hemos dicho que las dos fallas principales del Guadiaro y del Barbate dividen a la zona meridional de España en tres compartimientos tectónicos distintos. El del Oeste, que no tiene representación en Africa, quizás por haberse hundido al poniente de la falla. El central, que se presenta con caracteres idénticos en ambas márgenes del Estrecho, tanto en su composición petrográfica como en la dirección de sus estratos; y el del Este, que también está representado en la costa africana, aunque con diferencias de nivel geológico en la disposición de las rocas que lo integran.

Después de la surrección de la Cordillera Penibética, el compartimiento central ha debido estar emergido hasta el final del tortoniense, por no encontrarse en él vestigios del Mioceno medio.

Puede suceder también que el mar de la molasa que comunicaba el Atlántico con el Mediterráneo, por los valles del Guadalquivir y del Sebú, cubriese con sus aguas a este compartimiento central y que al hundirse los dos valles quedase cubierta la dovela intermedia, formada por las sierras del campo de Gibraltar, en la que la erosión barrió los sedimentos del Mioceno medio.

Parece más probable lo primero, puesto que no ha que-

dado ni el más pequeño vestigio de aquellos sedimentos; es decir, que coincidió con el levantamiento alpino la surrección de las sierras del campo de Gibraltar, que entonces formaron el istmo de unión entre España y Africa.

Posteriormente, ya terminado el helveciense y el tortoniense, se originan los grandes hundimientos de los bloques corticales que habían perdido el equilibrio isostático, a causa del levantamiento, situados al Este de la falla.

Y el istmo queda reducido a una barrera de unos 50 kilómetros de anchura, constituida por las areniscas oligocenas, apoyadas sobre las margas del flysch.

Es fácil comprender que las aguas pluviales de los periodos sarmatiense y pontiense, en los que estuvo emergida Cádiz y la cuenca del Guadalquivir, formasen enseguida dos valles; uno hacia el Atlántico y el otro hacia el Mediterráneo.

Si se tiene en cuenta que los trastornos orogénicos anteriores tenían que estar reflejados en la tectónica del istmo, su resistencia a la erosión tenía que estar muy disminuida y la altitud del collado de separación de las dos vertientes iría descendiendo con relativa rapidez, hasta que las aguas del Atlántico alcanzaran su nivel. En este momento se produjo una inmensa catarata, que escavó el canal originario del Estrecho, sin alcanzar las profundidades actuales, debidas a los hundimientos posteriores de las fosas mediterráneas.

Con arreglo a estos razonamientos, el Estrecho de Gibraltar pudo abrirse al final del Mioceno. Sin embargo, no podemos asegurarlo, puesto que el Plioceno se inicia con nuevos hundimientos que establecieron de nuevo el régimen marino en el Sur de España y está en lo posible que uno de estos hundimientos provocase el descenso del nivel del collado, hasta alcanzar el nivel del Atlántico.

De una manera o de otra, el origen del Estrecho está comprendido entre los límites geológicos tan estrechos como el final del Mioceno y el principio del Plioceno, puesto que es seguramente anterior al Plioceno medio, según se comprueba en la costa de Cádiz, tanto atlántica como mediterránea, donde los sedimentos de este sistema tienen tales analogías de fauna y facies que tienen que proceder de un solo mar.

Después del Plioceno medio se verifica un nuevo levantamiento, comprobado en la costa española y en la africana, que es posible obstruyera el Estrecho, en todo o en parte. Pero entonces surgen los hundimientos de las fosas mediterráneas y se vuelve a abrir el canal, que alcanza rápidamente las grandes profundidades actuales.

En resumen, la apertura del Estrecho de Gibraltar se inicia entre el final del Mioceno y principio del Plioceno, sin adquirir el perfil y profundidades actuales hasta el final del segundo de los sistemas citados.

§ 25. **La investigación sísmica.**—Según hemos explicado en el prólogo, esta investigación consta de tres partes. La primera, efectuada en las cercanías de Medina Sidonia, tiene por objeto determinar directamente sobre el terreno la constante sísmica que caracteriza las margas triásicas, situadas en aquella región casi en la superficie del terreno.

La segunda parte comprende el trabajo realizado en la costa de Tarifa, para ampliar los datos obtenidos en el sondeo de La Torreta, hasta la profundidad de 1.000 metros. La tercera sirve para conseguir el mismo resultado en el practicado en el lugar llamado Punta Ferdiua, de la costa africana.

El trabajo total comprende tres perfiles sísmicos, que describiremos a continuación:

Perfil de Medina Sidonia.—Comprende 14 estaciones sísmicas, distribuidas en una línea de 1.500 metros de longitud, según se indica en la dromocrónica número 1 (figura 21). Los tiempos empleados por la onda sísmica en recorrer la distancia que las separa del lugar de los barrenos, calculado en milésimas de segundo, según se detalla en los cuadros numéricos colocados al final; las distancias epicentrales respectivas y las cantidades de dinamita correspondientes a cada explosión se reúnen en el cuadro adjunto.

CUADRO I

Explosiones	Estaciones	Kms.	T''	Kgs.
1. ^a	1	0,110	0,076	12,5
	2	0,215	0,122	
	3	0,335	0,169	
	4	0,495	0,206	
2. ^a	5	0,595	0,245	25
	6	0,695	0,267	
	7	0,795	0,304	
	8	0,895	0,337	
3. ^a	9	0,995	0,349	37,5
	10	1,095	0,390	
	11	1,203	0,404	
	12	1,303	0,471	
4. ^a	13	1,403	0,537	50
	14	1,503	0,545	

Este perfil está situado a lo largo de la carretera de Medina Sidonia a Chiclana. El emplazamiento de los barrenos está al Norte del kilómetro 17, a unos 250 pasos.

Perfil de Tarifa.—Está situado a lo largo de la carretera de Tarifa a Cádiz, entre los kilómetros 70 y 76. Las explosiones se verificaron en la costa de Punta de la Peña, muy cerca del emplazamiento del sondeo de La Torreta. Tiene la dirección SE.-NO., que es la de la estratificación local, y consta de 14 estaciones.

Los tiempos de recorrido de las ondas sísmicas; las distancias respectivas a cada estación y las cantidades de explosivos gastados, se reúnen en el cuadro II. La longitud total del perfil es de 4.720 metros.

Perfil de Cala Grande.—También la dirección de estratificación en la costa marroquí es próxima a la NO.-SE., por cuya razón el perfil que vamos a describir está dirigido de esta manera.

CUADRO II

Explosiones	Estaciones	Kms.	T''	Kgs.
1. ^a	1	0,437	0,191	37,5
	2	0,825	0,352	
	3	1,405	0,536	
	4	1,621	0,601	
2. ^a	5	1,871	0,704	75
	6	2,121	0,801	
	7	2,381	0,923	
	8	2,650	1,017	
3. ^a	9	2,910	1,119	100
	10	3,170	1,264	
	11	3,420	1,332	
	12	3,680	1,386	
4. ^a	13	4,200	1,579	125
	14	4,720	1,720	

El emplazamiento de las explosiones está situado en la margen izquierda del río Liam, a unos 500 metros de la playa de Cala Grande y a la misma distancia del río, próximamente. El recorrido del perfil se efectúa a lo largo del camino a Melusa.

El perfil de Tarifa estaba situado según la línea de la costa, mientras que el que nos ocupa es perpendicular a ella.

Debemos hacer notar que esta diferencia es sólo debida a la distinta configuración de aquella en ambas márgenes del Estrecho y no a un cambio en la marcha de las capas, que permanece constante.

Las distancias epicentrales correspondientes a cada estación, los tiempos de recorrido y los explosivos gastados constan en el cuadro III.

CUADRO III

Explosiones	Estaciones	Kms.	T''	Kgs.
1. ^a	1	0,510	0,252	60
	2	1,076	0,463	
	3	1,614	0,629	
	4	2,164	0,809	
2. ^a	5	2,399	0,900	75
	6	2,623	0,999	
	7	2,853	1,100	
	8	3,063	1,140	
3. ^a	9	3,325	1,228	100
	10	3,565	1,339	
	11	3,830	1,387	
	12	4,060	1,521	
4. ^a	13	4,320	1,633	125
	14	4,535	1,713	
	15	4,735	1,755	

LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LAS MEDICIONES SÍSMICAS.

Línea I.—Con los datos numéricos contenidos en el cuadro I se ha construido la línea dromocrónica del perfil de Medina Sidonia (fig. 21).

Según se aprecia en ella, en la comarca existen varios niveles geológicos distintos, cada uno de los cuales co-

PERFIL PREVIO EN MEDINA SIDONIA

Línea dromocrónica número 1

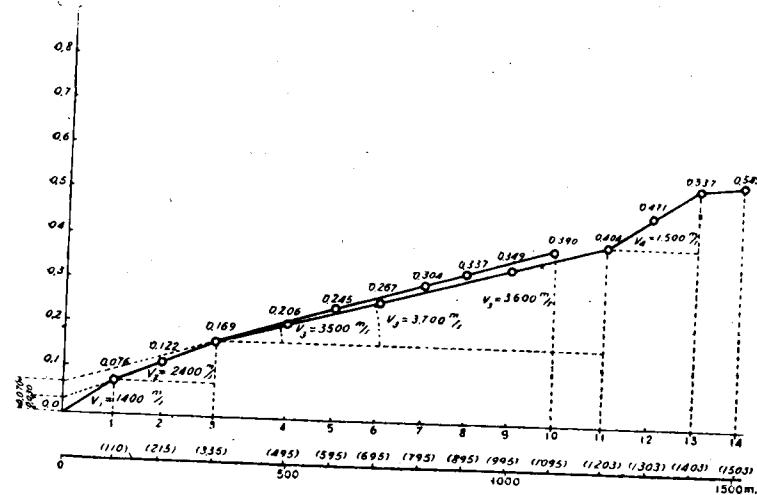


Fig. 21

responde a una alineación de puntos de la dromocrónica, dentro de la profundidad investigada.

El primero de ellos se caracteriza por la velocidad $V_1 = 1.400$ m/s., que corresponde al terreno detrítico y removido que constituyen las tierras de labor.

A continuación encontramos un pequeño horizonte de margas eocenas, con la velocidad

$$V_2 = \frac{0,335 - 0,110}{0,169 - 0,076} = 2.400 \text{ m/s.}$$

Estas son las margas que debemos encontrar en los perfiles siguientes, situados en ambos lados del Estrecho. Como a causa del reducido espesor que poseen en el terreno que estudiamos no es posible evitar la disminución de velocidad que corresponde a la acción de los agentes erosivos, la velocidad encontrada tiene que ser algo menor que la que corresponda a las margas del flysch, cuando esta formación geológica se encuentre con todo su desarrollo.

Por el empleo de nuestra fórmula, expuesta en «Los métodos geofísicos de prospección», podemos conocer la profundidad del techo de este horizonte de margas.

$$h = \frac{t}{2} \times \frac{V_1}{\sqrt{1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2}} = \frac{0,03}{2} \times \frac{1,400}{\sqrt{1 - \left(\frac{2,4}{1,4}\right)^2}} = 26 \text{ m.}$$

que es, a su vez, el fondo del horizonte superficial.

La dromocrónica nos presenta después, entre las estaciones 3 y 11, una gran regularidad en su dirección. Todos sus puntos pertenecen a una de las dos alineaciones dibujadas. La superior determina la velocidad

$$V_3 = V_{3-10} = \frac{1,095 - 0,335}{0,390 - 0,169} = 3.500 \text{ m/s.}$$

y la inferior.

$$V_3 = V_{3-11} = \frac{1,203 - 0,335}{0,404 - 0,169} = 3.700 \text{ m/s.}$$

promedio $= V_3 = 3.600 \text{ m/s.}$

El horizonte estudiado, que es el de las margas triási-

cas del keuper, visible en el terreno en infinidad de puntos, se caracteriza, por consiguiente, por esta velocidad.

La aplicación de la fórmula mencionada permite encontrar también la profundidad de la parte superior de esta formación.

$$h = 0,035 \frac{20}{\sqrt{1 - \left(\frac{2,0}{3,5}\right)^2}} = 87 \text{ metros}$$

Las estaciones 11, 12 y 13, nos señalan otro lado de la dromocrónica, que determina la velocidad,

$$V_{11-13} = V_4 = \frac{1,403 - 1,203}{0,537 - 0,404} = 1.500 \text{ m/s.}$$

Está fuera de duda, al encontrar este valor tan pequeño de la velocidad sísmica, que el nivel de las margas triásicas ha sido rebasado por el rayo sísmico, que ahora se propaga por otra formación geológica inferior. El valor encontrado puede ser, tan sólo, el efecto aparente producido en la velocidad por el encuentro repentino de un horizonte de menor velocidad que el superior y de reducido espesor, que no permite su determinación. Esta hipótesis está de acuerdo con el brusco aumento que se presenta entre las estaciones 13 y 14.

Como no tiene interés para nuestro problema aclarar estos extremos con más observaciones sísmicas, hemos dado por terminado el perfil, que nos determina la constante sísmica de las margas yesosas del keuper, con el valor de 3.600 metros por segundo.

Para conocer el espesor de estas margas triásicas podemos emplear nuestro procedimiento del coeficiente de profundización, descrito en la obra «La interpretación geológica de las mediciones geofísicas» (Madrid, 1933).

Para el primer horizonte resulta,

$$K = \frac{26}{110} = 0,24$$

En el segundo se obtiene,

$$K = \frac{87}{335} = 0,26$$

El promedio de las dos, igual a 0,25, aplicado a la distancia epicentral de 1.203 metros, nos da la profundidad de 300 metros para el muro de las margas triásicas, cuyo espesor será de $300 - 87 = 213$ metros.

Línea II.—La línea dromocrónica número 2 (fig. 22), correspondiente al perfil de Tarifa, se ha construido con los

PERFIL EN LA COSTA ESPAÑOLA DE TARIFA
Línea dromocrónica número 2

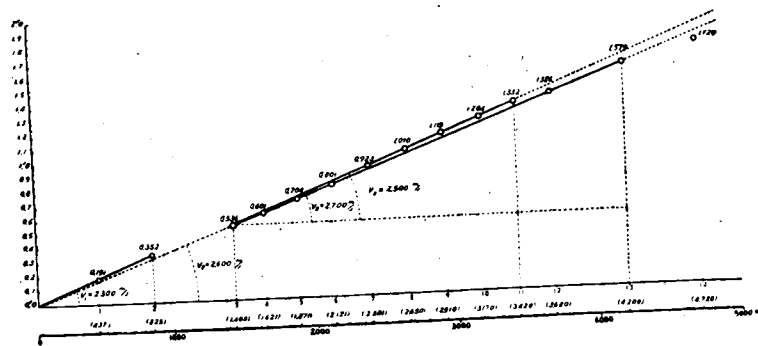


Fig. 22

datos calculados de los sismogramas contenidos en el segundo cuadro.

Su examen nos indica la existencia de un solo horizonte geológico en toda la profundidad investigada.

Entre las dos primeras estaciones encontramos una velocidad

$$V_1 = V_{0-2} = \frac{0,825}{0,352} = 2.300 \text{ m/s.}$$

Como los terrenos de labor han de producir una pequeña disminución de velocidad, la real que corresponde a las margas eocenas ha de ser mayor que la encontrada.

Su determinación exacta se efectúa en las estaciones siguientes. Todas ellas determinan dos alineaciones de puntos, dibujadas en la figura. A la superior corresponde la velocidad de

$$V_2 = V_{3-11} = \frac{3,420 - 1,405}{1,332 - 0,536} = 2.500 \text{ m/s.}$$

y la inferior,

$$V_2 = V_{3-14} = \frac{4,200 - 1,405}{1,579 - 0,536} = 2.700 \text{ m/s.}$$

Su promedio, igual a 2.600 m/s., caracteriza la formación del flysch eoceno.

Este valor nos comprueba el encontrado en la superficie de 2.300 m/s., así como el del perfil de Medina Sidonia, de 2.400.

Si aplicamos el coeficiente de profundización $K = 0,22$ a la distancia epicentral máxima de la línea, resulta que el rayo sísmico ha alcanzado la profundidad de $4.720 \times 0,22$ igual a 1.038 metros, sin salir de la misma formación geológica.

Hemos de hacer notar que por prudencia en el cálculo aplicamos el coeficiente 0,22, en vez del de 0,25, que nos resultó en el perfil anterior.

En el sondeo efectuado en el paraje denominado Punta de las Palomas, muy próximo al emplazamiento de las explosiones, se han atravesado 435 metros de arcillas duras,

alternando con bancos de caliza. A consecuencia de la gran diferencia de elasticidad existente entre ambas rocas, las estaciones sísmicas acusan aumentos y disminuciones locales de velocidad, que dan por resultado las dos alineaciones obtenidas en la dromocrónica.

Está fuera de duda que la dromocrónica tiene igual aspecto en la parte que corresponde al sondeo, que alcanza hasta pasada la estación 5, que en el resto. Por consiguiente, los mismos terrenos atravesados por la sonda continúan en toda la profundidad investigada. Además, si se observa el corte geológico número 1 (lámina XIV), se comprobará que la línea II está observada en un nivel geológico inferior al del sondeo; es decir, que si en ella se puede afirmar que hay más de 1.000 metros de margas eocenas, en el emplazamiento de aquél es probable que haya más de 2.000.

PERFIL EN LA COSTA MARROQUI DE CÁLA GRANDE
Línea dromocrónica número 3

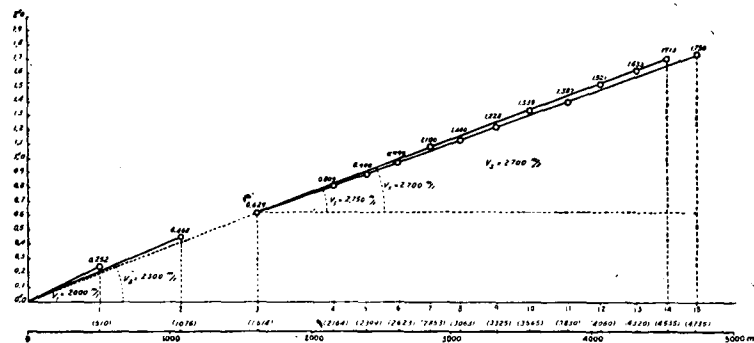


Fig. 23

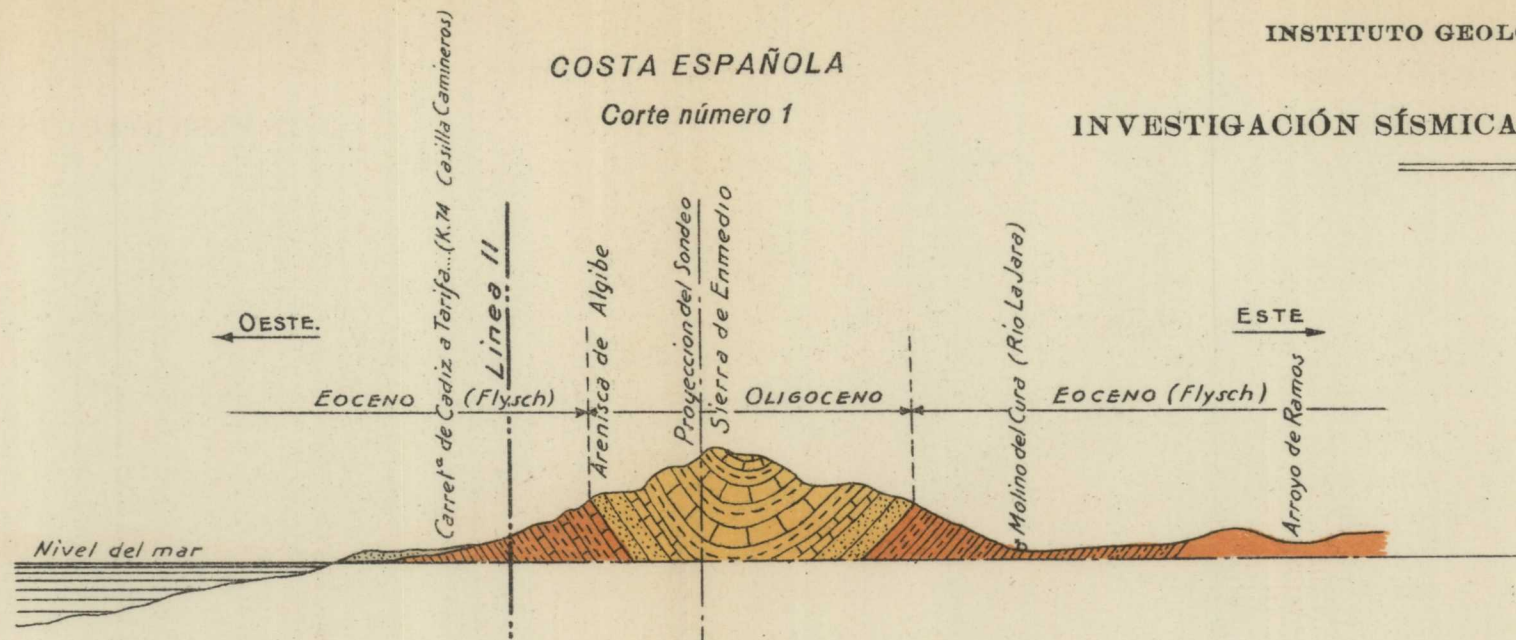
Línea III.—Los datos sísmicos del cuadro III han servido para el dibujo de la línea dromocrónica 3 (fig. 23).

Su aspecto es análogo al de la línea anterior. La única diferencia es la primera velocidad obtenida.

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

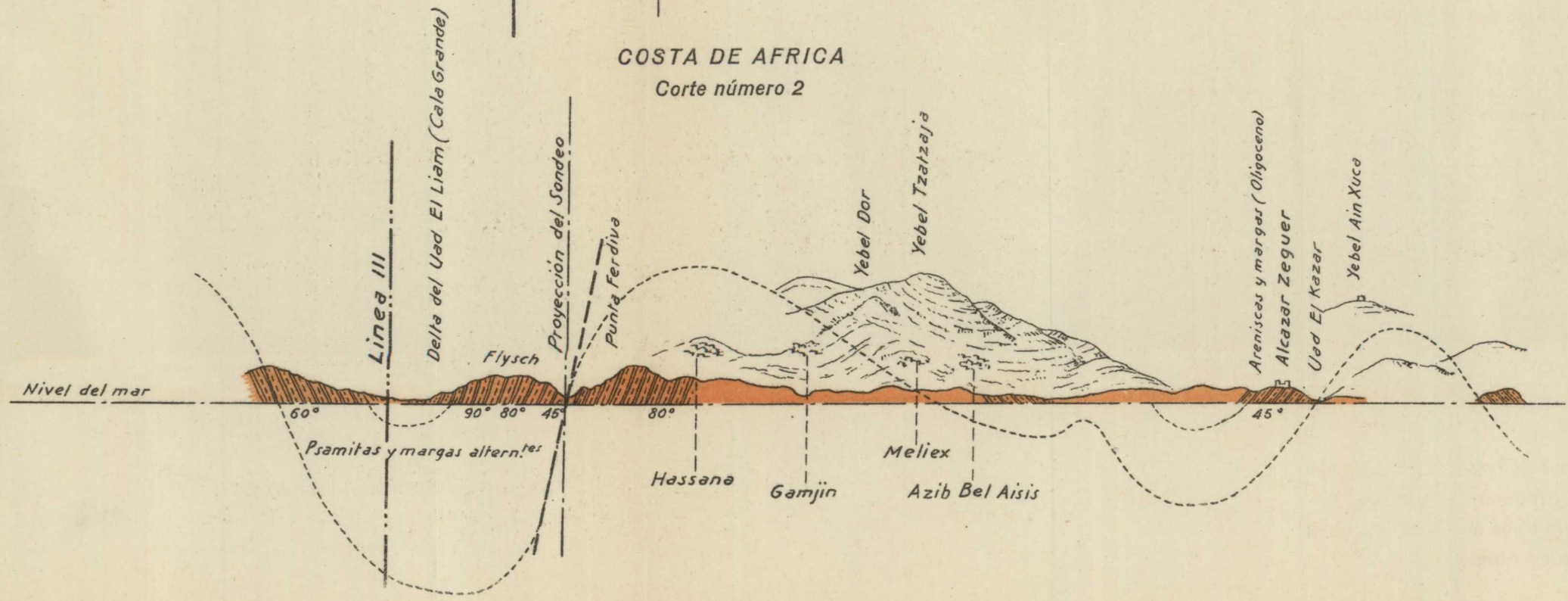
COSTA ESPAÑOLA

Corte número 1



COSTA DE AFRICA

Corte número 2



$$V_1 = 2.000 \text{ m/s.}$$

Este valor corresponde a los terrenos del delta del río Liam, en donde se han efectuado las explosiones. En cuanto el rayo sísmico ha profundizado más obtenemos de nuevo la velocidad $V_2 = 2.300 \text{ m/s.}$ de las capas del flysch, afectadas por la erosión.

Después se repite, exactamente, la línea anterior. Todas las estaciones están comprendidas entre dos alineaciones. La superior, con la velocidad

$$V_3 = V_{3-14} = \frac{4,535 - 1,614}{1,713 - 0,629} = 2.700 \text{ m/s.}$$

y la inferior,

$$V_5 = V_{3-15} = \frac{4,735 - 1,614}{1,755 - 0,629} = 2.750 \text{ m/s.}$$

Como la apreciación real de las velocidades la efectuamos en centenas de metros, las dos alineaciones nos determinan una sola velocidad

$$V_3 = 2.700 \text{ m/s.}$$

para las margas eocenas de la costa africana.

La diferencia insignificante de 100 metros, entre las velocidades de ambos márgenes, es debida a que la línea II está sobre capas más modernas que la línea III. Es decir, que si la primera se hubiera observado más lejos del eje del sinclinal, hubiéramos obtenido el valor de la segunda y recíprocamente.

El sondeo de Punta Ferdiua ha cortado 425 metros de margas con bancos de calizas. Como en el caso anterior, la dromocrónica nos permite afirmar que estas rocas con-

tinúan hasta una profundidad superior a $4.725 \times 0,22$ igual a 1.039 metros.

Con arreglo a los datos que constan en el corte número 2 de la lámina XIV, este sondeo se ha practicado en un accidente geológico, que pudiera ser la falla representada en el mismo. En el emplazamiento de la línea III debe existir una profundidad mayor de rocas eocenas que en el del sondeo.

§ 26. Resumen.—El estudio geológico anteriormente efectuado, nos ha puesto de manifiesto la posibilidad de que el compartimiento tectónico que enlaza España con Africa, entre las costas de la Punta de las Palomas y de Cala Grande, reúne buenas condiciones para la perforación del túnel submarino.

El sísmico nos ha demostrado que la profundidad de los estratos impermeables del flysch es superior a mil metros en ambas orillas del Estrecho.

Las curvas batimétricas que figuran en el plano (lámina XIII), obtenidas por los métodos sonoros modernos, en una campaña reciente del Instituto de Oceanografía, nos indican una profundidad máxima de 400 metros, en la zona central.

Si se tiene en cuenta, además, que en esa zona no debe haber grandes depósitos sobre el fondo, por tener la forma de un collado; o dicho de otra manera, que el fondo registrado por la onda sonora se aproxima mucho al fondo real, creemos posible practicar la perforación del túnel, dentro de la formación geológica del flysch.

§ 27. Sondeos de comprobación efectuados en Punta de las Palomas (Tarifa) y Cala Grande (Africa).

SONDEO DE PUNTA DE LAS PALOMAS (TARIFA).—En la zo-

SONDEO DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR

PROVINCIA DE CÁDIZ

Escala { Vertical 1:1.000
Horizontal del taladro 1:25

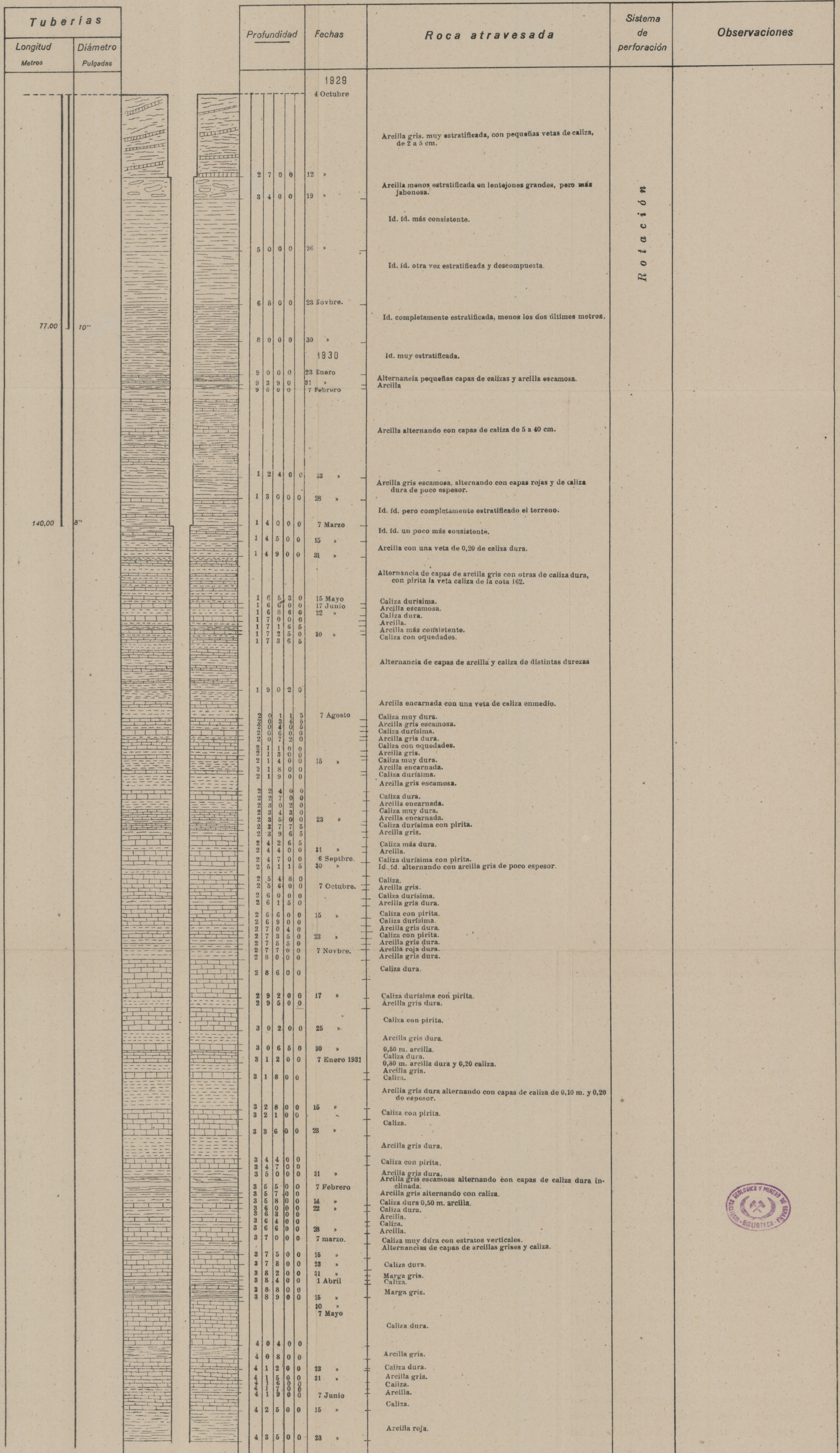


Fig. 24

na de la costa de Tarifa denominada Punta de las Palomas, al lado de la casa de la Torreta de la Peña, se ha practicado un sondeo de 435 metros de profundidad.

En toda la zona atravesada por la sonda sólo se han cortado capas de arcilla con intercalaciones de otras de caliza (véase la figura 24). A partir de la de 90 metros, el terreno es de una uniformidad completa. Entre los 25 y los 90 desaparecen las vetas calizas, así como en las capas superficiales de la zona detrítica.

La línea dromocrónica de la figura 22 está completamente de acuerdo con los resultados obtenidos en el sondeo. Su forma rectilínea indica que el rayo sísmico sólo ha encontrado una formación geológica, considerada en su conjunto. Las capas calizas intercaladas entre las arcillas son las que producen los aumentos locales de la velocidad sísmica, reflejados en la disminución de las ordenadas correspondientes a varias estaciones. La zona comprendida entre los 25 y 90 ms. de profundidad, constituida exclusivamente por arcillas, se manifiesta en los aumentos de las ordenadas de las estaciones 1 y 2, o sea en la correspondiente disminución de la velocidad de las ondas.

El rayo sísmico ha alcanzado una profundidad superior a 1.000 metros sin salir de un horizonte geológico de composición constante; o dicho de otra manera, podemos asegurar que hasta la mencionada profundidad continúa la clase de terreno atravesado por la sonda en los primeros 435 metros.

SONDEO DE CALA GRANDE (AFRICA).—Cerca de la desembocadura del río Liam, en la playa de Cala Grande o de Punta Ferdiua, de la costa marroquí, comprendida entre Ceuta y Tánger, se ha practicado el segundo sondeo de reconocimiento del subsuelo del Estrecho de Gibraltar.

La profundidad alcanzada por la sonda ha sido de 425 metros (véase la figura 25), en los que se han cortado horizontes geológicos completamente análogos a los encontrados en el sondeo de Punta de las Palomas.

Todos los razonamientos expuestos para demostrar la concordancia entre los resultados del sondeo anterior y la línea dromocrónica que le correspondía, son aplicables al que consideramos y a la línea dromocrónica de la figura 23.

Por consiguiente, también podemos afirmar que en la costa africana, a la profundidad de 1.000 metros, continúan las margas con intercalaciones calizas del flysch eoceno, cortadas en el sondeo hasta los 425. La diferencia de composición entre los estratos cortados por la sonda, en ambas márgenes del Estrecho, es debida, según ya hemos indicado, a que los de la costa africana corresponden a un horizonte geológico más profundo que los de la española, por su posición respectiva con relación al eje del sinclinal.

SONDEO DE FERDIUA

ESTRECHO DE GIBRALTAR

Escala { Vertical 1:1.000
Diámetros 1 mm. = 1 pulgada

Tuberías		Profundidad Metros	Fechas 1931 Febrero	Roca atravesada	Sistema de perforación	Observaciones
Longitud Metros	Diámetro Pulgadas					
		6 8 0	3 Marzo	Arenisca descompuesta		
				Marga gris		
		3 8 8 2		Agua		
		1 1 4 8 4	20 »	Caliza		
				Marga		
		1 3 1 2 7	29 »	Marga con pequeños bancos calizos		
		1 4 0 8 5	1 Abril	Caliza		
		1 5 3 3 5	7 »	Marga		
		1 6 3 9 0		Caliza		
		1 8 0 0 0	16 »	Marga azul		
		1 9 9 7 0	20 »	Caliza gredosa		
		2 0 4 2 0	22 »	Arenisca muy dura		
		2 0 6 0 0	23 »	Caliza gredosa		
				Marga azul		
		2 8 0 6 0	18 Mayo	Caliza		
				Marga azul		
		3 0 1 0 5	26 »	Caliza		
		3 1 2 8 0	1 Junio	Marga azul		
		3 2 9 4 5	4 »	Caliza		
		3 3 5 7 0		Marga azul		
		3 7 6 5 0	23 »			
		3 8 8 4 0	26 »	Caliza		
		3 8 9 1 0	1 Julio	Marga azul		
		4 1 5 7 5	4 »			
		4 2 5 2 2	7 »			



Fig. 25

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 1
 Δ 110 m.

Línea I
 Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
 Registrador 14 } Constante = 0,121
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,10	4,10	4,10	4,10	0,837		
Punto 1	4,90	4,90	4,90	4,90			
Punto							
Componente							
Componente	7,20	7,30	7,25	2,35	1,470	0,633	0,077
Punto 2	9,80	10,00	9,90	5,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 2.
 Δ 215 m.

Línea I
 Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,60	2,50	2,55	2,55	0,364		
Punto 1	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto							
Componente							
Componente	9,30	9,30	9,30	2,30	1,328	0,964	0,122
Punto 2	14,00	14,00	14,00	7,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 3

Δ 335 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	7,30	7,20	7,25	7,25	0,936		
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto 2	15,60	15,60	15,60				
Componente	18,50	18,50	18,50	2,90	2,367	1,431	0,169
Componente	23,50	23,50	23,50	7,90			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 4.

Δ 495 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 26 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,60	6,70	6,65	6,65	0,827		
Punto 1	8,00	8,10	8,05	8,05			
Punto 2	16,00	16,00	16,00				
Componente	19,90	19,90	19,90	3,90	2,487	1,660	0,206
Componente	24,00	24,00	24,00	8,00			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 5

Δ 595 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,60	4,70	4,65	4,65	0,597		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 2	15,70	15,70	15,70				
Componente	21,00	21,00	21,00	5,30	2,675	2,078	0,245
Componente	23,60	23,50	23,55	7,85			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 6.

Δ 695 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,80	2,80	2,80	2,80	0,389		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 2	14,20	14,20	14,20				
Componente	17,60	17,60	17,60	3,40	2,492	2,103	0,267
Componente	21,10	21,10	21,10	6,90			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 7.
Δ 795 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,121
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,510		
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50			
Punto 1	4,90	4,90	4,90	4,90			
Punto 3	14,70	14,70	14,70				
Componente				0,10	3,020	2,510	0,303
Componente	14,80	14,80	14,80	4,95			
Punto 4	19,70	19,60	19,65				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 8.
Δ 895 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 26 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador ... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,663		
Explosión	5,50	5,50	5,50	5,50			
Punto 1	8,30	8,30	8,30	8,30			
Punto 3	24,80	24,80	24,80				
Componente				3,20	3,383	2,720	0,337
Componente	28,00	28,00	28,00	8,35			
Punto 4	33,10	33,20	33,15				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 9.
Δ 995 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,384		
Explosión	3,00	3,00	3,00	3,00			
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 3	23,30	23,40	23,35				
Componente				2,65	3,342	2,958	0,349
Componente	26,00	26,00	26,00	7,75			
Punto 4	31,10	31,10	31,10				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 10.
Δ 1.095 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268.
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,922		
Explosión	6,50	6,50	6,50	6,50			
Punto 1	7,10	7,00	7,05	7,05			
Punto 3	20,90	20,90	20,90				
Componente				7,10	4,000	3,078	0,389
Componente	28,00	28,00	28,00	7,10			
Punto 4	28,00	28,00	28,00				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 11.

Línea I

Δ 1.203 m.

Observador: Orti

Sismógrafo	23	} Constante = 0,121
Registrador	14	
Radio	15	
Amplificador ...	15	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,206		
Explosión	1,00	1,00	1,00	1,00			
Punto 1	4,90	4,80	4,85	4,85			
Punto 3	14,70	14,60	14,65				
Componente				2,70	3,545	3,339	0,404
Componente	17,40	17,30	17,35				
Punto 4	19,60	19,60	19,60	4,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 12.

Línea I

Δ 1.303 m.

Observador: Cantos

Sismógrafo	26	} Constante = 0,1240
Registrador	15	
Radio	13	
Amplificador ...	14	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,158		
Explosión	1,30	1,30	1,30	1,30			
Punto 1	8,20	8,20	8,20	8,20			
Punto 3	25,00	25,00	25,00				
Componente				8,00	3,958	3,800	0,471
Componente	33,00	33,00	33,00				
Punto 4	33,30	33,40	33,35	8,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 13.

Línea I

Δ 1.403 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo	25	} Constante = 0,1180
Registrador	13	
Radio	16	
Amplificador	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,50	3,50	3,50	3,50	0,448		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 4	31,00	31,00	31,00				
Componente				7,70	5,000	4,552	0,537
Componente	38,70	38,70	38,70				
Punto 5	38,70	38,70	38,70	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 14.

Línea I

Δ 1.503 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo	27	} Constante = 0,1268
Registrador	27	
Radio	12	
Amplificador	26	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,70	4,70	4,70	0,583		
Punto 1	8,00	8,10	8,05	8,05			
Punto 4	31,70	31,70	31,70				
Componente				7,10	4,882	4,299	0,545
Componente	38,80	38,80	38,80				
Punto 5	39,70	39,80	39,75	8,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 1.
Δ 437 m.

Línea II

Observador: Cantos

Sismógrafo 26 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador ... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,537		
Explosión	4,40	4,30	4,35	4,35			
Punto 1	8,20	8,00	8,10	8,10			
Punto 2	16,30	16,20	16,25				
Componente				0,65	2,078	1,541	0,191
Punto 3	17,00	16,80	16,90	8,30			
Punto	24,60	24,50	24,55				
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 2.
Δ 885 m.

Línea II

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,500		
Explosión	4,00	3,90	3,95	3,95			
Punto 1	7,90	7,90	7,90	7,90			
Punto 3	23,40	23,40	23,40				
Componente				3,80	3,484	2,984	0,352
Punto 4	27,20	27,20	27,20	7,85			
Punto	31,30	31,20	31,25				
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 3
Δ 1.405 m.

Línea II

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,367		
Explosión	1,80	1,80	1,80	1,80			
Punto 1	4,90	4,90	4,90	4,90			
Punto 4	19,50	19,40	19,45				
Componente				3,75	4,790	4,423	0,536
Punto 5	23,20	23,20	23,20	4,75			
Punto	24,20	24,20	24,20				
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 4.
Δ 1.621 m.

Línea II

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,900		
Explosión	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 1	8,00	8,00	8,00	8,00			
Punto 5	40,40	40,30	40,35				
Componente				5,20	5,638	4,738	0,601
Punto 6	45,60	45,50	45,55	8,15			
Punto	48,50	48,50	48,50				
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 5.

Línea II

Δ 1.871 m.

Observador: Cantos

Sismógrafo 28 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador ... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,637		
Explosión	5,30	5,20	5,25	5,25			
Punto 1	8,30	8,20	8,25	8,25			
Punto 6	49,00	49,00	49,00				
Componente					6,318	5,681	0,704
Componente	51,60	51,50	51,55	2,55			
Punto 7	57,00	57,00	57,00	8,00			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 6.

Línea II

Δ 2.121 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,608		
Explosión	4,70	4,60	4,65	4,65			
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 7	53,70	53,70	53,70				
Componente					7,397	6,789	0,801
Componente	56,80	56,80	56,80	3,10			
Punto 8	61,50	61,50	61,50	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 7.

Línea II

Δ 2.381 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,545		
Explosión	4,60	4,50	4,55	4,55			
Punto 1	8,40	8,30	8,35	8,35			
Punto 7	58,80	58,80	58,80				
Componente					7,820	7,275	0,923
Componente	65,70	65,60	65,65	6,85			
Punto 8	67,20	67,10	67,15	8,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 8.

Línea II

Δ 2.650 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,382		
Explosión	3,00	2,90	2,95	2,95			
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto 8	61,40	61,40	61,40				
Componente					9,000	8,618	1,017
Componente	69,20	69,20	69,20	7,80			
Punto 9	69,20	69,20	69,20	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 9.
Δ 2.910 m.

Línea II

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,792		
Explosión	3,80	3,80	3,80	3,80			
Punto 1	4,80	4,80	4,80	4,80			
Punto 10	48,50	48,50	48,50				
Componente	48,70	48,70	48,70	0,20	10,040	9,248	1,119
Componente	53,50	53,50	53,50	5,00			
Punto 11							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 10.
Δ 3.170 m.

Línea II

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,327		
Explosión	2,80	2,70	2,75	2,75			
Punto 1	8,40	8,40	8,40	8,40			
Punto 10	82,80	82,80	82,80				
Componente	85,20	85,20	85,20	2,40	10,292	9,965	1,264
Componente	91,00	91,00	91,00	8,20			
Punto 11							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 11
Δ 3.420 m.

Línea II

Observador: Cantos

Sismógrafo 28 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador ... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,963		
Explosión	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 1	8,10	8,10	8,10	8,10			
Punto 11	87,20	87,20	87,20				
Componente	92,60	92,60	92,60	5,40	11,706	10,743	1,332
Componente	94,80	94,90	94,85	7,65			
Punto 12							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 12.
Δ 3.680 m.

Línea II

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,957		
Explosión	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 1	8,20	8,10	8,15	8,15			
Punto 11	89,10	89,20	89,15				
Componente	96,30	96,40	96,35	7,20	11,890	10,933	1,386
Componente	97,20	97,30	97,25	8,10			
Punto 12							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 13.
 Δ 4.200 m.

Línea II

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,70	3,70	3,70	3,70	0,763		
Punto 1	4,90	4,80	4,85	4,85			
Punto 13	63,80	63,70	63,75				
Componente							
Componente	67,80	67,70	67,75	4,00	13,815	13,052	1,579
Punto 14	68,70	68,60	68,65	4,90			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 14.
 Δ 4.720 m.

Línea II

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	7,50	7,40	7,45	7,45	0,968		
Punto 1	7,80	7,60	7,70	7,70			
Punto 14	107,20	107,10	107,15				
Componente							
Componente	111,40	111,20	111,30	4,15	14,535	13,567	1,720
Punto 15	115,00	114,80	114,90	7,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 1
 Δ 510 m.

Línea III

Observador: Cantos

Sismógrafo 28 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador ... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,80	4,80	4,80	4,80	0,603		
Punto 1	8,00	7,90	7,95	7,95			
Punto 2	15,70	15,70	15,70				
Componente							
Componente	20,80	20,80	20,80	5,10	2,623	2,030	0,252
Punto 3	23,70	23,80	23,75	8,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 2.
 Δ 1.076 m.

Línea III

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,80	2,70	2,75	2,75	0,379		
Punto 1	7,30	7,20	7,25	7,25			
Punto 4	28,80	28,70	28,75				
Componente							
Componente	29,30	29,30	29,30	0,55	4,075	3,696	0,468
Punto 5	36,10	36,10	36,10	7,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 3.

Línea III

 Δ 1.614 m.

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,136		
Explosión	0,70	0,70	0,70	0,70			
Punto 1	5,20	5,10	5,15	5,15			
Punto 5	25,50	25,50	25,50				
Componente	27,20	27,20	27,20	1,70	5,336	5,200	0,629
Punto 6	30,50	30,60	30,55	5,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 4.

Línea III

 Δ 2.164 m.

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador ... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,903		
Explosión	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto 7	53,90	53,80	53,85				
Componente	59,70	59,70	59,70	5,85	7,760	6,857	0,809
Punto 8	61,60	61,50	61,55	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 5.

Línea III

 Δ 2.399 m.

Observador: Cantos

Sismógrafo 28 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,322		
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50			
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto 8	61,80	61,70	61,75				
Componente	65,50	65,40	65,45	3,70	8,483	8,161	1,012
Punto 9	69,40	69,40	69,40	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 6.

Línea III

 Δ 2.623 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 26 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,139		
Explosión	1,00	1,00	1,00	1,00			
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 8	57,70	57,70	57,70				
Componente	63,30	63,40	63,35	5,65	8,753	8,614	1,092
Punto 9	65,20	65,20	65,20	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 7.
Δ 2.853 m.

Línea III

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	6,70	6,80	6,75	6,75	0,865		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 10	78,50	78,60	78,55				
Componente				1,45	10,188	9,323	1,100
Componente	80,00	80,00	80,00				
Punto 11	86,20	86,30	86,25	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 8.
Δ 3.063 m.

Línea III

Observador: Cantos

Sismógrafo 28 } Constante = 0,1240
 Registrador 15
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 8	64,00	64,00	64,00				
Componente				7,95	9,000	9,193	1,140
Componente	72,00	72,00	71,95				
Punto 9	72,00	71,90	71,95	7,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 9
Δ 3.325 m.

Línea III

Observador: Orti

Sismógrafo 23 } Constante = 0,1210
 Registrador 14
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,20	2,20	2,20	2,20	0,431		
Punto 1	5,10	5,10	5,10	5,10			
Punto 10	50,70	50,60	50,65				
Componente				2,95	10,583	10,152	1,228
Componente	53,50	53,50	53,50				
Punto 11	55,70	55,70	55,70	5,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar*Posición 10.
Δ 3.565 m.

Línea III

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27
 Radio 12
 Amplificador 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,90	1,90	1,90	1,90	0,264		
Punto 1	7,20	7,20	7,20	7,20			
Punto 10	73,10	73,20	73,15				
Componente				5,90	10,824	10,560	1,339
Componente	79,00	79,10	79,05				
Punto 11	80,30	80,30	80,30	7,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 11.
 Δ 3.830 m.

Línea III

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador .. 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,90	5,80	5,85	5,85	0,754		
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto 12	93,30	93,30	93,30				
Componente				4,05	12,512	11,758	1,387
Componente	97,30	97,40	97,35	7,90			
Punto 13	101,20	101,20	101,20				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 12.
 Δ 4.060 m.

Línea III

Observador: Cantos

Sismógrafo 28 }
 Registrador 15 } Constante = 0,1240
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,90	2,80	2,85	2,85	0,372		
Punto 1	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 12	93,70	93,50	93,60				
Componente				5,05	12,640	12,268	1,521
Componente	98,70	98,60	98,65	7,90			
Punto 13	101,50	101,50	101,50				
Punte							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 13.
 Δ 4.320 m.

Línea III

Observador: Orti

Sismógrafo 23 }
 Registrador 14 } Constante = 0,1210
 Radio 15
 Amplificador.... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,70	4,70	4,70	0,921		
Punto 1	5,10	5,10	5,10	5,10			
Punto 14	71,20	71,30	71,25				
Componente				2,10	14,420	13,499	1,633
Componente	73,30	73,40	73,35	5,00			
Punto 15	76,20	76,30	76,25				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

Posición 14.
 Δ 4.535 m.

Línea III

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador.... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,30	2,30	2,30	2,30	0,317		
Punto 1	7,20	7,30	7,25	7,25			
Punto 13	93,20	93,20	93,20				
Componente				6,00	13,827	13,510	1,713
Componente	99,20	99,20	99,20	7,25			
Punto 14	100,40	100,50	100,45				
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar -

Posición 15.

Línea III

Δ 4.735 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 26

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,20	5,10	5,15	5,15	0,720		
Punto 1	7,20	7,10	7,15	7,15			
Punto 14	101,70	101,50	101,60				
Componente							
Componente	105,70	105,70	105,70	4,10	14,564	13,844	1,755
Punto 15	108,80	108,90	108,85	7,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

INVESTIGACION HIDROLOGICA
 POR LOS METODOS GRAVIMETRICO Y SISMICO

EN LA

LLANURA DE LEON

CAPITULO VII

INVESTIGACION HIDROLOGICA EN LA LLANURA DE LEON, POR MEDIO DE LOS METODOS GRAVIMETRICO Y SISMICO

§ 28. **Prólogo.**--En la llanura miocena de la provincia de León existe una cuenca artesiana, reconocida en múltiples lugares por sondeos de poca profundidad. Ninguno de ellos ha alcanzado el nivel inferior del Mioceno o Paleogeno, ni menos el Cretáceo y Carbonífero subyacentes.

En el Paleogeno debe existir un nivel artesiano de gran importancia, por aflorar sus sedimentos, que poseen una gran permeabilidad, cerca de Boñar, a más de 200 metros de altura sobre la llanura.

El techo del Carbonífero que, en conjunto, puede calificarse como impermeable, es también asiento de otro nivel acuífero de consideración.

Tanto el Paleogeno como el Cretáceo deben terminar sobre el Carbonífero, adelgazado en forma de cuña, o sea que su desarrollo debajo de la llanura superficial no debe ser de gran consideración. Es por consiguiente muy probable que, en la mayor parte de aquélla, el Mioceno esté directamente sobre el Carbonífero y que en este contacto se encuentre también toda el agua que procede de los afloramientos del Paleogeno, constituyendo un importantísimo nivel artesiano.

El agua que contenga el mencionado contacto se acumulará en las vaguadas que produjo la erosión meteórica, después del período Carbonífero, durante el enorme espacio de tiempo que aquellos sedimentos estuvieron emergidos y, por el contrario, disminuirá en las divisorias que las separen. Por lo tanto, será fundamental para la investigación que nos proponemos la determinación de las líneas tectónicas sinclinales y anticlinales del *substratum* carbonífero, oculto debajo de los sedimentos más modernos.

Una vez localizados los ejes de los sinclinales, podremos calcular su profundidad aproximada por medio de un perfil sísmico de longitud suficiente.

Las anteriores líneas esbozan el plan general que tendremos que desarrollar. Por medio de dos o más perfiles gravimétricos determinaremos el punto de paso de los ejes buscados en cada uno de ellos, para obtener, con los datos suministrados, su traza sobre el plano y determinar su profundidad por el método sísmico de prospección.

Como la alineación más probable de los pliegues del Carbonífero es la herciniana, los perfiles gravimétricos, que tienen que ser perpendiculares a los accidentes tectónicos que se buscan, deben estar observados en la dirección aproximada NE.-SO.

Las carreteras que parten de Mansilla de las Mulas a Cistierna y Boñar, respectivamente, se aproximan a la dirección conveniente para los perfiles gravimétricos y por ello se han elegido para la ejecución del trabajo.

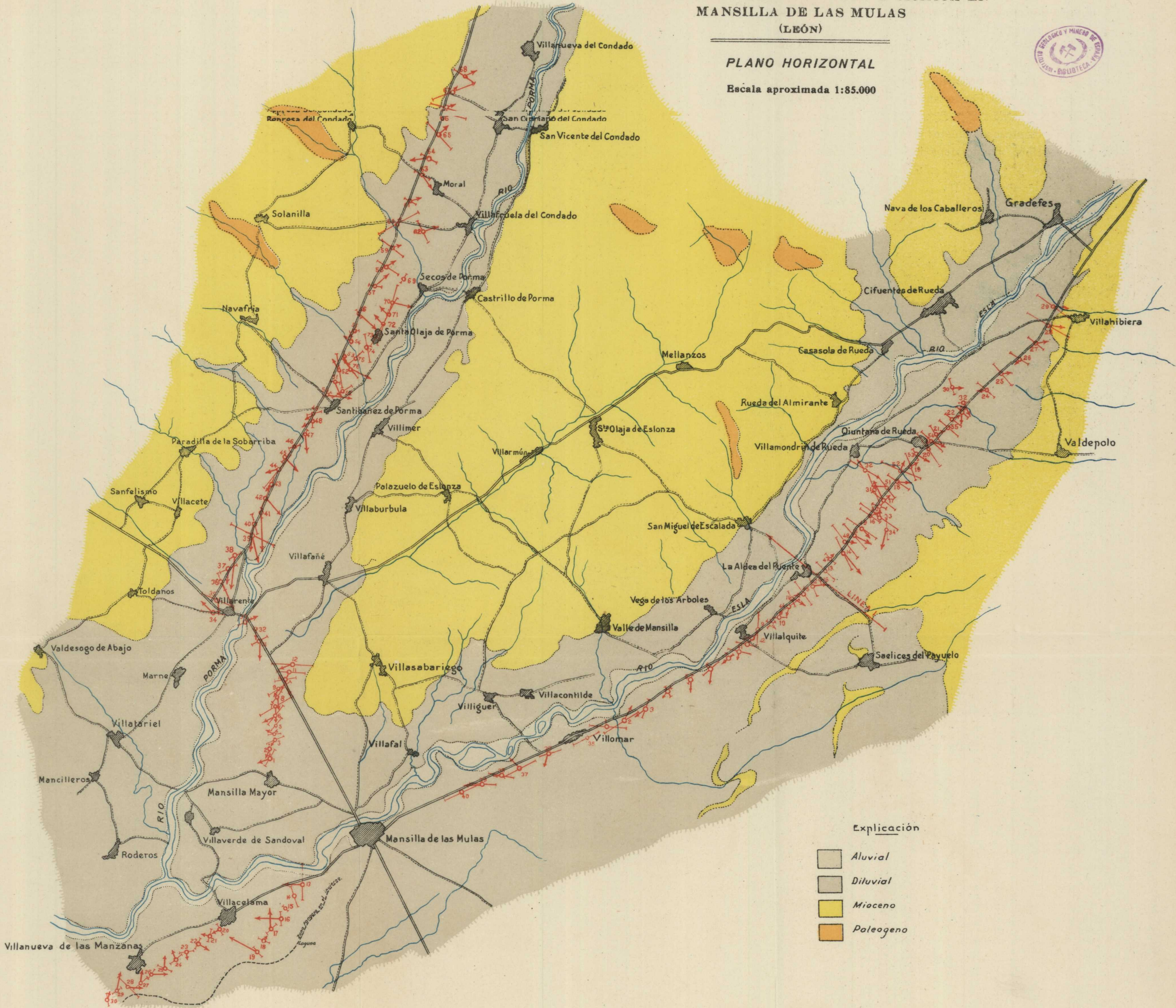
§ 29. Reseña geográfica y geológica.—La zona de estudio se encuentra en las cuencas de los ríos Porma y Esla. La del valle del primero comprende desde Mansilla la Mayor, próximo a la confluencia de ambos, hasta el ki-

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INVESTIGACIÓN GRAVIMÉTRICA Y SÍSMICA EN
MANSILLA DE LAS MULAS
(LEÓN)

PLANO HORIZONTAL

Escala aproximada 1:85.000



Explicación

- Aluvial
- Diluvial
- Mioceno
- Paleogeno

lómetro 13 de la carretera de Boñar; y en el segundo, desde la estación de Palanquinos hasta el kilómetro 28 de la de Cistierna (véase el plano de la lámina XV).

Tanto su reseña geográfica como la geológica, se han descrito minuciosamente en las hojas de Gradefes y Mansilla de las Mulas, publicadas por nuestro Instituto, por cuya razón sólo recordaremos algunos detalles de importancia para la investigación propuesta.

La llanura leonesa corresponde a los terrenos modernos que se extienden sobre las márgenes del Duero, en forma de altiplanicie suavemente ondulada con una ligera inclinación, dirigida de NE. a SO. En ella se presentan dos horizontes topográficos: uno de los cuales caracteriza la parte llana, y el otro, que se alza sobre ella, está formado por una serie de terrazas de superficie tanto más irregular y elevada cuanto más septentrional es su situación. Los horizontes de mayor elevación determinan las divisorias hidrográficas de los dos ríos mencionados.

Desde el punto de vista geológico, la zona está constituida por dos formaciones modernas, que abarcan desde la de acarreo al Terciario, en sus diferentes tramos.

La primera está representada por varias terrazas, que se escalonan suavemente a partir de las más recientes o pleistocenas, en las inmediaciones de ambos ríos, y siguen hasta las más antiguas, quizás miocenas, que recubren, en parte, los estratos de esta misma formación. La segunda ocupa los niveles topográficos más elevados, contorneando los valles y enlazándose con ellos de un modo suave y gradual por la disgregación lenta y progresiva de los elementos blandos de sus capas, frecuentemente margo-arcillosas y friables. Algunas veces se enlazan, por el contrario, de un modo brusco, constituyendo verdaderos acantilados.

Como la disposición de los bancos es sensiblemente horizontal o, cuando más, con ligerísima pendiente, sólo algo acentuada al aproximarse al borde de la formación, y sus capas arcillosas, blandas, alternan con otras duras de marcado carácter sabuloso, se aprovecharon en los tiempos prehistóricos para la ejecución de viviendas del hombre primitivo, labradas sobre las primeras y sirviéndolas de techo y suelo las hiladas duras y resistentes. De tales moradas se encuentran múltiples restos en las inmediaciones de Villasabariego y otros pueblos de la zona.

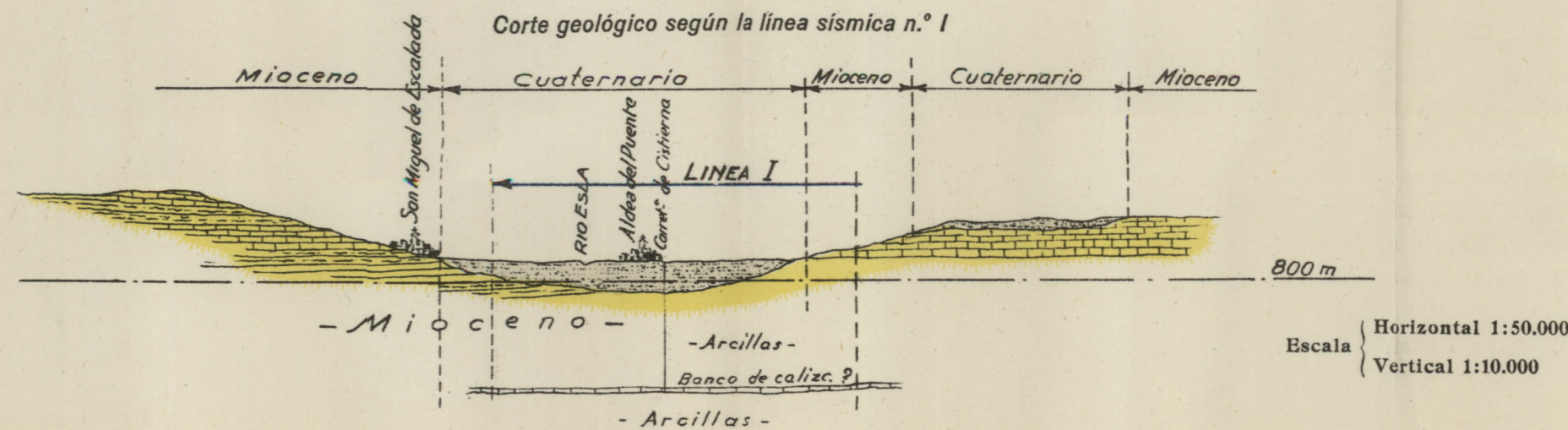
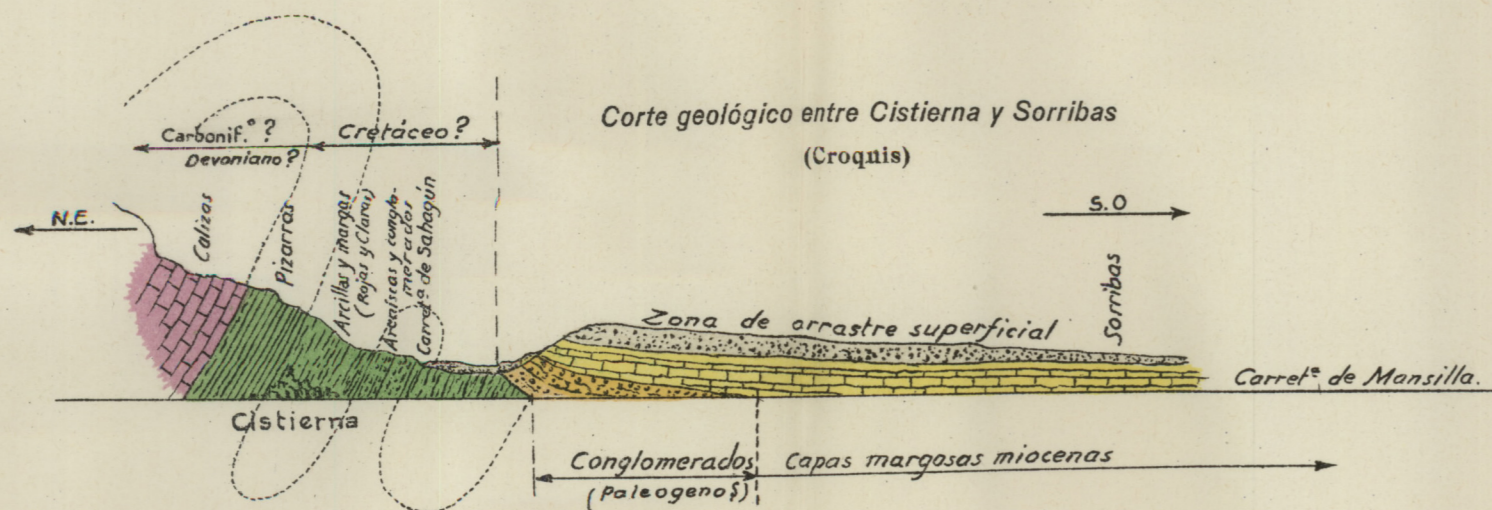
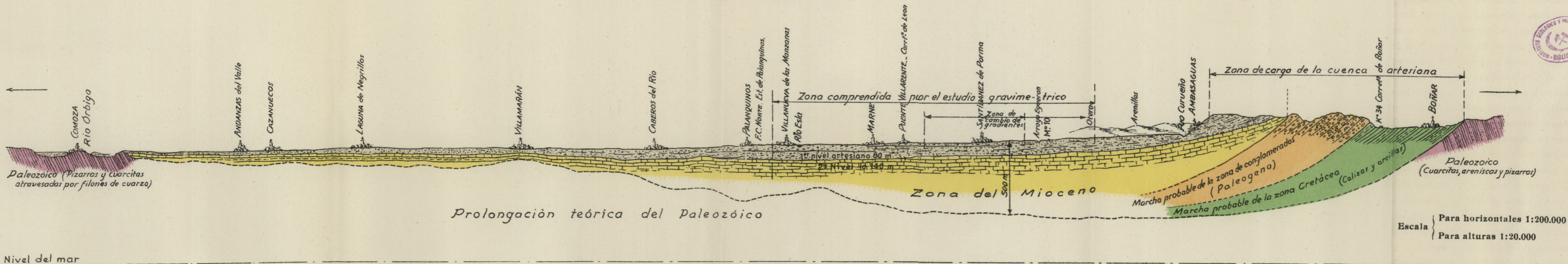
Estas dos formaciones modernas descansan por el SO., si no en su totalidad por lo menos en una gran parte, sobre los filadíos y cuarcitas del Paleozoico, que se interna en la provincia de Zamora por La Bañeza y Comoza (véase el corte general representado en la lámina XVI); pero en el sentido opuesto, o sea el NE., el Mioceno se apoya en un potente tramo de conglomerados también terciarios, probablemente oligocenos, cuyos primeros bancos se presentan en las cercanías de Lugán, frente al kilómetro 27 de la carretera de Boñar, con acentuado buzamiento hacia el centro de la cuenca, a la que bordea con una potencia superficial de 3 a 4 kilómetros, según se representa en el mencionado corte geológico.

La particularidad que ofrecen estos conglomerados, formados por cantos de naturaleza silícea, es que se hallan dispuestos en tongadas, separadas por juntas arenosas de escasísimo espesor, por lo que el conjunto aparece en forma de bancos con tendencia marcada a disminuir de espesor en profundidad, como corresponde a una formación litoral. Su orientación es aproximadamente de levante a poniente, en concordancia completa con la de las capas miocenas en contacto con ellas.

En el mismo sentido, es decir, siguiendo hacia Boñar

INVESTIGACIÓN GRAVIMÉTRICA EN MANSILLA DE LAS MULAS

Corte geológico desde Comoza (Zamora) hasta Boñar (León)



por el curso del Porma, suceden a dichos conglomerados en orden estratigráfico descendente, nuevos bancos de naturaleza calcárea y marcado carácter cretáceo, que alternan con otros de arcilla y sabulosos de la misma formación. Su dirección es de NO. a SE., o sea algo discordante con la de los anteriores, y la inclinación es de 30° sobre el horizonte. El tramo tiende a estrecharse también hacia el centro de la cuenca.

Al conjunto le sirven de asiento las pizarras y cuarcitas paleozoicas, que aparecen inmediatamente después del mencionado pueblo de Boñar, en disposición vertical o buzando al Norte, con inclinaciones de unos 80° sobre el horizonte, como se observa a la salida del balneario.

En el aludido corte geológico se indica, con bastante claridad, la disposición de ambos terrenos entre sí. Parece ser, con arreglo al mismo, que las formaciones modernas descansan sobre el paleozoico, que debe ser el asiento general de la zona, mediante la interposición lateral de los conglomerados paleogenos y las capas cretáceas, que conjuntamente, o por separado, constituyen el borde de la cuenca.

Sobre el curso del Esla, aguas arriba de la zona de estudio, no se presentan los terrenos mencionados tan bien definidos en su sucesión relativa, como no sea en lo que se refiere a los modernos. Estos siguen con caracteres análogos hasta las inmediaciones de Cistierna, pero en este punto aparecen de súbito las arcillas y margas de colores grises, rojos y claros, alternando con capas de carácter sabuloso y bancos de areniscas y conglomerados, cuyo conjunto parece corresponder a una formación secundaria, probablemente cretácea (véase el corte geológico entre Cistierna y Sorribas de la lámina XVI), base quizá del tramo de calizas de que hemos hablado.



La concordancia que guardan dichas capas con la inclinación y buzamiento de las pizarras y calizas más antiguas, devonianas o carboníferas, y la circunstancia de servirles de asiento, parece indicar la disposición de un pliegue de cobijadura o isoclinal en los términos que indicamos en líneas ideales en el mismo croquis, o bien la existencia de un hundimiento, con desaparición de una gran parte de los conglomerados terciarios, ya que en dicho punto aparece su potencia superficialmente reducida en extremo, no pudiendo precisar sin la observación detenida de otros lugares del contacto, si se debe a uno u otro accidente.

La tectónica de la zona de estudio, igual que la de toda la llanura terciaria, tiene muy escaso interés. Circunscritos los accidentes a las formaciones más antiguas, que constituyen el borde septentrional, queda el resto, en el sentido opuesto, adoptando la disposición horizontal o, cuando menos, ligeramente inclinado o muy suavemente hundido hacia el SO., es decir, sin haber sufrido después de su emersión otro movimiento que no sea el de simple adaptación a la base que lo sustenta, con las modificaciones inherentes a las erosiones superficialmente sufridas por la actuación de los agentes meteóricos.

Dicha base, de carácter indudablemente paleozoico, constituye una superficie irregular, con múltiples salientes o crestas que forman barreras naturales de retención del agua que discurre por los estratos permeables superpuestos.

Como la alimentación principal de la cuenca, en lo que a su artesianismo se refiere, ha de ser principalmente por la zona septentrional, es decir, por los conglomerados paleogenos y las capas del Cretáceo, que buzan marcadamente hacia el centro de la misma y, sobre todo, por la

alimentación permanente que suministran los diferentes ríos a su paso por aquélla, es evidente que las depresiones del fondo paleozoico han de ser puntos excepcionalmente favorables para la acumulación de grandes cantidades de agua.

§ 30. **La investigación gravimétrica.**—La investigación gravimétrica tiene por objeto la determinación de las vaguadas existentes en el *substratum* paleozoico, oculto debajo de los sedimentos modernos.

Se han empleado las balanzas de torsión modelo «T», números 522 y 603, cuya descripción, manejo y fórmulas para el cálculo de los gradientes y términos de curvatura se han expuesto en mi obra «La interpretación geológica de las mediciones geofísicas», para determinar los valores de las magnitudes gravílicas de 133 estaciones, distribuidas en dos perfiles generales, de una longitud total de 39 kilómetros. Los cálculos de dichas magnitudes, efectuados por partida doble para evitar errores, figuran al final de este Capítulo.

A continuación exponemos la distribución de las distintas estaciones gravimétricas observadas en los perfiles respectivos.

a) **PERFIL GRAVIMÉTRICO, SEGÚN EL ESLA.**—Las 56 estaciones observadas con la balanza de torsión, a lo largo del río Esla, están situadas en la carretera de Mansilla de las Mulas a Cistierna, desde su kilómetro 10, situado en las afueras del primero de los dos pueblos citados, al 28, que se encuentra frente a Villahibiera. El perfil tiene, por consiguiente, una longitud de 18 kilómetros, sin contar la zona interpolada.

Las estaciones correlativas entre la 1 y la 29 se encuen-

tran en el trozo de la carretera mencionada comprendido entre Villomar y Villahibiera.

La número 30 está situada frente al kilómetro 25, y las 31, 32, 33 y 34 constituyen un pequeño perfil transversal situado cerca de Villamondrín de Rueda.

Las restantes, o sean desde la 35 a la 40, sirven para el estudio del trozo restante de la carretera, desde Villomar a Mansilla de las Mulas.

Los valores determinados por los gradientes y términos de curvatura indicaron que, entre las estaciones 8 y 23, había una zona de cambio de dirección de aquéllos. Como esta variación constituía el fundamento de la interpretación geológica de los resultados obtenidos, se interpolaron entre aquéllas las números 41 a 56.

b) PERFIL GRAVIMÉTRICO, SEGÚN EL RÍO PORMA— Comprende este perfil las estaciones gravimétricas efectuadas a lo largo del río Porma, entre Mansilla la Mayor y Villanueva del Condado y las que han servido para enlazarlo con el anterior, situadas en la confluencia de ambos, entre los pueblos de Villanueva de las Manzanas y Mansilla de las Mulas.

El primer trozo, desde Mansilla la Mayor a Villamorós de Mansilla, comprende las estaciones 1 a 12, distribuidas en una longitud de tres kilómetros; el segundo, desde Villarente al final, las numeradas desde el 31 al 68, en una distancia de 14 kilómetros; y el de enlace, con una longitud de cuatro kilómetros, las comprendidas entre los números 13 y 30.

La zona de variación de sentido de las magnitudes gravínicas está comprendida entre las estaciones 50 y 58, por cuya razón se interpolaron entre ellas las numeradas desde el 69 al 77.

c) LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LAS MEDICIONES GRAVIMÉTRICAS.—Como los estratos del paleozoico tienen una densidad muy superior a la de los más modernos que le cubren, las indicaciones suministradas por los gradientes y términos de curvatura estarán directamente relacionados con su estructura topográfica, tal y como ésta quedó a consecuencia de la erosión producida por los agentes meteóricos, antes de ser recubierta por los sedimentos de los mares de los períodos geológicos posteriores.

Comenzaremos el estudio de las magnitudes gravimétricas del perfil observado a lo largo del río Esla, desde Villanueva de las Manzanas hasta Villahibiera.

Si consideramos las direcciones de los gradientes, en su conjunto, podemos comprobar que casi todas ellas (véase el plano general) están comprendidas en el cuadrante NE. y en el SO. Es decir, que el subsuelo presenta pliegues paralelos orientados en la dirección perpendicular a la indicada, o sea la NO.-SE., que es precisamente la de los pliegues hercinianos.

La interpretación de los términos de curvatura es más difícil, por estar más afectados que los gradientes de las perturbaciones que producen los accidentes topográficos superficiales. Sin embargo, su conjunto confirma la existencia y dirección de los pliegues del subsuelo, puesto que en un sinclinal de mayor densidad que los sedimentos que le cubren, tienen la dirección perpendicular al thalweg, en su eje; disminuyen de valor hasta anularse en los flancos y adoptan después la dirección de aquél, con un valor máximo cerca de los bordes y una disminución gradual posterior (*). Así se comprueba al examinar el

(*) «Los métodos geofísicos de prospección», por José G. Siñeriz. Madrid, 1928.

plano general, donde dominan las direcciones de los términos de curvatura en el sentido de los pliegues y en el perpendicular.

Después de indicar el bosquejo general de la interpretación que estudiamos, vamos a analizar detalladamente los valores encontrados, empezando por el extremo SO. del perfil, situado en Villanueva de las Manzanas.

Los gradientes de las estaciones comprendidas entre las 30 y la 24 indican un aumento de la gravedad hacia la última de ellas. El de la 23 está dirigido en sentido contrario, así como el de la 22. Todos los que siguen, desde el 21 al 13 y desde el 40 al 35, vuelven a manifestar un cambio total de dirección.

Los términos de curvatura correspondientes coinciden con la dirección del perfil o con la perpendicular al mismo.

Creemos, por consiguiente, poder afirmar que entre las estaciones 24 y 21 hay un lomo o anticlinal topográfico, cuyos flancos se extienden en ambas zonas del perfil, hasta la estación 30 o más allá en el SO., y hasta la 35 en el NE., y que su cresta no es horizontal, sino que asciende hacia el SE.

En la estación 1, situada cerca de Villomar, el gradiente se anula y presenta direcciones opuestas en la 35 y en la 2, que la comprenden. Como las siguientes estaciones recuperan la dirección general que tenían hasta llegar a la 41, el sinclinal topográfico o thalweg, indicado en la estación 1, es un accidente local. Si tenemos en cuenta que junto a ella desemboca en el río Esla uno de los barrancos afluentes, el accidente de que hablamos puede ser debido a la coincidencia de otro valle profundo del paleozoico con el situado actualmente en la superficie del terreno.

Desde la estación 8 a la 16, entre las que se interpolan las comprendidas desde la 42 a la 49, encontramos una zona de cambio, tanto en magnitud como en dirección. En la primera mitad, desde Villalquite a Aldea del Puente, los valores son pequeños y están casi todos orientados en la dirección del perfil. En la segunda aumenta su longitud y la dirección ha girado 90° hacia el Sur. Después de la estación 16 todos los gradientes y curvaturas recuperan los valores medios que tenían antes del pueblo de Villalquite, pero la dirección predominante en los primeros es la completamente opuesta.

Esto nos prueba que existe un accidente tectónico en el subsuelo en forma de valle, y cuyos flancos están bien caracterizados en ambos extremos del pueblo de Aldea del Puente, situado sobre su eje. La dirección aproximada de dicho valle está indicada por los términos de curvatura que, según ya hemos indicado, coincide o es perpendicular a ella. En este caso será, por consiguiente, la NO.-SE.

El perfil gravimétrico del Porma nos suministrará otro punto del valle subterráneo encontrado, cuya situación quedará así perfectamente definida.

Comienza este perfil en Mansilla la Mayor y llega hasta cerca de Villanueva del Condado (véase el plano general).

Casi sin excepción, todos los gradientes, desde la estación 1 a la 12 y desde la 31 a la 49, tienen la dirección Sur, ligeramente inclinada hacia el SO. o hacia el SE. La dirección media de los términos de curvatura se aproxima a la NE.-SO. o a la perpendicular de la misma. Por ambas razones, la estructura del subsuelo es la de un flanco de un valle que tiende a aflorar hacia el Sur; es decir, que asciende en la dirección del lomo encontrado entre Villa-

celama y Villanueva de las Manzanas, comprobando su existencia de esta manera.

Entre las estaciones 50 a 57 y 71 a 77, se encuentra una zona de cambio, análoga a la del perfil del río Esla.

Más allá cambia completamente la dirección de los gradientes, hasta el extremo del perfil, para indicarnos el flanco opuesto del valle buscado, cuyo eje pasa por la estación 53, a la que corresponde el valor mínimo del gradiente.

Queda así determinada la posición del thalweg paleozoico, oculto debajo de los sedimentos modernos, cuya traza hemos indicado en el plano. El paso por el río Porma está determinado por las estaciones 53-74-75; las correspondientes sobre el Esla son las 13-46 y 47.

También se ha fijado la situación de la loma del *substratum*, cerca de Villanueva de las Manzanas, entre las estaciones 24 y 21.

Estaciones	Kms.	T"
1	0,100	0,054
2	0,200	0,097
3	0,300	0,156
4	0,400	0,198
5	0,500	0,234
6	0,600	0,283
7	0,700	0,329
8	0,800	0,364
9	0,900	0,366
10	1,000	0,396
11	1,100	0,508
12	1,250	0,563
13	1,400	0,638
14	1,550	0,689
15	1,700	—
16	2,000	0,878
17	2,150	0,944
18	2,350	1,008
19	2,550	1,058
20	2,750	1,097
21	2,950	1,150

§ 31. La investigación sísmica.

a) PERFIL SÍSMICO EN ALDEA DEL PUENTE.—El trabajo gravimétrico nos ha indicado que el eje del thalweg subterráneo pasa por Aldea del Puente, por cuya razón es el lugar indicado para determinar su profundidad por medio de una línea sísmica, cuya situación se indica en el plano general.

Según se indica en el mismo consta de 21 estaciones sísmicas, repartidas en una longitud total de 2.950 metros.

Los tiempos de recorrido del rayo sísmico, expresados

en milésimas de segundo, así como las distancias epicentrales correspondientes, se han reunido en el cuadro adjunto, que ha servido de base para la construcción de la línea dromocrónica correspondiente.

b) LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LAS MEDICIONES SISMICAS.—Los valores medios de la velocidad del rayo sísmico al llegar a cada una de las estaciones son los siguientes:

$$\begin{array}{ll}
 V_{0-1} = \frac{0,100}{0,054} = 1.900 \text{ m/s.} & V_{0-12} = \frac{1,250}{0,563} = 2.200 \text{ m/s.} \\
 V_{0-2} = \frac{0,200}{0,097} = 2.000 \text{ } & V_{0-13} = \frac{1,400}{0,638} = 2.200 \text{ } \\
 V_{0-3} = \frac{0,300}{0,158} = 1.900 \text{ } & V_{0-14} = \frac{1,550}{0,689} = 2.250 \text{ } \\
 V_{0-4} = \frac{0,400}{0,198} = 2.000 \text{ } & V_{0-15} = \frac{1,700}{0,871} = 1.950 \text{ } \\
 V_{0-5} = \frac{0,500}{0,234} = 2.150 \text{ } & V_{0-16} = \frac{2,000}{0,878} = 2.250 \text{ } \\
 V_{0-6} = \frac{0,600}{0,283} = 2.150 \text{ } & V_{0-17} = \frac{2,150}{0,944} = 2.250 \text{ } \\
 V_{0-7} = \frac{0,700}{0,329} = 2.150 \text{ } & V_{0-18} = \frac{2,350}{1,008} = 2.300 \text{ } \\
 V_{0-8} = \frac{0,800}{0,364} = 2.200 \text{ } & V_{0-19} = \frac{2,550}{1,058} = 2.400 \text{ } \\
 V_{0-9} = \frac{0,900}{0,366} = 2.450 \text{ } & V_{0-20} = \frac{2,750}{1,097} = 2.500 \text{ } \\
 V_{0-10} = \frac{1,000}{0,396} = 2.500 \text{ } & V_{0-21} = \frac{2,900}{1,168} = 2.500 \text{ } \\
 V_{0-11} = \frac{1,100}{0,508} = 2.200 \text{ } &
 \end{array}$$

Desde el origen a la estación 3, la velocidad del rayo

sísmico varía muy poco y tiene el valor medio de 1.900 metros por segundo, correspondiente también al trayecto 1-3.

$$V_1 = V_{1-3} = \frac{0,300 - 0,100}{0,158 - 0,054} = 1.900 \text{ m/s.}$$

El valor encontrado corresponde al paso del rayo sísmico por los sedimentos del valle del río.

Entre las estaciones 4 y 8, el valor medio permanece constante e igual a 2.150 m/s. El valor verdadero corres-

INVESTIGACION SISMICA EN ALDEA DEL PUENTE (LEON)
Línea dromocrónica

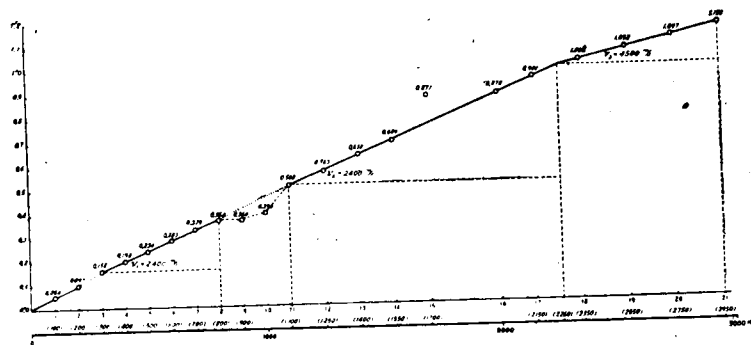


Fig. 26

pondiente, indicado por la alineación de puntos de la dromocrónica, desde el 3 al 8, es

$$V_2 = V_{3-8} = \frac{0,800 - 0,300}{0,364 - 0,158} = \frac{0,500}{0,206} = 2.400 \text{ m/s.}$$

El rayo sísmico ha pasado ya el aluvión cuaternario y camina dentro de los sedimentos terciarios, caracterizados por la velocidad de 2.400 m/s.

El paso de la estación 8 a la 9 se caracteriza por un rá-

vido aumento de la velocidad media, que pasa de 2.200 a 2.450 m/s. Este valor se sostiene en la 10, pero en la 11 vuelve a disminuir hasta el anterior. Esto nos indica que el rayo sísmico ha encontrado en su recorrido una capa de mayor velocidad de propagación de las ondas elásticas, entre las estaciones 8 y 10, pero cuyo espesor es insuficiente para poderla caracterizar. Quizás sea una capa caliza, ya conocida en algunas comarcas de la región, pero sin que podamos asegurarlo.

Desde la estación 11 a la 17 se conserva nuevamente constante el valor de la velocidad media y el horizonte atravesado se caracteriza por la velocidad,

$$V_3 = V_{11-17} = \frac{2,150 - 1,100}{0,944 - 0,508} = 2.400 \text{ m/s.}$$

Exactamente igual al anterior. El horizonte es el mismo encontrado anteriormente antes de la estación 8.

Pasada la estación 17, la velocidad media aumenta progresivamente hasta 2.500 m/s. El nuevo horizonte geológico, determinado por la alineación de puntos de la dromocrónica 18-20; corresponde a una velocidad

$$V_4 = V_{18-20} = \frac{2,750 - 2,350}{1,097 - 1,008} = 4.500 \text{ m/s.}$$

que caracteriza a una formación caliza de gran potencia, así como a los estratos del carbonífero, considerados en su conjunto.

Queda, pues, determinado el final del terreno terciario, que constituye el relleno del valle subterráneo. No podemos asegurar si la base sobre la que se apoya está constituida por las calizas del Cretáceo, o por el Carbonífero en masa, aunque nos inclinamos más a suponer lo segundo que lo primero.

La intersección de los lados de la dromocrónica 18-20 y 11-17, nos suministra la distancia epicentral de 2.260 metros, correspondientes al punto donde el rayo sísmico alcanza la última formación encontrada.

Como el fondo del thalweg será irregular, y no completamente horizontal, no debemos aplicar las fórmulas para el cálculo de su profundidad, que conducirían a resultados erróneos.

Sólo podemos encontrar un valor aproximado, que nos de idea del orden de la magnitud buscada aplicando el método del coeficiente de profundización, indicado por nosotros y descrito en mi obra «La interpretación geológica de las mediciones geofísicas».

Adoptando el valor $K = 0,22$, encontrado en otros casos análogos, obtenemos la profundidad de $2.260 \times 0,22$ igual a 497 metros, o sean 500 metros, en números redondos, para la profundidad del repetido valle subterráneo en Aldea del Puente.

Como se observa en el plano, la línea sísmica es ligeramente divergente con el eje del thalweg, por haberlo exigido así la situación del emplazamiento de las explosiones y la del pueblo de Aldea del Puente.

Como el thalweg tiene menor anchura debajo del río Porma que en el Esla, es probable que las aguas subterráneas corran en la dirección del primero al segundo de los pasos citados. Esta hipótesis está de acuerdo con la formación geológica, puesto que el macizo granítico de Galicia, situado al NO. de la zona, obligaría a las aguas pluviales a correr en la dirección citada, en los períodos geológicos en que el paleozoico estuvo descubierto.

§ 32. Resumen.— El trabajo gravimétrico efectuado nos ha permitido encontrar la situación del valle del sub-

stratum, oculto debajo de los sedimentos terciarios, y dibujar la traza aproximada de su eje sobre el plano (véase el plano general).

También se ha determinado el eje del lomo o divisoria de aguas de aquél, situado entre Villanueva de las Manzanas y Villacelama.

Por medio de la línea sísmica se ha sabido que la profundidad del Terciario que oculta el thalweg subterráneo, en Aldea del Puente es, próximamente, de 500 metros.

Por las razones expuestas en la interpretación geológica de las mediciones sísmicas, las aguas subterráneas corren por el valle determinado hacia el SE., y en ese mismo sentido aumentará su profundidad.

El lugar más indicado para la perforación de un sondeo que suministre agua artesiana, en gran cantidad, se encuentra en las proximidades de Aldea del Puente.

Por el contrario, en la zona de Villanueva de las Manzanas no habrá más agua artesiana que la que contengan los niveles más altos del Terciario.

Es probable que al Norte y al Sur de la zona estudiada existan otros valles subterráneos paralelos al que hemos determinado, que tendrían también un gran caudal de agua artesiana, y cuya investigación se podrá efectuar por los mismos métodos que hemos empleado en el actual.

La altura piezométrica de las aguas artesianas encontradas será, próximamente, la misma que la de los niveles superiores del Terciario, conocidos en la actualidad, puesto que el origen de alimentación para aquéllos y para éstos es el mismo.

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 1.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +2,4 \quad \Delta'_1 = +0,2$
 $\Delta_2 = -0,7 \quad \Delta'_2 = -0,7$
 $\Delta_3 = -1,8 \quad \Delta'_3 = +1,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,7$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -2,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición II₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lee- tura	dos	Gra- dos
	I	97,0	94,7	+2,3	53,9	52,6	+1,3			
	II	94,5	94,7	-0,2	51,2	52,6	-1,4			
	III	92,7	94,5	-1,8	52,8	51,6	+1,2			
	I	96,3	93,8	+2,5	50,9	51,9	-1,0			
	II	92,5	93,8	-1,3	52,0	51,9	+0,1			
	III									
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,0 = +6,24 + 6,24 = +12,48$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -3,0 = -10,83 - 10,83 = -21,66$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -0,8 = +3,04 + 3,04 = +6,08$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -2,0 = +13,14 + 13,14 = +26,28$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+6,24	+8,1	-1,9		-1,9	15,8	14º14'
W _{yz}	-10,83	+1,8	-12,6		-12,6		
WΔ	+3,04	+5,6	-2,6		-2,6		
2W _{xy}	+13,14	-2,4	+15,5		+15,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1903$
 $\text{Log } W\Delta = 0,4149$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,7754$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 80^\circ 29' \\ \text{cos: } +\lambda = 40^\circ 14' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,4149$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,2184$
 $\text{Log } R = 1,1965$
 $R = 15,8$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 2.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,7 \quad \Delta'_1 = +0,4$
 $\Delta_2 = 0 \quad \Delta'_2 = +0,2$
 $\Delta_3 = -0,7 \quad \Delta'_3 = -0,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,3$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición I; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lee- tura	dos	Gra- dos
	I	98,0	97,5	+0,5	41,8	41,2	+0,6			
	II	97,9	97,5	+0,4	41,9	41,2	+0,7			
	III	96,5	97,5	-1,0	40,0	40,7	-0,7			
	I	98,1	97,2	+0,9	40,2	40,0	+0,2			
	II	97,1	97,4	-0,3	39,9	40,2	-0,3			
	III	97,0	97,4	-0,4	40,4	40,2	+0,2			
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 (+0,7 - 0,5) = +2,08 (+0,2) = +0,42 + 0,5$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 (-0,6) = -2,17 - 1,9$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 (+1,2) = -4,56 - 4,3$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 (-0,8) = +5,26 + 5,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+0,5	+8,1	-7,6		-7,6	12,8	19º20'
W _{yz}	-2,0	+1,8	-3,8		-3,8		
WΔ	-4,4	+5,6	-10,0		-10,0		
2W _{xy}	+5,6	-2,4	+8,0		+8,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,9030$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0000$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,9030$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 38^\circ 40' \\ \text{cos: } +\lambda = 19^\circ 20' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,0000$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8925$
 $\text{Log } R = 1,1075$
 $R = 12,8$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 3.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0.7 \quad \Delta'_1 = -0.5$
 $\Delta_2 = -1.3 \quad \Delta'_2 = -1.6$
 $\Delta_3 = +0.6 \quad \Delta'_3 = +2.0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0.1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1.9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0.7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3.6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0.4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Gra. dos
I	I	90,0	89,6	+0,4	41,0	42,0	-1,0		
II	II	88,3	89,6	-1,3	40,5	42,0	-1,5		
III	III	90,5	90,1	+0,4	44,6	42,7	+1,9		
I	I	91,4	90,4	+1,0	42,9	42,9	0		
II	II	89,4	90,7	-1,3	41,3	43,1	-1,8		
III	III	91,4	90,7	+0,7	45,2	43,1	+2,1		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot (+1,7) = +3,53$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot (-1,1) = -3,97$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot (-5,5) = +20,90$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot (-0,3) = +1,97$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 3,5	+ 8,1	- 4,6		- 4,6	15,9	81°58'
W _{yz}	- 4,0	+ 1,8	- 5,8		- 5,8		
WΔ	+ 20,9	+ 5,6	+ 15,3		+ 13,3		
2W _{xy}	+ 2,0	- 2,4	+ 4,4		+ 4,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,6435$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1847$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,4588$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 163^\circ 57' \\ \text{cos: } -\lambda = 81^\circ 58' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,1847$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9827$
 $\text{Log } R = 1,2020$
 $R = 15,9$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 4.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,6 \quad \Delta'_1 = -0,8$
 $\Delta_2 = 0 \quad \Delta'_2 = -2,0$
 $\Delta_3 = -0,6 \quad \Delta'_3 = +2,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,6$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Gra. dos
I	I	90,4	89,8	+0,6	44,0	44,6	-0,6		
II	II	90,0	89,8	+0,2	42,6	44,6	-2,0		
III	III	89,1	89,8	-0,7	47,2	44,3	+2,9		
I	I	90,2	89,6	+0,6	43,2	44,2	-1,0		
II	II	89,5	89,7	-0,2	42,1	44,1	-2,0		
III	III	89,3	89,7	-0,4	46,9	44,1	+2,8		

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +5,4 = +11,23$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,4 = -5,05$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -4,2 = +15,96$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,2 = -1,31$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 11,2	+ 8,1	+ 3,1		+ 3,1	10,5	87°2'
W _{yz}	- 5,0	+ 1,8	- 6,8		- 6,8		
WΔ	+ 16,0	+ 5,6	+ 10,4		+ 10,4		
2W _{xy}	- 1,3	- 2,4	+ 1,1		+ 1,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,0413$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0170$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,0243$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 174^\circ 4' \\ \text{cos: } -\lambda = 87^\circ 2' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,0170$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9977$
 $\text{Log } R = 1,0193$
 $R = 10,5$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 5.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1.1 \quad \Delta'_1 = +1.4$
 $\Delta_2 = -0.4 \quad \Delta'_2 = -2.6$
 $\Delta_3 = -0.6 \quad \Delta'_3 = +1.1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0.1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0.1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0.2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1.0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3.7$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1.5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec-tura	Gra-dos
I	I	89,9	88,7	+1,2	40,6	39,1	+1,5		
II	II	88,8	88,7	+0,1	36,8	39,1	-2,3		
III	III	87,4	88,4	-1,0	40,0	38,6	+1,4		
I	I	89,0	88,0	+1,0	38,9	37,6	+1,3		
II	II	87,5	88,1	-0,6	33,8	36,8	-3,0		
III	III	87,9	88,1	-0,2	37,6	36,8	+0,8		
I	I								
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,9 = +8,11 + 8,32 + 8,21$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,5 = +1,80 + 2,17 + 1,98$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,5 = +13,30 + 12,90 + 13,10$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -2,5 = +16,42 + 15,76 + 16,10$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+ 8,2	+ 8,1	+ 0,1		+ 0,1	19,9	56°2'
Wyz	+ 2,0	+ 1,8	+ 0,2		+ 0,2		
WΔ	+ 13,1	+ 5,6	+ 7,5		+ 7,5		
2Wxy	+ 16,1	- 2,4	+ 18,5		+ 18,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,2672$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8751$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,3921$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 112^\circ 4' \\ \text{cos: } -\lambda = 56^\circ 2' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,8751$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,5748$
 $\text{Log } R = 1,3003$
 $R = 19,9$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 6.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +3,2 \quad \Delta'_1 = -0,3$
 $\Delta_2 = -2,1 \quad \Delta'_2 = -1,1$
 $\Delta_3 = -1,1 \quad \Delta'_3 = +1,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -3,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec-tura	Gra-dos
I	I	91,5	88,3	+3,2	42,3	41,9	+0,4		
II	II	86,2	88,3	-2,1	40,5	41,9	-1,4		
III	III	87,1	88,3	-1,2	43,0	41,7	+1,3		
I	I	91,7	88,5	+3,2	41,6	41,9	-0,3		
II	II	86,6	88,7	-2,1	41,0	41,9	-0,9		
III	III	87,7	88,7	-1,0	43,2	41,9	+1,3		
I	I								
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +1,4 = +2,91 + 3,12 + 3,01$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -3,4 = -12,27 - 11,91 - 12,09$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,4 = +12,92 + 13,30 + 13,11$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -3,0 = +19,71 + 20,36 + 20,03$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+ 3,0	+ 8,1	- 5,1		- 5,1	23,6	54°15'
Wyz	- 12,1	+ 1,8	- 13,9		- 13,9		
WΔ	+ 13,1	+ 5,6	+ 7,5		+ 7,5		
2Wxy	+ 20,0	- 2,4	+ 22,4		+ 22,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,3502$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8751$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,4751$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 108^\circ 31' \\ \text{cos: } -\lambda = 54^\circ 15' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,8751$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,5018$
 $\text{Log } R = 1,3733$
 $R = 23,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 7.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1.7 \quad \Delta'_1 = +1.6$
 $\Delta_2 = -3.8 \quad \Delta'_2 = -2.1$
 $\Delta_3 = +2.2 \quad \Delta'_3 = +1.0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0.1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0.5$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -6.0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1.6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3.1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1.1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición II₂—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	tem- peratura
I	I	89,8	88,0	+1,8	42,5	40,1	+2,4		
II	II	84,4	88,0	-3,6	38,1	40,1	-2,0		
III	III	89,7	87,8	+1,9	39,7	39,2	+0,5		
I	I	89,3	87,7	+1,6	39,7	38,8	+0,9		
II	II	84,0	88,0	-4,0	36,9	39,0	-2,1		
III	III	90,6	88,0	+2,6	40,5	39,0	+1,5		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -2,9 = -6,03 - 6,86 = -6,45$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -0,5 = -1,81 - 1,08 = -1,45$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -9,1 = +34,58 + 33,82 = +34,20$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -2,7 = +17,74 + 17,74 = +17,74$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	-6,45	+8,1	-14,5		-14,5	35,0	72°23'
Wyz	-1,45	+1,8	-3,3		-3,3		
WΔ	+34,20	+5,6	+28,6		+28,6		
2 Wxy	+17,74	-2,4	+20,2		+20,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,3054$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4564$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,8490$
 $\text{Log } 2 W_{xy} = 1,3054$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4564$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9121$
 $\text{Log } R = 1,5443$
 $R = 35,0$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 144^\circ 46' \\ \text{cos: } -\lambda = 72^\circ 23' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 8.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,7 \quad \Delta'_1 = +0,4$
 $\Delta_2 = -1,1 \quad \Delta'_2 = -0,8$
 $\Delta_3 = 0 \quad \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 15 en la posición II₂—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	tem- peratura
I	I	87,9	87,8	+0,1	40,0	40,0	0,0		
II	II	87,8	87,8	0,0	39,9	40,0	-0,1		
III	III	87,8	87,8	0,0	40,0	40,0	0,0		
I	I	87,9	86,7	+1,2	40,2	39,4	+8,0		
II	II	84,4	86,7	-2,3	37,9	39,4	-1,5		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -0,3 = -0,62 - 0,62 = -0,62$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -0,3 = -1,08 - 1,08 = -1,08$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,9 = +7,22 + 7,22 = +14,44$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,9 = +12,48 + 12,48 = +24,96$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	-0,6	+8,1	-8,7		-8,7	15,0	48°4'
Wyz	-1,1	+1,8	-2,9		-2,9		
WΔ	+7,2	+5,6	+1,6		+1,6		
2 Wxy	+12,5	-2,4	+14,9		+14,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,1732$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2041$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,9691$
 $\text{Log } 2 W_{xy} = 1,1732$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2041$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,0284$
 $\text{Log } R = 1,1757$
 $R = 15,0$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 96^\circ 08' \\ \text{cos: } -\lambda = 48^\circ 4' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 9.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,4 \quad \Delta'_1 = +0,8$
 $\Delta_2 = -1,7 \quad \Delta'_2 = -2,4$
 $\Delta_3 = +0,5 \quad \Delta'_3 = +2,0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,4$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 9 en la posición I₃—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lec-tura	Grados
	I	86,1	84,5	+1,6	39,9	37,7	+2,2		
	II	82,8	84,1	-1,3	35,3	37,7	-2,4		
	III	84,5	84,1	+0,4	38,0	36,2	+1,8		
	I	85,1	83,8	+1,3	35,4	35,5	-0,1		
	II	81,9	84,0	-2,1	33,1	35,4	-2,3		
	III	85,0	84,3	+0,7	37,8	35,6	+2,2		
	I	86,1	84,3	+1,8	36,0	35,6	+0,4		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +2,2 = +4,58 + 3,95 = +8,53$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -0,8 = -2,89 - 3,97 = -6,86$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -6,6 = +25,08 + 26,22 = +51,30$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,6 = +10,51 + 12,48 = +22,99$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+4,3	+8,1	-3,8		-3,8	24,3	72°36'
W_{yz}	-3,4	+1,8	-5,2		-5,2		
W_{Δ}	+25,6	+5,6	+20,0		+20,0		
$2W_{xy}$	+11,5	-2,4	+13,9		+13,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1430$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,3010$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,8420$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 145^{\circ}12' \\ \text{cos: } -\lambda = 72^{\circ}36' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,3010$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9144$
 $\text{Log } R = 1,3866$
 $R = 24,3$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 10.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,9 \quad \Delta'_1 = -0,6$
 $\Delta_2 = -2,5 \quad \Delta'_2 = -0,5$
 $\Delta_3 = +3,2 \quad \Delta'_3 = +0,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -5,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 9 en la posición I₃—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lec-tura	Grados
	I	85,7	86,6	-0,9	36,8	37,9	-1,1		
	II	84,0	86,6	-2,6	37,0	37,9	-0,9		
	III	90,0	86,6	+3,4	40,0	38,6	+1,4		
	I	85,7	86,6	-0,9	38,8	38,9	-0,1		
	II	84,0	86,4	-2,4	37,8	37,9	-0,1		
	III	89,4	86,4	+3,0	37,2	37,9	-0,5		
	I	84,5							
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -4,7 = -9,78 - 9,57 = -19,35$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,7 = +2,53 + 2,89 = +5,42$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -6,7 = +25,46 + 25,08 = +50,54$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,7 = -4,60 - 5,26 = -9,86$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	-9,7	+8,1	-17,8		-17,8	19,8	93°37'
W_{yz}	+2,7	+1,8	+0,9		+0,9		
W_{Δ}	+25,3	+5,6	+19,7		+19,7		
$2W_{xy}$	-4,9	-2,4	-2,5		-2,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,3979$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2945$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,1034$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 187^{\circ}14' \\ \text{cos: } -\lambda = 93^{\circ}37' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,2945$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9965$
 $\text{Log } R = 1,2980$
 $R = 19,8$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 11.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,2 \quad \Delta'_1 = -3,1$
 $\Delta_2 = -2,1 \quad \Delta'_2 = +0,6$
 $\Delta_3 = +2,4 \quad \Delta'_3 = +2,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -4,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +3,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 13 en la posición III₁ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Gra. dos
	I	88,1	88,3	-0,2	37,2	40,3	-3,1		
	II	86,2	88,3	-2,1	40,9	40,3	+0,6		
	III	90,7	88,3	+2,4	42,8	40,3	+2,5		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -2,6 = -5,41 - 5,00 = -5,20$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -2,8 = -10,11 - 10,83 = -10,46$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -6,4 = +24,32 + 23,56 = +23,88$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +3,4 = -22,34 - 21,02 = -21,67$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-5,2	+8,1	-13,3		-13,3	26,6	113°15'
W _{yz}	-10,5	+1,8	-12,3		-12,3		
W _Δ	+23,9	+5,6	+18,3		+18,3		
2W _{xy}	-21,7	-2,4	-19,3		-19,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,2856$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2625$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0231$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 226^{\circ}30' \\ \text{cos: } -\lambda = 113^{\circ}15' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,2625$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8377$
 $\text{Log } R = 1,4248$
 $R = 26,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 12.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = 0 \quad \Delta'_1 = -2,9$
 $\Delta_2 = -1,9 \quad \Delta'_2 = -2,1$
 $\Delta_3 = +1,9 \quad \Delta'_3 = +5,0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -3,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -7,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 16 en la posición I₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Gra. dos
	I	87,5	87,3	+0,2	36,5	39,1	-2,6		
	II	85,4	87,3	-1,9	37,0	39,1	-2,1		
	III	89,1	87,2	+1,9	43,7	38,7	+5,0		
	I	87,1	87,2	-0,1	35,5	38,7	-3,2		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,3 = +6,86 + 6,45 = +6,64$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -2,9 = -10,47 - 10,47 = -10,47$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -10,9 = +41,42 + 40,66 = +41,04$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,9 = -19,05 - 19,05 = -19,05$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+6,6	+8,1	-1,5		-1,5	39,1	102°33'
W _{yz}	-10,5	+1,8	-12,3		-12,3		
W _Δ	+41,0	+5,6	+35,4		+35,4		
2W _{xy}	-19,0	-2,4	-16,6		-16,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,2201$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5490$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,6711$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 205^{\circ}7' \\ \text{cos: } -\lambda = 102^{\circ}33' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{\Delta} = 1,5490$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9568$
 $\text{Log } R = 1,5922$
 $R = 39,1$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 13.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +3,0 \quad \Delta'_1 = -1,3$
 $\Delta_2 = +1,4 \quad \Delta'_2 = +0,9$
 $\Delta_3 = -4,2 \quad \Delta'_3 = +0,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +5,6$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -2,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,7$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 9 en la posición N; revelada a las 13 en la posición II₂ — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	Gra- dos
	I	90,4	86,8	+3,6	39,3	40,7	-1,4		
	II	87,7	86,8	+0,9	42,4	40,7	+1,7		
	III	82,2	86,4	-4,2	40,5	40,3	+0,2		
	I	89,3	86,8	+2,5	38,0	39,3	-1,3		
	II	88,8	86,8	+2,0	39,5	39,3	+0,2		
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,9 = +10,19 + 9,36 = + 9,8$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -3,9 = -14,08 - 16,24 = -15,2$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +6,3 = -23,94 - 25,46 = -24,7$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,7 = +11,17 + 7,23 = + 9,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+ 9,8	+8,1	+ 1,7		+ 1,7	32,5	10°28'
W_{yz}	-15,2	+1,8	-17,0		-17,0		
$W\Delta$	-24,7	+5,6	-30,3		-30,3		
$2 W_{xy}$	+ 9,2	-2,4	+11,6		+11,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,0645$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4814$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,5831$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,4814$
 $\text{Log } W_{yz} = 1,4814$
 $\text{Log } R = 1,5112$
 $R = 32,5$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 20^\circ 57' \\ \text{cos: } +\lambda = 10^\circ 28' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 14.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,8 \quad \Delta'_1 = -0,4$
 $\Delta_2 = +2,3 \quad \Delta'_2 = 0$
 $\Delta_3 = -1,5 \quad \Delta'_3 = +0,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 15 en la posición III₁ — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	Gra- dos
	I	88,7	89,5	-0,8	39,3	39,7	-0,4		
	II	91,8	89,5	+2,3	39,7	39,7	0		
	III	88,0	89,5	-1,5	40,2	39,7	+0,5		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,3 = + 8,9$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,3 = + 1,1$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +3,3 = -12,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,3 = - 8,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+ 8,9	+8,1	+ 0,8		+ 0,8	19,8	171°03'
W_{yz}	+ 1,1	+1,8	- 0,7		- 0,7		
$W\Delta$	-13,3	+5,6	-18,9		-18,9		
$2 W_{xy}$	- 8,5	-2,4	- 6,1		- 6,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,7853$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2765$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,5088$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,2765$
 $\text{Log } W_{yz} = 1,2765$
 $\text{Log } R = 1,2981$
 $R = 19,8$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 342^\circ 07' \\ \text{cos: } +\lambda = 171^\circ 03' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 15.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0.6 \quad \Delta'_1 = -0.5$
 $\Delta_2 = +1.1 \quad \Delta'_2 = -1.4$
 $\Delta_3 = -0.5 \quad \Delta'_3 = +2.1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0.2$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1.6$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0.6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3.5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0.7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	dos
	I	89,2	89,9	-0,7	40,0	40,3	-0,3		
	II	91,1	89,9	+1,2	39,0	40,3	-1,3		
	III	89,3	90,1	-0,8	42,0	40,2	+1,8		
	I	89,8	90,2	-0,4	39,5	40,2	-0,7		
	II	91,5	90,5	+1,0	39,0	40,5	-1,5		
	III	90,3	90,5	-0,2	43,0	40,5	+2,5		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +5,1 = +10,6 = +10,7$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -0,1 = -0,4 = -0,2$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,9 = +7,2 = +7,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,3 = -8,5 = -8,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+10,7	+8,1	+2,6		+2,6	6,1	126º23'
Wyz	-0,2	+1,8	-2,0		-2,0		
WΔ	+7,4	+5,6	+1,8		+1,8		
2Wxy	-8,2	-2,4	-5,8		-5,8		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,7634$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2552$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,5082$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,7634$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2552$
 $\text{Log cos } 2\lambda = 1,4717$
 $\text{Log } R = 0,7835$
 $R = 6,1$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 252^\circ 46' \\ \text{cos: } -\lambda = 126^\circ 23' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 16.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +3,1 \quad \Delta'_1 = -2,8$
 $\Delta_2 = +0,2 \quad \Delta'_2 = +0,1$
 $\Delta_3 = -3,3 \quad \Delta'_3 = +2,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -3,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,7$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	dos
	I	90,2	87,1	+3,1	40,9	43,7	-2,8		
	II	87,3	87,1	+0,2	43,8	43,7	+0,1		
	III	83,8	87,1	-3,3	46,5	43,7	+2,8		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot (+6,2) = +12,9 = +12,7$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot (-6,0) = -21,7 = -21,3$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot (+0,8) = -3,0 = -2,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot (-0,2) = +1,3 = +2,0 = +1,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+12,8	+8,1	+4,7		+4,7	9,1	13º25'
Wyz	-21,5	+1,8	-23,3		-23,3		
WΔ	-2,5	+5,6	-8,1		-8,1		
2Wxy	+1,7	-2,4	+4,1		+4,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,6128$
 $\text{Log } W\Delta = 0,9085$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,7043$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,6128$
 $\text{Log } W\Delta = 0,9085$
 $\text{Log cos } 2\lambda = 1,9505$
 $\text{Log } R = 0,9580$
 $R = 9,1$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 26^\circ 51' \\ \text{cos: } +\lambda = 13^\circ 25' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 17.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,3 \quad \Delta'_1 = +0,5$
 $\Delta_2 = +1,8 \quad \Delta'_2 = -4,1$
 $\Delta_3 = -1,8 \quad \Delta'_3 = +3,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,3$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,3$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,6$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -7,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 17 en la posición II₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	dos	Gra.
	I	87,0	86,6	+0,4	41,0	40,8	+0,2			
	II	88,3	86,6	+1,7	37,4	40,8	-3,4			
	III	84,4	86,2	-1,8	44,0	40,7	+3,3			
	I	85,9	86,1	-0,2	40,7	39,9	+0,8			
	II	88,0	86,1	+1,9	35,1	39,9	-4,8			
	III									
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +11,0 = +22,9 + 22,8$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,8 = +2,9 + 2,7$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,8 = +14,4 + 14,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,8 = +5,3 + 4,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+22,8	+8,1	+14,7		+14,7	11,3	69°50'
W _{yz}	+2,7	+1,8	+0,9		+0,9		
WΔ	+14,2	+5,6	+8,6		+8,6		
2W _{xy}	+4,9	-2,4	+7,3		+7,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,8633$
 $\text{Log } W\Delta = 0,9344$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,9289$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 139^\circ 40' \\ \text{cos: } -\lambda = 69^\circ 50' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,9344$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8821$
 $\text{Log } R = 1,0523$
 $R = 11,3$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 18.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,3 \quad \Delta'_1 = -0,4$
 $\Delta_2 = +1,4 \quad \Delta'_2 = -1,5$
 $\Delta_3 = -0,2 \quad \Delta'_3 = +2,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,2$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,6$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	dos	Gra.
	I	89,0	90,3	-1,3	40,0	40,2	-0,2			
	II	91,5	90,3	+1,2	38,6	40,2	-1,6			
	III	90,4	90,6	-0,2	42,0	40,1	+1,9			
	I	89,8	91,1	-1,3	39,7	40,3	-0,6			
	II	93,0	91,5	+1,5	39,2	40,6	-1,4			
	III	91,8	91,5	+0,3	43,0	40,6	+2,4			
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +5,2 = +10,8 + 10,4 = +10,6$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,6 = +2,2 + 2,9 = +2,5$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -2,0 = +7,6 + 9,1 = +8,3$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,8 = -11,8 - 11,8 = -11,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+10,6	+8,1	+2,5		+2,5	9,8	126°59'
W _{yz}	+2,5	+1,8	+0,7		+0,7		
WΔ	+8,3	+5,6	+2,7		+2,7		
2W _{xy}	-11,8	-2,4	-9,4		-9,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,9731$
 $\text{Log } W\Delta = 0,4314$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,5417$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 253^\circ 58' \\ \text{cos: } -\lambda = 126^\circ 59' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,4314$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,4411$
 $\text{Log } R = 0,9903$
 $R = 9,8$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 19.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,9 \quad \Delta'_1 = -3,7$

$\Delta_2 = +2,1 \quad \Delta'_2 = -1,4$

$\Delta_3 = -4,1 \quad \Delta'_3 = +5,1$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

$\Delta_2 - \Delta_3 = +6,2$

$\Delta_2 + \Delta_3 = -2,0$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6,5$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = +3,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III1 — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lecc- tura	Gira- dos
	I	89,0	87,1	+1,9	39,9	43,6	-3,7		
	II	89,2	87,1	+2,1	42,2	43,6	-1,4		
	III	83,0	87,1	-4,1	48,7	43,6	+5,1		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot (+12,7) = +26,4$ +26,4
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot (-5,7) = -20,6$ -20,2
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot (-0,3) = +1,1$ +1,5
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot (+1,7) = -11,2$ -11,2

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores to- pográficos	R	λ
W _{xz}	+26,4	+8,1	+18,3		+18,3	9,7	147°29'
W _{yz}	-20,2	+1,8	-22,0		-22,0		
WΔ	+1,5	+5,6	-4,1		-4,1		
2 W _{xy}	-11,2	-2,4	-8,8		-8,8		

Cálculo de R y λ

Log 2 W_{xy} = 0,9445 Log WΔ = 0,6128
 Log WΔ = 0,6128 Log cos 2λ = 1,6256
 Log tg 2λ = 0,3317 Log R = 0,9872
 Signos { tg: -2λ = 294°59'
 cos: +λ = 147°29' R = 9,7

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 20.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,2 \quad \Delta'_1 = -2,0$

$\Delta_2 = -0,1 \quad \Delta'_2 = +0,5$

$\Delta_3 = -1,1 \quad \Delta'_3 = +1,3$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,2$

$\Delta_2 - \Delta_3 = +1,0$

$\Delta_2 + \Delta_3 = -1,2$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,8$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III2 — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lecc- tura	Gira- dos
	I	87,7	86,4	+1,3	40,0	42,1	-2,1		
	II	86,3	86,4	-0,1	42,6	42,1	+0,5		
	III	85,1	86,1	-1,0	43,7	41,8	+1,9		
	I	87,0	85,8	+1,2	39,0	41,0	-2,0		
	II	85,4	85,6	-0,2	40,3	39,9	+0,4		
	III	84,3	85,6	-1,3	40,5	39,9	+0,6		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +1,8 = +3,7$ +4,4
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -3,0 = -10,8$ -11,2
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +0,2 = -0,8$ -0,4
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,6 = -3,9$ -3,6

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores to- pográficos	R	λ
W _{xz}	+4,0	+8,1	-4,1		-4,1	6,3	174°31'
W _{yz}	-11,0	+1,8	-12,8		-12,8		
WΔ	-0,6	+5,6	-6,2		-6,2		
2 W _{xy}	-3,6	-2,4	-1,2		-1,2		

Cálculo de R y λ

Log 2 W_{xy} = 0,0792 Log WΔ = 0,7924
 Log WΔ = 0,7924 Log cos 2λ = 1,9920
 Log tg 2λ = 1,2868 Log R = 0,8004
 Signos { tg: -2λ = 349°03'
 cos: +λ = 174°31' R = 6,3

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 21.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,4 \quad \Delta'_1 = -0,5$
 $\Delta_2 = +0,2 \quad \Delta'_2 = -0,9$
 $\Delta_3 = -1,7 \quad \Delta'_3 = +1,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,9$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	laci-	gra-
	I	88,9	87,5	+1,4	40,2	40,7	-0,5			
	II	87,7	87,5	+0,2	39,8	40,7	-0,9			
	III	85,8	87,5	-1,7	42,0	40,7	+1,3			
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot (+4,1) = +8,5$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot (-1,9) = -6,9$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot (-0,3) = +1,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot (-1,1) = +7,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+8,5	+8,1	+0,4		+0,4	9,4	30°46'
Wyz	-6,9	+1,8	-8,7		-8,7		
WΔ	+1,1	+5,6	-4,5		-4,5		
2 Wxy	+5,9	-2,4	+8,3		+8,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,9190$
 $\text{Log } W\Delta = 0,6532$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2658$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 61^\circ 32' \\ \text{cos: } +\lambda = 30^\circ 46' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,6532$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6781$
 $\text{Log } R = 0,9751$
 $R = 9,4$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 22.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,2 \quad \Delta'_1 = +2,0$
 $\Delta_2 = +0,9 \quad \Delta'_2 = -1,1$
 $\Delta_3 = +0,7 \quad \Delta'_3 = -0,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -2,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 17 en la posición II₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	laci-	gra-
	I	84,8	86,2	-1,4	39,4	37,1	+2,3			
	II	86,8	86,2	+0,6	36,3	37,1	-0,8			
	III	86,9	86,2	+0,7	35,7	36,6	-0,9			
	I	84,9	86,0	-1,1	37,8	36,1	+1,7			
	II	86,3	86,0	+0,3	34,8	36,1	-1,3			
	III									
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot \pm 0 = \pm 0 + 0,2 = +0,1$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,2 = +11,5 + 11,2 = +22,7$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -0,4 = +1,5 + 1,9 = +3,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,8 = +5,3 + 4,6 = +9,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+0,1	+8,1	-8,0		-8,0	8,3	31°6'
Wyz	+11,3	+1,8	+9,5		+9,5		
WΔ	+1,7	+5,6	-3,9		-3,9		
2 Wxy	+5,0	-2,4	+7,4		+7,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,8692$
 $\text{Log } W\Delta = 0,5911$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2781$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 62^\circ 12' \\ \text{cos: } +\lambda = 31^\circ 6' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,5911$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6686$
 $\text{Log } R = 0,9225$
 $R = 8,3$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 23.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,3 \quad \Delta'_1 = +0,3$
 $\Delta_2 = -1,1 \quad \Delta'_2 = -1,4$
 $\Delta_3 = +1,0 \quad \Delta'_3 = +1,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	lac-	dos
I	I	88,0	88,2	-0,2	37,4	37,1	+0,3			
II	II	87,2	88,2	-1,0	35,7	37,1	-1,4			
III	III	89,3	88,2	+1,1	38,2	37,1	+1,1			
I	I									
II	II									
III	III									
I	I									
II	II									
III	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +0,4 = +0,8 + 0,8 = +0,8$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,2 = +0,6 + 0,7 = +0,7$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -4,6 = +17,5 + 17,5 = +17,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,4 = +2,6 + 0 = +2,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 0,8	+ 8,1	- 7,3		- 7,3	12,5	81°22'
W _{yz}	+ 0,7	+ 1,8	- 1,1		- 1,1		
WΔ	+ 17,5	+ 5,6	+ 11,9		+ 11,9		
2W _{xy}	+ 1,3	- 2,4	+ 3,7		+ 3,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,5682$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0755$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,4927$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 162^\circ 44' \\ \text{cos: } +\lambda = 81^\circ 22' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,0755$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9799$
 $\text{Log } R = 1,0956$
 $R = 12,5$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 24.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,6 \quad \Delta'_1 = +0,8$
 $\Delta_2 = +0,6 \quad \Delta'_2 = -2,9$
 $\Delta_3 = -1,2 \quad \Delta'_3 = +2,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -5,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	lac-	dos
I	I	89,8	89,2	+0,6	41,4	40,6	+0,8			
II	II	89,8	89,2	+0,6	37,7	40,6	-2,9			
III	III	88,0	89,2	-1,2	42,7	40,6	+2,1			
I	I									
II	II									
III	III									
I	I									
II	II									
III	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +6,8 = +14,1 + 13,9 = +14,0$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,2 = +0,7 + 0,4 = +0,5$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,2 = +12,2 + 12,5 = +12,3$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,4 = +9,2 + 10,0 = +9,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 14,0	+ 8,1	+ 5,9		+ 5,9	13,8	59°35'
W _{yz}	+ 0,5	+ 1,8	- 1,3		- 1,3		
WΔ	+ 12,3	+ 5,6	+ 6,7		+ 6,7		
2W _{xy}	+ 9,6	- 2,4	+ 12,0		+ 12,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,0792$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8261$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2531$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 119^\circ 11' \\ \text{cos: } -\lambda = 59^\circ 35' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,8261$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6880$
 $\text{Log } R = 1,1381$
 $R = 13,8$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 25.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,6 \quad \Delta'_1 = -0,4$
 $\Delta_2 = +2,2 \quad \Delta'_2 = -2,9$
 $\Delta_3 = -0,6 \quad \Delta'_3 = +3,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 17 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	lec-	Gr-
	I	86,2	87,6	-1,4	37,7	38,1	-0,4			
	II	89,8	87,6	+2,2	35,6	38,1	-2,5			
	III	86,7	87,3	-0,6	40,9	37,8	+3,1			
	I	85,5	87,2	-1,7	36,9	37,3	-0,4			
	II	89,4	87,2	+2,2	34,0	37,3	-3,3			
	III									
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +8,8 = +18,3$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,4 = +5,1$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,2 = +12,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,8 = -11,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+18,4	+8,1	+10,3		+10,3	11,8	117°29'
W_{yz}	+4,9	+1,8	+3,1		+3,1		
$W\Delta$	+12,4	+5,6	+6,8		+6,8		
$2W_{xy}$	-12,1	-2,4	-9,7		-9,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,9868$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8325$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,1543$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 234^\circ 58' \\ \text{cos: } -\lambda = 117^\circ 29' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,8325$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,7589$
 $\text{Log } R = 1,0736$
 $R = 11,8$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 26.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,8 \quad \Delta'_1 = +2,8$
 $\Delta_2 = +1,1 \quad \Delta'_2 = -2,4$
 $\Delta_3 = +0,7 \quad \Delta'_3 = -0,4$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -2,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	lec-	Gr-
	I	87,7	89,8	-2,1	35,2	32,6	+2,6			
	II	90,9	89,8	+1,1	30,3	32,6	-2,3			
	III	90,9	90,4	+0,5	32,4	33,1	-0,7			
	I	89,5	91,0	-1,5	36,7	33,6	+3,1			
	II	92,5	91,5	+1,0	31,7	34,1	-2,4			
	III	92,5	91,5	+1,0	33,9	34,1	-0,2			
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +2,4 = +5,0 + 4,8 = +9,8$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +4,6 = +16,6 + 16,9 = +33,5$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,6 = +6,1 + 4,9 = +11,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,0 = +6,6 + 5,9 = +12,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+4,9	+8,1	-3,2		-3,2	8,7	44°40'
W_{yz}	+16,8	+1,8	+15,0		+15,0		
$W\Delta$	+5,5	+5,6	-0,1		-0,1		
$2W_{xy}$	+6,3	-2,4	+8,7		+8,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,9395$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0000$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,9395$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 89^\circ 20' \\ \text{cos: } +\lambda = 44^\circ 40' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,0000$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 2,0603$
 $\text{Log } R = 0,9397$
 $R = 8,7$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 27.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,1 \quad \Delta'_1 = +1,6$
 $\Delta_2 = +1,2 \quad \Delta'_2 = -3,9$
 $\Delta_3 = -1,4 \quad \Delta'_3 = +2,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,6$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁ - Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	dos
	I	88,7	88,6	+0,1	40,2	38,6	+1,6		
	II	89,8	88,6	+1,2	34,7	38,6	-3,9		
	III	87,2	88,6	-1,4	40,8	38,6	+2,2		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +8,7 = +18,1 + 18,7 = +18,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,5 = +5,4 + 5,0 = +5,2$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,5 = +13,3 + 12,9 = +13,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,9 = +12,5 + 11,8 = +11,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+18,4	+8,1	+10,3		+10,3	15,5	59°26'
W _{yz}	+5,2	+1,8	+3,4		+3,4		
WΔ	+13,1	+5,6	+17,5		+17,5		
2 W _{xy}	+11,2	-2,4	+13,6		+13,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,1335$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8751$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2584$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 118^\circ 53' \\ \text{cos: } -\lambda = 59^\circ 26' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,8751$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6839$
 $\text{Log } R = 1,1912$
 $R = 15,5$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 28.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,3 \quad \Delta'_1 = -0,6$
 $\Delta_2 = +2,5 \quad \Delta'_2 = +0,1$
 $\Delta_3 = +0,9 \quad \Delta'_3 = +0,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,6$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,4$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 17 en la posición III₂ - Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	dos
	I	85,0	88,2	-3,2	35,7	36,1	-0,4		
	II	90,7	88,2	+2,5	36,5	36,1	+0,4		
	III	88,8	88,0	+0,8	36,2	35,8	+0,4		
	I	84,5	87,9	-3,4	34,7	35,4	-0,7		
	II	90,5	88,0	+2,5	35,4	35,5	-0,1		
	III	89,0	88,0	+1,0	36,4	35,5	+0,9		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +2,1 = +4,4 + 4,2 = +4,3$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +2,7 = +9,7 + 10,1 = +9,9$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +0,9 = -3,4 - 4,6 = -4,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +4,1 = -26,9 - 26,3 = -26,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+4,3	+8,1	-3,8		-3,8	25,9	145°52'
W _{yz}	+9,9	+1,8	+8,1		+8,1		
WΔ	-4,0	+5,6	-9,6		-9,6		
2 W _{xy}	-26,5	-2,4	-24,1		-24,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,3820$
 $\text{Log } W\Delta = 0,9823$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,3997$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 291^\circ 44' \\ \text{cos: } +\lambda = 145^\circ 52' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,9823$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,5683$
 $\text{Log } R = 1,4140$
 $R = 25,9$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Porma)

Estación n.º 29.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,4 \quad \Delta'_1 = +2,0$
 $\Delta_2 = +2,4 \quad \Delta'_2 = -4,5$
 $\Delta_3 = -1,8 \quad \Delta'_3 = +3,0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,5$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +4,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -7,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12^o.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lea- tura	Gra- dos
I	I	87,0	87,2	-0,2	39,5	36,6	+2,9		
II	II	89,5	87,2	+2,3	31,9	36,6	-4,7		
III	III	85,0	87,2	-2,2	38,5	35,9	+2,6		
I	I	87,2	87,7	-0,5	37,2	36,0	+1,2		
II	II	91,0	88,4	+2,6	32,4	36,6	-4,2		
III	III	87,1	88,4	-1,3	40,1	36,6	+3,5		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +12,7 = +26,4 + 24,5 = +25,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +2,1 = +7,6 + 7,2 = +7,4$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,3 = +12,5 + 13,7 = +13,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,9 = +5,9 + 3,9 = +4,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+25,4	+8,1	+17,3		+17,3	10,4	67°53'
W_{yz}	+7,4	+1,8	+5,6		+5,6		
$W\Delta$	+13,1	+5,6	+7,5		+7,5		
$2W_{xy}$	+4,9	-2,4	+7,3		+7,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,8633$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8751$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,9882$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 0,8633$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8751$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,8553$
 $\text{Log } R = 1,0198$
 $R = 10,4$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 135^\circ 47' \\ \text{cos: } -\lambda = 67^\circ 53' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Porma)

Estación n.º 30.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,7 \quad \Delta'_1 = +0,3$
 $\Delta_2 = +2,3 \quad \Delta'_2 = -1,7$
 $\Delta_3 = -1,7 \quad \Delta'_3 = +1,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +4,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 9 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12^o.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lea- tura	Gra- dos
I	I	88,0	88,7	-0,7	39,0	38,7	+0,3		
II	II	91,0	88,7	+2,3	37,0	38,7	-1,7		
III	III	87,0	88,7	-1,7	40,0	38,7	+1,3		
I	I								
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +7,0 = +14,6 + 14,1 = +14,3$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,0 = +3,6 + 3,6 = +3,6$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +1,0 = -3,8 - 3,8 = -3,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,2 = -1,3 - 2,6 = -2,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+14,3	+8,1	+6,2		+6,2	9,4	1°13'
W_{yz}	+3,6	+1,8	+1,8		+1,8		
$W\Delta$	-3,8	+5,6	-9,4		-9,4		
$2W_{xy}$	-2,0	-2,4	+0,4		+0,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,6020$
 $\text{Log } W\Delta = 0,9731$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 2,6289$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 1,6020$
 $\text{Log } W\Delta = 0,9731$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,9996$
 $\text{Log } R = 0,9735$
 $R = 9,4$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 2^\circ 26' \\ \text{cos: } +\lambda = 1^\circ 13' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 31.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +0,4 \quad \Delta'_1 = +0,5$
 $\Delta_2 = -2,6 \quad \Delta'_2 = -0,5$
 $\Delta_3 = +2,2 \quad \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -4,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,4$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 17 en la posición II₂ — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lección	Grados
	I	91,4	91,7	-0,3	40,2	39,1	+1,1		
	II	89,0	91,7	-2,7	38,7	39,1	-0,4		
	III	94,8	92,8	+2,0	38,5	38,4	+0,1		
	I	94,7	93,5	+1,2	38,0	38,0	0		
	II	91,0	93,5	-2,5	37,4	38,0	-0,6		
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -4,2 = -9,1 - 8,8 = -9,0$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot \pm 0,0 = \pm 0,0 - 1,1 = -0,5$
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -5,4 = +20,7 + 18,7 = +19,7$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -0,8 = +5,3 + 4,6 = +9,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-9,0	+8,1	-17,1		-17,1	15,9	76°9'
W _{yz}	-0,5	+1,8	-2,3		-2,3		
W _Δ	+19,7	+5,6	+14,1		+14,1		
2W _{xy}	+5,0	-2,4	+7,4		+7,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,8692$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,1492$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,7200$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,1492$
 $\text{Log } W_{yz} = 1,1492$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,9471$
 $\text{Log } R = 1,2021$
 $R = 15,9$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 152^\circ 18' \\ \text{cos: } -\lambda = 76^\circ 9' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 32.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,1 \quad \Delta'_1 = -1,5$
 $\Delta_2 = -0,3 \quad \Delta'_2 = -0,5$
 $\Delta_3 = -1,1 \quad \Delta'_3 = +2,0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,3$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,4$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 17 en la posición III₂ — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lección	Grados
	I	90,0	89,1	+0,9	44,3	45,4	-1,1		
	II	88,7	89,1	-0,4	45,3	45,4	-0,1		
	III	88,6	89,1	-0,5	46,7	44,6	+2,1		
	I	90,0	88,8	+1,2	41,7	43,5	-1,8		
	II	87,7	88,0	-0,3	42,2	43,0	-0,8		
	III	86,2	88,0	-1,8	45,0	43,0	+2,0		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,3 = +6,9 + 7,3 = +14,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -2,9 = -10,5 - 12,2 = -22,7$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,7 = +6,5 + 6,5 = +13,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,1 = -0,7 - 0,7 = -1,4$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+7,1	+8,1	-1,0		-1,0	1,9	58°57'
W _{yz}	-11,3	+1,8	-13,1		-13,1		
W _Δ	+6,5	+5,6	+0,9		+0,9		
2W _{xy}	-0,7	-2,4	+1,7		+1,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,2304$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,9542$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2762$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,1492$
 $\text{Log } W_{yz} = 1,1492$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,6702$
 $\text{Log } R = 0,2840$
 $R = 1,9$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 117^\circ 54' \\ \text{cos: } -\lambda = 58^\circ 57' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 33.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -1,1 \quad \Delta'_1 = +2,6$
 $\Delta_2 = +1,1 \quad \Delta'_2 = -3,7$
 $\Delta_3 = +0,1 \quad \Delta'_3 = +1,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -2,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición II₂ — Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	t _{ac-}	t _{dos}
	I	90,3	91,4	-1,1	41,3	38,8	+2,5			
	II	92,9	91,4	+1,5	35,0	38,8	-3,8			
	III	92,0	91,9	+0,1	40,0	38,9	+1,1			
	I	90,7	91,8	-1,1	41,6	39,0	+2,6			
	II	92,6	91,8	+0,8	35,3	39,0	-3,7			
	III									
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot (+5,8) = +12,5 + 11,7 = +12,2$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot (+3,8) = +14,2 + 13,5 = +13,8$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot (-3,8) = +14,6 + 16,1 = +15,3$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot (-1,4) = +9,3 + 8,0 = +8,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+12,2	+8,1	+4,1		+4,1	14,6	65°42'
W _{yz}	+13,8	+1,8	+12,0		+12,0		
WΔ	+15,3	+5,6	+9,7		+9,7		
2W _{xy}	+8,6	-2,4	+11,0		+11,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,0414$
 $\text{Log } W\Delta = 0,9868$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0546$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 1,0414$
 $\text{Log } W\Delta = 0,9868$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0546$
 $\text{Log } R = 1,1664$
 $R = 14,6$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 131^\circ 24' \\ \text{cos: } -\lambda = 65^\circ 42' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 34.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,6 \quad \Delta'_1 = -2,0$
 $\Delta_2 = +2,0 \quad \Delta'_2 = -2,2$
 $\Delta_3 = -1,5 \quad \Delta'_3 = +4,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición I; revelada a las 9 en la posición III₂ — Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	t _{ac-}	t _{dos}
	I	88,1	89,0	-0,9	42,8	44,8	-2,0			
	II	91,0	89,0	+2,0	42,7	44,8	-2,1			
	III	87,8	89,3	-1,5	48,9	44,9	+4,0			
	I	89,1	89,5	-0,4	43,0	45,0	-2,0			
	II	91,6	89,6	+2,0	43,0	45,3	-2,3			
	III	88,1	89,6	-1,5	49,9	45,3	+4,6			
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot (+10,0) = +20,8$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot (-1,6) = -5,8$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot (-3,0) = +11,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot (+0,6) = -17,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+20,7	+8,1	+12,6		+12,6	16,0	124°2'
W _{yz}	-5,6	+1,8	-7,4		-7,4		
WΔ	+11,6	+5,6	+6,0		+6,0		
2W _{xy}	-17,3	-2,4	-14,9		-14,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1731$
 $\text{Log } W\Delta = 0,7781$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,3950$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 1,1731$
 $\text{Log } W\Delta = 0,7781$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,3950$
 $\text{Log } R = 1,2058$
 $R = 16,0$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 248^\circ 4' \\ \text{cos: } -\lambda = 124^\circ 2' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 35.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -2,3 \quad \Delta'_1 = -2,3$
 $\Delta_2 = -0,5 \quad \Delta'_2 = +1,5$
 $\Delta_3 = +2,7 \quad \Delta'_3 = +0,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -3,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición I; revelada a las 16 en la posición III₁ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Leitura	Grados
	I	87,9	90,2	-2,3	45,1	47,4	-2,3		
	II	89,7	90,2	-0,5	48,9	47,4	+1,5		
	III	92,9	90,2	+2,7	48,3	47,4	+0,9		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -3,8 = -8,2$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,2 = -0,7$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -2,6 = +10,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +4,6 = -30,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	-8,2	+8,1	-16,3		-16,3	27,0	130°27'
W_{yz}	-0,3	+1,8	-2,1		-2,1		
$W\Delta$	+10,0	+5,6	+4,4		+4,4		
$2W_{xy}$	-29,9	-2,4	-27,5		-27,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,4393$
 $\text{Log } W\Delta = 0,6434$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,7959$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 260^\circ 54' \\ \text{cos: } -\lambda = 130^\circ 27' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,6434$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,1991$
 $\text{Log } R = 1,4443$
 $R = 27,0$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 36.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,5 \quad \Delta'_1 = +0,5$
 $\Delta_2 = -1,0 \quad \Delta'_2 = +2,6$
 $\Delta_3 = +2,3 \quad \Delta'_3 = -3,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -3,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +5,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Leitura	Grados
	I	88,3	90,0	-1,7	48,1	47,9	+0,2		
	II	89,0	90,0	-1,0	50,4	47,9	+2,5		
	III	92,6	90,3	+2,3	45,1	48,2	-3,1		
	I	88,9	90,3	-1,4	49,1	48,4	+0,7		
	II	89,0	90,1	-1,1	51,0	48,4	+2,6		
	III	92,3	90,1	+2,2	45,0	48,4	-3,4		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -9,1 = -18,9$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,9 = +6,9$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -9,5 = +36,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,7 = -4,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	-18,9	+8,1	-27,0		-27,0	15,2	175°51'
W_{yz}	+6,8	+1,8	+5,0		+5,0		
$W\Delta$	-9,5	+5,6	-15,1		-15,1		
$2W_{xy}$	-4,6	-2,4	-2,2		-2,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,3424$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1790$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,1634$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 351^\circ 43' \\ \text{cos: } +\lambda = 175^\circ 51' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,1790$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9954$
 $\text{Log } R = 1,1836$
 $R = 15,2$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 37.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +0,7 \quad \Delta'_1 = -0,3$

$\Delta_2 = -2,3 \quad \Delta'_2 = -1,0$

$\Delta_3 = +1,6 \quad \Delta'_3 = +1,3$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$

$\Delta_2 - \Delta_3 = -3,9$

$\Delta_2 + \Delta_3 = -0,7$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,3$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición I; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	tura	Lac-	Gra-
	I	93,0	92,1	+0,9	44,9	45,3	-0,4			
	II	89,9	92,1	-2,2	44,3	45,3	-1,0			
	III	93,4	91,9	+1,5	46,7	45,5	+1,2			
	I	92,3	91,7	+0,6	45,4	45,6	-0,2			
	II	89,3	91,6	-2,3	44,6	45,6	-1,0			
	III	93,3	91,6	+1,7	46,9	45,6	+1,3			

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -1,6 = -3,5$

$B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -1,0 = -3,7$

$C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -6,2 = +23,7$

$D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -0,4 = +2,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-3,5	+8,1	-11,6		-11,6	18,9	81°13'
W _{yz}	-3,3	+1,8	-5,1		-5,1		
WΔ	+23,7	+5,6	+18,1		+18,1		
2W _{xy}	+2,7	-2,4	+5,1		+5,1		

Cálculo de R y λ

Log 2 W_{xy} = 0,7076 Log WΔ = 1,2577

Log WΔ = 1,2577 Log cos 2λ = 1,9793

Log tg 2λ = 1,4499 Log R = 1,2784

Signos { tg: -2λ = 162°27' R = 18,9

 { cos: -λ = 81°13'

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 38.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,7 \quad \Delta'_1 = -0,9$

$\Delta_2 = -3,8 \quad \Delta'_2 = +2,4$

$\Delta_3 = +2,1 \quad \Delta'_3 = -1,4$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$

$\Delta_2 - \Delta_3 = -5,9$

$\Delta_2 + \Delta_3 = -1,7$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = +3,8$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	tura	Lac-	Gra-
	I	92,4	90,8	+1,6	44,1	44,6	-0,5			
	II	87,1	90,8	-3,7	47,0	44,6	+2,4			
	III	92,9	90,9	+2,0	42,6	44,0	-1,4			
	I	92,8	90,9	+1,9	42,4	43,7	-1,3			
	II	87,1	91,1	-4,0	46,1	43,6	+2,5			
	III	93,3	91,1	+2,2	42,3	43,6	-1,3			

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -9,7 = -20,2$

$B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -2,7 = -9,7$

$C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -2,1 = +8,0$

$D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,7 = +4,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-20,3	+8,1	-28,4		-28,4	7,2	57°13'
W _{yz}	-10,0	+1,8	-11,8		-11,8		
WΔ	+8,6	+5,6	+3,0		+3,0		
2W _{xy}	+4,2	-2,4	+6,6		+6,6		

Cálculo de R y λ

Log 2 W_{xy} = 0,8195 Log WΔ = 0,4771

Log WΔ = 0,4771 Log cos 2λ = 1,6169

Log tg 2λ = 0,3424 Log R = 0,8602

Signos { tg: -2λ = 114°27' R = 7,2

 { cos: -λ = 57°13'

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 39.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +2,6 \quad \Delta'_1 = +3,5$
 $\Delta_2 = -4,5 \quad \Delta'_2 = -0,9$
 $\Delta_3 = +1,7 \quad \Delta'_3 = -2,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -6,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -2,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -3,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	Gra- dos
	I	93,8	91,4	+2,4	40,5	36,7	+3,8		
	II	87,0	91,4	-4,4	35,7	36,7	-1,0		
	III	93,3	91,4	+1,9	34,0	36,6	-2,6		
	I	94,0	91,2	+2,8	40,2	36,9	+3,3		
	II	86,4	91,0	-4,6	36,4	37,1	-0,7		
	III	92,5	91,0	+1,5	34,8	37,1	-2,3		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -7,8 = -16,8 - 16,6 = -16,7$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +0,6 = +2,2 + 2,6 = +2,4$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -4,6 = +17,6 + 17,2 = +17,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -6,2 = +41,1 + 40,4 = +40,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	-16,7	+8,1	-24,8		-24,8	44,7	127°20'
Wyz	+2,4	+1,8	+0,6		+0,6		
WΔ	+17,4	+5,6	+11,8		+11,8		
2Wxy	+40,7	-2,4	+43,1		+43,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,6345$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,0719$
 $\text{Log } \text{tg } 2 \lambda = 0,5626$
 $\text{Log } 2 W_{xz} = 1,0719$
 $\text{Log } \cos 2 \lambda = 1,4218$
 $\text{Log } R = 1,6501$
 $R = 44,7$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2 \lambda = 254^{\circ}41' \\ \text{cos: } -\lambda = 127^{\circ}20' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 40.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,7 \quad \Delta'_1 = -1,6$
 $\Delta_2 = -1,5 \quad \Delta'_2 = +3,6$
 $\Delta_3 = +0,7 \quad \Delta'_3 = -2,0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +5,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	Gra- dos
	I	91,1	90,6	+0,5	42,3	44,4	-2,1		
	II	88,9	90,6	-1,7	48,0	44,4	+3,6		
	III	91,7	90,9	+0,8	42,8	45,0	-2,2		
	I	92,0	91,2	+0,8	44,2	45,4	-1,2		
	II	89,9	91,2	-1,3	49,3	45,8	+3,5		
	III	91,8	91,2	+0,6	44,0	45,8	-1,8		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot (-7,8) = -16,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot (-2,4) = -8,6$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot (+3,4) = -12,9$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot (+0,8) = -5,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	-16,0	+8,1	-24,1		-24,1	18,4	174°22'
Wyz	-8,3	+1,8	-10,1		-10,1		
WΔ	-12,5	+5,6	-18,1		-18,1		
2Wxy	-6,0	-2,4	-3,6		-3,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,5563$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2577$
 $\text{Log } \text{tg } 2 \lambda = 1,2986$
 $\text{Log } 2 W_{xz} = 1,0719$
 $\text{Log } \cos 2 \lambda = 1,9916$
 $\text{Log } R = 1,2661$
 $R = 18,4$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2 \lambda = 348^{\circ}45' \\ \text{cos: } +\lambda = 174^{\circ}22' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 41.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +4,6 \quad \Delta'_1 = +3,2$

$\Delta_2 = -5,2 \quad \Delta'_2 = +1,0$

$\Delta_3 = +0,6 \quad \Delta'_3 = -4,2$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

$\Delta_2 - \Delta_3 = -5,8$

$\Delta_2 + \Delta_3 = -4,6$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = +5,2$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = -3,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	tura	dos
	I	91,0	86,3	+4,7	40,2	37,2	+3,0		
	II	81,0	86,3	-5,3	38,2	37,2	+1,0		
	III	86,8	86,1	+0,7	33,2	37,4	-4,2		
	I	90,6	86,0	+4,6	40,8	37,4	+3,4		
	II	80,7	85,9	-5,2	38,3	37,4	+0,9		
	III	86,5	85,9	+0,6	33,1	37,4	-4,3		

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -11,0 = -23,8 - 23,7 = -23,8$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -1,4 = -5,2 - 5,2 = -5,2$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot 0,6 = +2,3 + 2,3 = +2,3$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -7,8 = +51,6 + 51,6 = +51,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-23,8	+8,1	-31,9		-31,9	3,3	4°39'
W _{yz}	-5,2	+1,8	-7,0		-7,0		
WΔ	+2,3	+5,6	-3,3		-3,3		
2 W _{xy}	+51,6	-2,4	+54,0		+54,0		

Cálculo de R y λ

Log 2 W_{xy} = 1,7324 Log WΔ = 0,5185
 Log WΔ = 0,5185 Log cos 2λ = 1,9942
 Log tg 2λ = 1,2139 Log R = 0,5243
 Signos { tg: +2λ = 9°18'
 cos: +λ = 4°39'

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 42.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -2,1 \quad \Delta'_1 = +1,4$

$\Delta_2 = -0,5 \quad \Delta'_2 = -0,1$

$\Delta_3 = +2,6 \quad \Delta'_3 = -1,3$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

$\Delta_2 - \Delta_3 = -3,1$

$\Delta_2 + \Delta_3 = +2,1$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,2$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	tura	dos
	I	91,4	93,8	-2,4	45,7	44,4	+1,3		
	II	93,3	93,8	-0,5	44,4	44,4	0		
	III	96,7	94,1	+2,6	43,0	44,4	-1,4		
	I	92,3	94,2	-1,9	45,7	44,3	+1,4		
	II	93,7	94,3	-0,6	44,2	44,4	-0,2		
	III	96,9	94,3	+2,6	43,2	44,4	-1,2		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -4,3 = -8,9 - 9,4 = -9,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,5 = +12,6 + 11,9 = +12,3$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,9 = +7,2 + 7,2 = +7,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,7 = -4,6 - 4,6 = -4,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-9,2	+8,1	-17,3		-17,3	2,7	116°59'
W _{yz}	+12,3	+1,8	+10,5		+10,5		
WΔ	+7,2	+5,6	+1,6		+1,6		
2 W _{xy}	-4,6	-2,4	-2,2		-2,2		

Cálculo de R y λ

Log 2 W_{xy} = 0,3424 Log WΔ = 0,2041
 Log WΔ = 0,2041 Log cos 2λ = 1,7696
 Log tg 2λ = 0,1383 Log R = 0,4345
 Signos { tg: +2λ = 233°58'
 cos: -λ = 116°59'

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 43.

Balanza n.º 522.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +3,9 & \Delta'_1 &= +2,5 \\ \Delta_2 &= -1,0 & \Delta'_2 &= -1,3 \\ \Delta_3 &= -2,9 & \Delta'_3 &= -1,7 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -0,5 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +1,9 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= -3,9 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= +0,4 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -3,0 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición II₂—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Temperatura	Grav. dos.	Grav. tur.
	I	88,0	83,8	+4,2	42,5	41,1	+1,4			
	II	82,8	83,8	-1,0	40,4	41,1	-0,7			
	III	80,7	83,6	-2,9	40,3	42,0	-1,7			
	I	87,2	83,5	+3,7	45,4	41,9	+3,5			
	II	82,5	83,5	-1,0	40,0	41,9	-1,9			
	III									
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +1,5 = +3,2 + 2,8 = +3,0 \\ B &= W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,9 = -3,4 - 3,4 = -3,4 \\ C &= W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +2,3 = -8,8 - 9,6 = -9,2 \\ D &= 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -6,9 = +45,7 + 45,7 = +45,7 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 3,0	+8,1	- 5,1		- 5,1	50,3	36°27'
W _{yz}	- 3,4	+1,8	- 5,2		- 5,2		
WΔ	- 9,2	+5,6	-14,8		-14,8		
2 W _{xy}	+45,7	-2,4	+48,1		+48,1		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2 W_{xy} &= 1,6821 & \text{Log } W\Delta &= 1,1703 \\ \text{Log } W\Delta &= 1,1703 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,4684 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,5118 & \text{Log } R &= 1,7019 \\ \text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 72^\circ 54' \\ \text{cos: } +\lambda = 36^\circ 27' \end{array} \right. & & R &= 50,3 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 44.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +4,5 & \Delta'_1 &= +1,2 \\ \Delta_2 &= -2,4 & \Delta'_2 &= -2,4 \\ \Delta_3 &= -2,2 & \Delta'_3 &= +0,9 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= -0,2 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= -4,6 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= -3,3 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -1,5 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición I; revelada a las 16 en la posición II₂—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Temperatura	Grav. dos.	Grav. tur.
	I	90,9	86,5	+4,4	43,3	42,3	+1,0			
	II	84,4	86,5	-2,1	40,5	42,3	-1,8			
	III	84,2	86,4	-2,2	43,1	42,2	+0,9			
	I	90,7	86,1	+4,6	43,0	41,6	+1,4			
	II	83,4	86,1	-2,7	38,6	41,6	-3,0			
	III									
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,1 = +6,4 + 6,5 = +11,9 \\ B &= W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -3,1 = -11,2 - 11,0 = -22,2 \\ C &= W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,5 = +12,5 + 13,0 = +25,5 \\ D &= 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -6,1 = +40,1 - 40,8 = -0,7 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 6,5	+8,1	- 1,6		- 1,6	43,3	49°55'
W _{yz}	-11,0	+1,8	-12,8		-12,8		
WΔ	+13,0	+5,6	+7,4		+7,4		
2 W _{xy}	+40,8	-2,4	+42,7		+42,7		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2 W_{xy} &= 1,6309 & \text{Log } W\Delta &= 0,8692 \\ \text{Log } W\Delta &= 0,8692 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,2317 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,7617 & \text{Log } R &= 1,6375 \\ \text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 99^\circ 49' \\ \text{cos: } -\lambda = 49^\circ 54' \end{array} \right. & & R &= 43,3 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 45.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -0,4 \quad \Delta'_1 = +1,9$
 $\Delta_2 = -1,1 \quad \Delta'_2 = -0,8$
 $\Delta_3 = +1,6 \quad \Delta'_3 = -1,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lea- tura	Gra- dos
	I	89,4	89,8	-0,4	42,0	40,1	+1,9		
	II	88,7	89,8	-1,1	39,3	40,1	-0,8		
	III	91,4	89,8	+1,6	39,0	40,1	-1,1		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -3,2 = -6,9 - 6,5 = -6,7$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +2,4 = +9,0 + 8,2 = +8,6$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -2,4 = +9,2 + 8,4 = +8,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -1,4 = +9,3 + 9,2 = +9,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	- 6,7	+ 8,1	- 14,8		- 14,8		
W_{yz}	+ 8,6	+ 1,8	+ 6,8		+ 6,8	12,1	52°42'
$W\Delta$	+ 8,8	+ 5,6	+ 3,2		+ 3,2		
$2W_{xy}$	+ 9,2	- 2,4	+ 11,6		+ 11,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,0645$
 $\text{Log } W\Delta = 0,5051$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,5594$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 105^\circ 25' \\ \text{cos: } -\lambda = 52^\circ 42' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,5051$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,4246$
 $\text{Log } R = 1,0805$
 $R = 12,1$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 46.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,3 \quad \Delta'_1 = -0,6$
 $\Delta_2 = -1,6 \quad \Delta'_2 = -0,3$
 $\Delta_3 = +0,3 \quad \Delta'_3 = +1,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,3$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lea- tura	Gra- dos
	I	90,7	89,4	+1,3	35,4	35,4	0		
	II	87,8	89,4	-1,6	34,8	35,4	-0,6		
	III	89,8	89,5	+0,3	36,0	34,8	+1,2		
	I	90,9	89,6	+1,3	33,7	34,9	-1,2		
	II	88,0	89,7	-1,7	34,9	34,9	0		
	III	90,1	89,7	+0,4	36,1	34,9	+1,2		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -0,4 = -0,8 - 1,5 = -1,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -2,2 = -7,9 - 7,6 = -7,8$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,4 = +12,9 + 13,3 = +13,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,4 = +2,6 + 3,3 = +3,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	- 1,2	+ 8,1	- 9,3		- 9,3		
W_{yz}	- 7,8	+ 1,8	- 9,6		- 9,6	9,2	72°7'
$W\Delta$	+ 13,1	+ 5,6	+ 7,5		+ 7,5		
$2W_{xy}$	+ 3,0	- 2,4	+ 5,4		+ 5,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,7323$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8751$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,8572$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 144^\circ 15' \\ \text{cos: } -\lambda = 72^\circ 7' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,8751$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9093$
 $\text{Log } R = 0,9658$
 $R = 9,2$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 47.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +0,4$ $\Delta'_1 = +0,5$
 $\Delta_2 = -1,5$ $\Delta'_2 = +0,5$
 $\Delta_3 = +1,2$ $\Delta'_3 = -1,0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición II — Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Le- tura	Gra- dos
	I	90,0	89,0	+1,0	41,9	42,0	-0,1		
	II	87,5	89,0	-1,5	42,5	42,0	+0,5		
	III	89,6	88,4	+1,2	41,5	42,5	-1,0		
	I	88,2	88,4	-0,2	43,5	42,5	+1,0		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -4,2 = -9,1 - 9,1 = -9,1$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +0,2 = +0,7 + 1,5 = +1,1$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -1,2 = +4,6 + 5,4 = +5,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -0,8 = +5,3 + 5,3 = +5,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	- 9,1	+ 8,1	- 17,2		- 17,2	7,7	42° 46'
W_{yz}	+ 1,1	+ 1,8	- 0,7		- 0,7		
$W\Delta$	+ 5,0	+ 5,6	- 0,6		- 0,6		
$2 W_{xy}$	+ 5,3	- 2,4	+ 7,7		+ 7,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,8864$ $\text{Log } W\Delta = \overline{1,7781}$
 $\text{Log } W\Delta = \overline{1,7781}$ $\text{Log } \cos 2\lambda = \overline{2,8898}$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,1083$ $\text{Log } R = \overline{0,8883}$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 85^\circ 33' \\ \text{cos: } +\lambda = 42^\circ 46' \end{array} \right.$ $R = \overline{7,7}$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 48.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,2$ $\Delta'_1 = +0,5$
 $\Delta_2 = +0,2$ $\Delta'_2 = -0,4$
 $\Delta_3 = -1,5$ $\Delta'_3 = +0,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂ — Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Le- tura	Gra- dos
	I	89,2	87,9	+1,3	39,0	39,5	-0,5		
	II	87,8	87,9	-0,1	38,8	39,5	-0,7		
	III	86,6	87,9	-1,3	40,7	39,9	+0,8		
	I	89,2	88,1	+1,1	40,2	40,6	-0,4		
	II	88,4	88,0	+0,4	41,0	41,2	-0,2		
	III	86,3	88,0	-1,7	42,3	41,2	+1,1		
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,0 = +6,2 + 6,2 = +6,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,8 = -6,5 - 6,5 = -6,5$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +0,4 = -1,5 - 0,8 = -1,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,8 = +5,2 + 3,9 = +4,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+ 6,2	+ 8,1	- 1,9		- 1,9	9,6	22° 55'
W_{yz}	- 6,5	+ 1,8	- 8,3		- 8,3		
$W\Delta$	- 1,1	+ 5,6	- 6,7		- 6,7		
$2 W_{xy}$	+ 4,5	- 2,4	+ 6,9		+ 6,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,8388$ $\text{Log } W\Delta = \overline{0,8261}$
 $\text{Log } W\Delta = \overline{0,8261}$ $\text{Log } \cos 2\lambda = \overline{1,8429}$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0127$ $\text{Log } R = \overline{0,9832}$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 45^\circ 51' \\ \text{cos: } +\lambda = 22^\circ 55' \end{array} \right.$ $R = \overline{9,6}$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 49.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +0,9 \quad \Delta'_1 = -1,1$
 $\Delta_2 = -0,9 \quad \Delta'_2 = -1,0$
 $\Delta_3 = 0 \quad \Delta'_3 = +2,0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,9$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	Gra.
	I	92,0	91,0	+1,0	38,8	39,9	-1,1		
	II	90,1	91,0	-0,9	38,9	39,9	-1,0		
	III	91,0	91,0	0	42,0	39,9	+2,1		
	I	91,8	90,9	+0,9	38,8	39,9	-1,1		
	II	90,0	90,9	-0,9	38,9	39,9	-1,0		
	III	90,9	90,9	0	42,0	39,9	+2,1		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +2,1 = +4,5 + 4,3 = +8,8$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -1,9 = -7,1 - 7,5 = -14,6$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -3,9 = +14,9 + 17,7 = +32,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +0,1 = -0,7 - 1,3 = -2,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+ 4,4	+ 8,1	- 3,7		- 3,7	10,7	86°16'
Wyz	- 7,3	+ 1,8	- 9,1		- 9,1		
WΔ	+ 16,3	+ 5,6	+ 10,7		+ 10,7		
2 Wxy	- 1,0	- 2,4	+ 1,4		+ 1,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,1461$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0294$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,1167$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 172^\circ 33' \\ \text{cos: } -\lambda = 86^\circ 16' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,0294$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9963$
 $\text{Log } R = 1,0331$
 $R = 10,7$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 50.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,3 \quad \Delta'_1 = +3,1$
 $\Delta_2 = +1,0 \quad \Delta'_2 = -1,8$
 $\Delta_3 = +2,2 \quad \Delta'_3 = -1,4$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -2,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	Gra.
	I	92,5	96,0	-3,5	42,8	40,1	+2,7		
	II	97,0	96,0	+1,0	38,3	40,1	-1,8		
	III	98,5	96,3	+2,2	39,2	40,6	-1,4		
	I	93,3	96,4	-3,1	44,4	41,0	+3,4		
	II	97,4	96,5	+0,9	39,3	41,2	-1,9		
	III	98,7	96,5	+2,2	39,8	41,2	-1,4		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -0,8 = -1,7 - 1,5 = -3,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +6,4 = +23,1 + 23,5 = +46,6$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,6 = +6,1 + 5,7 = +11,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot 0 = 0 - 0,7 = -0,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	- 1,6	+ 8,1	- 9,7		- 9,7	2,1	49°4'
Wyz	+ 23,5	+ 1,8	+ 21,5		+ 21,5		
WΔ	+ 5,9	+ 5,6	+ 0,3		+ 0,3		
2 Wxy	- 0,3	- 2,4	+ 2,1		+ 2,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,3222$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4771$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,8451$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 98^\circ 8' \\ \text{cos: } -\lambda = 49^\circ 4' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,4771$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,1507$
 $\text{Log } R = 0,3264$
 $R = 2,1$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 51.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -1,0 \quad \Delta'_1 = -0,2$
 $\Delta_2 = -0,9 \quad \Delta'_2 = +0,2$
 $\Delta_3 = +1,9 \quad \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	tura	Lec.	gra.
I	I	90,1	91,3	-1,2	42,0	42,2	-0,2			
II	II	90,7	91,3	-0,6	42,2	42,2	0			
III	III	93,0	91,6	+1,4	42,5	42,2	+0,3			
I	I	91,0	91,7	-0,7	41,9	42,1	-0,2			
II	II	91,1	92,3	-1,2	42,0	41,6	+0,4			
III	III	94,8	92,3	+2,5	40,8	41,6	-0,8			

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -3,2 = -6,9 - 6,9 = -6,9$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +1,0 = +3,7 + 3,7 = +3,7$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -2,4 = +9,2 + 9,2 = +9,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +1,0 = -6,6 - 6,6 = -6,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-6,9	+8,1	-15,0		-15,0	5,5	114°40'
W _{yz}	+3,7	+1,8	+1,9		+1,9		
WΔ	+9,2	+5,6	+3,6		+3,6		
2W _{xy}	-6,6	-2,4	-4,2		-4,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,6232$
 $\text{Log } W\Delta = 0,5563$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0669$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,5563$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8140$
 $\text{Log } R = 0,7423$
 $R = 5,5$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 229^\circ 20' \\ \text{cos: } -\lambda = 114^\circ 40' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 52.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,2 \quad \Delta'_1 = +0,6$
 $\Delta_2 = +3,5 \quad \Delta'_2 = -1,1$
 $\Delta_3 = -4,0 \quad \Delta'_3 = +0,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +7,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	tura	Lec.	gra.
I	I	91,0	90,9	+0,1	43,8	43,1	+0,7			
II	II	94,2	90,9	+3,3	41,8	43,1	-1,3			
III	III	87,6	91,0	-3,4	43,8	42,9	+0,9			
I	I	91,2	91,0	+0,2	43,0	42,5	+0,5			
II	II	94,1	90,4	+3,7	40,7	41,7	-1,0			
III	III	85,8	90,4	-4,6	41,5	41,7	-0,2			

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +8,9 = +18,5 + 18,5 = +18,5$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,3 = +1,1 + 1,1 = +1,1$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +6,1 = -23,2 - 23,2 = -23,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,3 = +8,5 + 8,5 = +8,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+18,5	+8,1	+10,4		+10,4	30,8	10°22'
W _{yz}	+1,1	+1,8	-0,7		-0,7		
WΔ	-23,2	+5,6	-28,8		-28,8		
2W _{xy}	+8,5	-2,4	+10,9		+10,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,0374$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4594$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,5780$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,4594$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9709$
 $\text{Log } R = 1,4885$
 $R = 30,8$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 20^\circ 44' \\ \text{cos: } +\lambda = 10^\circ 22' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 53.

Balanza n.º 522.

- $\Delta_1 = +1,0 \quad \Delta'_1 = -1,9$
- $\Delta_2 = -1,1 \quad \Delta'_2 = +1,5$
- $\Delta_3 = -0,2 \quad \Delta'_3 = +0,4$
- $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,3$
- $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
- $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,9$
- $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,3$
- $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,1$
- $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec. ultra	Gra. dos
	I	94,6	93,5	+1,1	41,8	43,7	-1,9		
	II	92,0	93,5	-1,5	45,2	43,7	+1,5		
	III	94,0	93,3	+0,7	44,1	43,8	+0,3		
	I	93,9	93,0	+0,9	42,2	44,1	-1,9		
	II	91,1	91,9	-0,8	46,0	44,4	+1,6		
	III	90,7	91,9	-1,2	44,9	44,4	+0,5		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -2,0 = -4,3 - 4,5 = -4,4$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -3,2 = -12,0 - 12,3 = -12,2$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +0,2 = -0,8 - 1,1 = -1,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +0,6 = -4,0 - 4,6 = -4,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	-4,4	+8,1	-12,5		-12,5	6,8	171°57'
W_{yz}	-12,1	+1,8	-14,0		-14,0		
$W\Delta$	-1,0	+5,6	-6,6		-6,6		
$2W_{xy}$	-4,3	-2,4	-1,9		-1,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,2787$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8195$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,4592$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,8195$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9827$
 $\text{Log } R = 0,8368$
 $R = 6,8$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 353^\circ 56' \\ \text{cos: } +\lambda = 171^\circ 57' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 54.

Balanza n.º 603.

- $\Delta_1 = +0,6 \quad \Delta'_1 = -0,7$
- $\Delta_2 = +1,5 \quad \Delta'_2 = -1,2$
- $\Delta_3 = -2,1 \quad \Delta'_3 = +1,9$
- $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
- $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
- $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,6$
- $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,6$
- $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3,1$
- $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec. ultra	Gra. dos
	I	95,8	95,3	+0,5	44,6	45,4	-0,8		
	II	96,9	95,3	+1,6	44,0	45,4	-1,4		
	III	93,3	95,5	-2,2	47,5	45,6	+1,9		
	I	96,3	95,5	+0,8	45,3	45,9	-0,6		
	II	97,0	95,6	+1,4	45,0	46,1	-1,1		
	III	93,6	95,6	-2,0	48,1	46,1	+2,0		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +6,7 = +13,9 + 14,4 = +14,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,3 = -4,7 - 4,7 = -4,7$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +0,5 = -1,9 - 1,1 = -1,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,1 = -0,7 - 0,7 = -0,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+14,2	+8,1	+6,1		+6,1	7,2	6°44'
W_{yz}	-4,7	+1,8	-6,5		-6,5		
$W\Delta$	-1,5	+5,6	-7,1		-7,1		
$2W_{xy}$	-0,7	-2,4	+1,7		+1,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,2305$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8513$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,3792$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,8513$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9879$
 $\text{Log } R = 0,8634$
 $R = 7,2$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 13^\circ 28' \\ \text{cos: } +\lambda = 6^\circ 44' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 55.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1=0 \quad \Delta'_1=-1,6$
 $\Delta_2=-1,8 \quad \Delta'_2=-1,1$
 $\Delta_3=+1,7 \quad \Delta'_3=+2,7$
 $\Delta_1+\Delta_2+\Delta_3=-0,1$
 $\Delta'_1+\Delta'_2+\Delta'_3=0$
 $\Delta_2-\Delta_3=-3,5$
 $\Delta_2+\Delta_3=-0,1$
 $\Delta'_2-\Delta'_3=-3,8$
 $\Delta'_2+\Delta'_3=+1,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t _{air}	t _{bar}
	I	92,6	92,7	-0,1	41,9	43,2	-1,3		
	II	90,7	92,7	-2,0	42,0	43,2	-1,2		
	III	94,9	92,9	+2,0	45,6	42,9	+2,7		
	I	93,1	93,0	+0,1	41,0	42,9	-1,9		
	II	91,0	92,7	-1,7	42,1	43,0	-0,9		
	III	94,1	92,7	+1,4	45,8	43,0	+2,8		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +0,3 = +0,6 + 0,2 = +0,4$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -1,7 = -6,4 - 7,1 = -6,8$
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -7,3 = +28,0 + 28,0 = +28,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +1,5 = -9,9 - 9,9 = -9,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	+0,4	+8,1	-7,7		-7,7	23,6	99°15'
W _{yz}	-6,8	+1,8	-8,6		-8,6		
W _Δ	+28,0	+5,6	+22,4		+22,4		
2 W _{xy}	-9,9	-2,4	-7,5		-7,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,8751$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,3502$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,5249$
 $\text{Log } W_{xx} = 1,3502$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9769$
 $\text{Log } R = 1,3733$
 $R = 23,6$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 198^{\circ}31' \\ \text{cos: } -\lambda = 99^{\circ}15' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 56.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1=-2,8 \quad \Delta'_1=+0,8$
 $\Delta_2=+0,2 \quad \Delta'_2=+0,8$
 $\Delta_3=+2,6 \quad \Delta'_3=-1,6$
 $\Delta_1+\Delta_2+\Delta_3=0$
 $\Delta'_1+\Delta'_2+\Delta'_3=0$
 $\Delta_2-\Delta_3=-2,4$
 $\Delta_2+\Delta_3=+2,8$
 $\Delta'_2-\Delta'_3=+2,4$
 $\Delta'_2+\Delta'_3=-0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t _{air}	t _{bar}
	I	92,0	95,0	-3,0	45,5	44,9	+0,6		
	II	95,1	95,0	+0,1	45,6	44,9	+0,7		
	III	97,8	95,2	+2,6	43,5	45,1	-1,6		
	I	92,7	95,4	-2,7	46,3	45,4	+0,9		
	II	95,7	95,5	+0,2	46,4	45,5	+0,9		
	III	98,0	95,5	+2,5	43,9	45,5	-1,6		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -4,8 = -10,0 - 10,0 = -10,0$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,6 = +13,0 + 13,0 = +13,0$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot 0 = 0 = 0 = 0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,0 = -13,1 - 13,1 = -13,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	-10,0	+8,1	-18,1		-18,1	12,1	148°48'
W _{yz}	+13,0	+1,8	+11,2		+11,2		
W _Δ	0	+5,6	-5,6		-5,6		
2 W _{xy}	-13,1	-2,4	-10,7		-10,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,0294$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,7482$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2812$
 $\text{Log } W_{xx} = 1,0294$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6661$
 $\text{Log } R = 1,0821$
 $R = 12,1$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 297^{\circ}37' \\ \text{cos: } +\lambda = 148^{\circ}48' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 57.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,7 \quad \Delta'_1 = +2,2$
 $\Delta_2 = +3,2 \quad \Delta'_2 = -3,8$
 $\Delta_3 = +0,1 \quad \Delta'_3 = +1,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0,4$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -5,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -2,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lac- tura	Gra- dos
	I	92,1	95,7	-3,6	45,6	42,9	+2,7		
	II	98,2	95,7	+2,5	38,6	42,9	-4,3		
	III	96,8	95,6	+1,2	44,4	42,4	+2,0		
	I	91,9	95,8	-3,9	44,2	42,5	+1,7		
	II	98,7	94,8	+3,9	38,9	42,2	-3,3		
	III	93,8	94,8	-1,0	43,4	42,2	+1,2		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +8,5 = +17,7$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +5,5 = +19,9$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -2,3 = +8,7$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,1 = -7,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+17,7	+8,1	+9,6		+9,6	5,7	118°34'
W_{yz}	+19,9	+1,8	+18,1		+18,1		
$W\Delta$	+8,7	+5,6	+3,1		+3,1		
$2W_{xy}$	-7,2	-2,4	-4,8		-4,8		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,6812$
 $\text{Log } W\Delta = 0,4913$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,1899$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 237^\circ 8' \\ \text{cos: } -\lambda = 118^\circ 34' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W\Delta = 0,4913$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,7343$
 $\text{Log } R = 0,7570$
 $R = 5,7$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 58.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,6 \quad \Delta'_1 = -0,1$
 $\Delta_2 = +2,9 \quad \Delta'_2 = -1,7$
 $\Delta_3 = +0,7 \quad \Delta'_3 = +1,7$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lac- tura	Gra- dos
	I	91,1	94,9	-3,8	40,2	40,4	-0,2		
	II	97,9	94,9	+3,0	38,9	40,4	-1,5		
	III	95,7	95,1	+0,6	42,1	40,3	+1,8		
	I	91,6	95,0	-3,4	39,8	39,8	0		
	II	97,7	95,0	+2,7	37,5	39,4	-1,9		
	III	95,8	95,0	+0,8	41,0	39,4	+1,6		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +5,6 = +11,6 + 11,6$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,6 = +13,0 + 13,0$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,2 = +4,6 + 4,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +3,6 = -23,7 - 23,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+11,6	+8,1	+3,5		+3,5	21,3	136°9'
W_{yz}	+13,0	+1,8	+11,2		+11,2		
$W\Delta$	+4,6	+5,6	-1,0		-1,0		
$2W_{xy}$	-23,7	-2,4	-21,3		-21,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,3284$
 $\text{Log } W\Delta = 0,0000$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,3284$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 272^\circ 18' \\ \text{cos: } +\lambda = 136^\circ 9' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W\Delta = 0,0000$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 2,6712$
 $\text{Log } R = 1,3288$
 $R = 21,3$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 59.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= -3,5 & \Delta'_1 &= -0,2 \\ \Delta_2 &= +2,9 & \Delta'_2 &= -0,1 \\ \Delta_3 &= +0,6 & \Delta'_3 &= +1,3 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= 0 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +2,3 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= +3,5 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= -2,4 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= +0,2 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 15 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lac- tura	Gra- dos
	I	91,1	94,8	-3,7	44,1	43,9	+0,2		
	II	97,8	94,8	+3,0	42,9	43,9	-1,0		
	III	95,4	94,8	+0,6	44,6	43,3	+1,3		
	I	91,2	94,6	-3,4	42,3	42,8	-0,5		
	II	97,2	94,5	+2,7	41,6	42,7	-1,1		
	III	95,1	94,5	+0,6	44,1	42,7	+1,4		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,7 = +9,8 + 9,8 = +19,6 \\ B &= W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,3 = +11,9 + 11,9 = +23,8 \\ C &= W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -0,1 = +0,4 + 0,4 = +0,8 \\ D &= 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +3,7 = -24,3 - 24,3 = -48,6 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+9,8	+8,1	+1,7		+1,7	22,5	141°41'
W _{yz}	+11,9	+1,8	+10,1		+10,1		
WΔ	+0,4	+5,6	-5,2		-5,2		
2W _{xy}	-24,3	-2,4	-21,9		-21,9		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2 W_{xy} &= 1,3404 & \text{Log } W\Delta &= 0,7160 \\ \text{Log } W\Delta &= 0,7160 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,3636 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,6244 & \text{Log } R &= 1,3524 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 283^\circ 22' \\ \text{cos: } +\lambda = 141^\circ 41' \end{array} \right. & & R &= 22,5 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 60.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +0,3 & \Delta'_1 &= +2,4 \\ \Delta_2 &= -1,5 & \Delta'_2 &= -5,6 \\ \Delta_3 &= +1,2 & \Delta'_3 &= +3,1 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -0,1 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= -2,7 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= -0,3 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= -8,7 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -2,5 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lac- tura	Gra- dos
	I	92,9	92,8	+0,1	43,2	41,1	+2,1		
	II	91,4	92,8	-1,4	35,7	41,1	-5,4		
	III	94,2	93,0	+1,2	44,5	41,4	+3,1		
	I	93,3	92,9	+0,4	44,0	41,3	+2,7		
	II	91,2	92,9	-1,7	35,3	41,2	-5,9		
	III	94,1	92,9	+1,2	44,2	41,2	+3,0		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +6,0 = +12,5 + 12,5 = +25,0 \\ B &= W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +2,2 = +7,9 + 7,9 = +15,8 \\ C &= W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -11,4 = +43,3 + 43,3 = +86,6 \\ D &= 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -2,8 = +18,4 + 18,4 = +36,8 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+12,5	+8,1	+4,4		+4,4	43,1	75°33'
W _{yz}	+7,9	+1,8	+6,1		+6,1		
WΔ	+43,3	+5,6	+37,7		+37,7		
2W _{xy}	+18,4	-2,4	+20,8		+20,8		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2 W_{xy} &= 1,3181 & \text{Log } W\Delta &= 1,5763 \\ \text{Log } W\Delta &= 1,5763 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,9423 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 1,7418 & \text{Log } R &= 1,6340 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 151^\circ 7' \\ \text{cos: } -\lambda = 75^\circ 33' \end{array} \right. & & R &= 43,1 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 61.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= -2,5 & \Delta'_1 &= +0,8 \\ \Delta_2 &= +1,7 & \Delta'_2 &= -1,9 \\ \Delta_3 &= +0,8 & \Delta'_3 &= +1,2 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= +0,1 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +0,9 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= +2,5 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= -3,1 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -0,7 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12,30 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lectura	Grados
	I	90,8	93,3	-2,5	45,0	44,2	+0,8		
	II	95,0	93,3	+1,7	42,3	44,2	-1,9		
	III	94,1	93,3	+0,8	45,4	44,2	+1,2		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$$\begin{aligned} A = W_{xz} &= +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,0 = +8,3 & +8,3 \\ B = W_{yz} &= +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,2 = +11,6 & +11,6 \\ C = W\Delta &= -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -2,2 = +8,3 & +8,3 \\ D = 2W_{xy} &= -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,8 = -11,8 & -11,8 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 8,3	+ 8,1	+ 0,2		+ 0,2	9,8	126°59'
W _{yz}	+11,6	+1,8	+ 9,8		+ 9,8		
WΔ	+ 8,3	+5,6	+ 2,7		+ 2,7		
2W _{xy}	-11,8	-2,4	- 9,4		- 9,4		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2W_{xy} &= 0,9731 & \text{Log } W\Delta &= 0,4314 \\ \text{Log } W\Delta &= 0,4314 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,4410 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,5417 & \text{Log } R &= 0,9904 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 253^\circ 58' \\ \text{cos: } -\lambda = 126^\circ 59' \end{array} \right. & & R &= 9,8 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 62.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= -3,2 & \Delta'_1 &= +1,5 \\ \Delta_2 &= +3,2 & \Delta'_2 &= -0,5 \\ \Delta_3 &= +0,1 & \Delta'_3 &= -1,0 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= +0,1 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= 0 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +3,1 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= +3,3 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= +0,5 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -1,5 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 13,30 en la posición N; revelada a las 16,30 en la posición II₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lectura	Grados
	I	89,1	92,0	-2,9	40,5	39,1	+1,4		
	II	95,1	92,0	+3,1	38,9	39,1	-0,2		
	III	91,8	91,7	+0,1	38,0	39,0	-1,0		
	I	88,1	91,6	-3,5	40,1	38,6	+1,5		
	II	94,9	91,6	+3,3	37,8	38,6	-0,8		
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$$\begin{aligned} A = W_{xz} &= +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +2,6 = +5,4 & +5,4 \\ B = W_{yz} &= +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +4,8 = +17,3 & +17,3 \\ C = W\Delta &= -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +3,6 = -13,7 & -13,7 \\ D = 2W_{xy} &= -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,8 = -11,8 & -11,8 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 5,4	+8,1	- 2,7		- 2,7	21,5	167°1'
W _{yz}	+17,3	+1,8	+15,5		+15,5		
WΔ	-13,7	+5,6	-19,3		-19,3		
2W _{xy}	-11,8	-2,4	- 9,4		- 9,4		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2W_{xy} &= 0,9731 & \text{Log } W\Delta &= 1,2856 \\ \text{Log } W\Delta &= 1,2856 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,9538 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 1,6875 & \text{Log } R &= 1,3318 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 334^\circ 2' \\ \text{cos: } +\lambda = 167^\circ 1' \end{array} \right. & & R &= 21,5 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 63.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -2,4 \quad \Delta'_1 = -0,1$
 $\Delta_2 = +0,3 \quad \Delta'_2 = +0,7$
 $\Delta_3 = +2,0 \quad \Delta'_3 = -0,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	91,8	94,3	-2,5	44,6	44,8	-0,2		
	II	94,6	94,3	+0,3	45,8	44,8	+1,0		
	III	96,4	94,3	+2,1	44,1	44,6	-0,5		
	I	92,0	94,3	-2,3	43,9	44,0	-0,1		
	II	94,4	94,2	+0,2	44,0	43,6	+0,4		
	III	96,1	94,2	+1,9	42,9	43,6	-0,7		

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -3,0 = -6,2$
 $B = W_{yy} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +2,2 = +7,9$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -0,4 = +1,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,4 = -15,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xx}	-6,2	+8,1	-14,3		-14,3	14,0	143°30'
W_{yy}	+7,9	+1,8	+6,1		+6,1		
$W\Delta$	+1,5	+5,6	-4,1		-4,1		
$2W_{xy}$	-15,8	-2,4	-13,4		-13,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1271$
 $\text{Log } W\Delta = 0,6128$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,5143$
 $\text{Log } W_{xx} = 0,6128$
 $\text{Log } W_{yy} = 1,4662$
 $\text{Log } R = 1,1466$
 $R = 14,0$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 287^\circ 1' \\ \text{cos: } +\lambda = 143^\circ 30' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 64.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,8 \quad \Delta'_1 = -3,8$
 $\Delta_2 = +0,6 \quad \Delta'_2 = -0,1$
 $\Delta_3 = -1,4 \quad \Delta'_3 = +3,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +3,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	97,3	96,5	+0,8	45,9	49,7	-3,8		
	II	97,1	96,5	+0,6	49,6	49,7	-0,1		
	III	95,1	96,5	-1,4	53,6	49,7	+3,9		

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +6,0 = +12,5$
 $B = W_{yy} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -4,6 = -16,6$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -2,0 = +7,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +3,0 = -19,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xx}	+12,5	+8,1	+4,4		+4,4	17,4	131°42'
W_{yy}	-16,6	+1,8	-18,4		-18,4		
$W\Delta$	+7,6	+5,6	+2,0		+2,0		
$2W_{xy}$	-19,7	-2,4	-17,3		-17,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,2380$
 $\text{Log } W\Delta = 0,3010$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,9370$
 $\text{Log } W_{xx} = 1,2380$
 $\text{Log } W_{yy} = 1,0600$
 $\text{Log } R = 1,2410$
 $R = 17,4$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 263^\circ 24' \\ \text{cos: } -\lambda = 131^\circ 42' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 65.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,9 \quad \Delta'_1 = -0,6$
 $\Delta_2 = +4,5 \quad \Delta'_2 = -0,5$
 $\Delta_3 = -0,7 \quad \Delta'_3 = +1,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +5,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,7$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 13,30 en la posición N; revelada a las 17,30 en la posición I₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	89,3	93,2	-3,9	42,1	42,7	-0,6		
	II	97,7	93,2	+4,5	42,2	42,7	-0,5		
	III	92,6	93,3	-0,7	43,9	42,7	+1,2		
	I	89,6			42,1				
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +6,9 = +14,4 + 14,1 = +14,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,1 = +11,2 + 11,5 = +11,3$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +3,5 = -13,3 - 12,9 = -13,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +4,5 = -29,6 - 30,2 = -29,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+14,2	+8,1	+6,1		+6,1	33,2	152°6'
W _{yz}	+11,3	+1,8	+9,5		+9,5		
WΔ	-13,1	+5,6	-18,7		-18,7		
2W _{xy}	-29,9	-2,4	-27,5		-27,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,4393$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2718$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,1675$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,2718$
 $\text{Log } W_{yz} = 1,2718$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2718$
 $\text{Log } R = 1,5219$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,7499$
 $\text{Log } R = 1,5219$
 $R = 33,2$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 304^\circ 13' \\ \text{cos: } +\lambda = 152^\circ 6' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 66.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,2 \quad \Delta'_1 = -1,5$
 $\Delta_2 = +1,2 \quad \Delta'_2 = -1,6$
 $\Delta_3 = +2,2 \quad \Delta'_3 = +3,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,4$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,7$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 19 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	93,1	96,8	-3,7	43,2	44,9	-1,7		
	II	98,1	96,8	+1,3	43,3	44,9	-1,6		
	III	99,2	97,1	+2,1	48,2	45,2	+3,0		
	I	94,0	97,3	-2,7	44,0	45,4	-1,4		
	II	98,7	97,6	+1,1	44,0	45,6	-1,6		
	III	100,0	97,6	+2,4	48,8	45,6	+3,2		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,7 = +7,7 + 7,5 = +7,6$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,9 = +6,8 + 7,2 = +7,0$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -5,7 = +21,7 + 22,0 = +21,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +4,9 = -32,2 - 32,8 = -32,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+7,6	+8,1	+0,5		+0,5	34,1	120°51'
W _{yz}	+7,0	+1,8	+5,2		+5,2		
WΔ	+21,8	+5,6	+16,2		+16,2		
2W _{xy}	-32,5	-2,4	-30,1		-30,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,4786$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2095$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2691$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,2095$
 $\text{Log } W_{yz} = 1,2095$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2095$
 $\text{Log } R = 1,5338$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6757$
 $\text{Log } R = 1,5338$
 $R = 34,1$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 241^\circ 42' \\ \text{cos: } -\lambda = 120^\circ 51' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 67.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1=0 \quad \Delta'_1=+2,1$
 $\Delta_2=-1,3 \quad \Delta'_2=-5,4$
 $\Delta_3=+1,4 \quad \Delta'_3=+3,4$
 $\Delta_1+\Delta_2+\Delta_3=+0,1$
 $\Delta'_1+\Delta'_2+\Delta'_3=+0,1$
 $\Delta_2-\Delta_3=-2,7$
 $\Delta_2+\Delta_3=+0,1$
 $\Delta'_2-\Delta'_3=-8,8$
 $\Delta'_2+\Delta'_3=-2,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	hura	Gra.
I	I	92,8	92,8	0	43,4	41,3	+2,1		
	II	91,5	92,8	-1,3	35,9	41,3	-5,4		
	III	94,2	92,8	+1,4	44,7	41,3	+3,4		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +6,1 = +12,7 + 12,7$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +2,1 = +7,6 + 7,6$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -11,5 = +43,7 + 43,7$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,9 = +12,5 + 12,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+12,7	+8,1	+4,6		+4,6	41,0	79°19'
W _{yz}	+7,6	+1,8	+5,8		+5,8		
WΔ	+43,7	+5,6	+38,1		+38,1		
2W _{xy}	+12,5	-2,4	+14,9		+14,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1731$
 $\text{Log } W\Delta = 1,5809$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,5922$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 1,3263$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2552$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9690$
 $\text{Log } R = 1,6119$
 $R = 41,0$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 158^\circ 39' \\ \text{cos: } -\lambda = 79^\circ 19' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 68.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1=-3,7 \quad \Delta'_1=0$
 $\Delta_2=+2,9 \quad \Delta'_2=-1,6$
 $\Delta_3=+0,8 \quad \Delta'_3=+1,5$
 $\Delta_1+\Delta_2+\Delta_3=0$
 $\Delta'_1+\Delta'_2+\Delta'_3=-0,1$
 $\Delta_2-\Delta_3=+2,1$
 $\Delta_2+\Delta_3=+3,7$
 $\Delta'_2-\Delta'_3=-3,1$
 $\Delta'_2+\Delta'_3=-0,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	hura	Gra.
	I	91,0	94,9	-3,9	40,1	40,3	-0,2		
	II	98,0	94,9	+3,1	39,0	40,3	-1,3		
	III	95,6	95,0	+0,6	41,9	40,3	+1,6		
	I	91,4	94,9	-3,5	39,9	39,8	+0,1		
	II	97,6	95,0	+2,6	37,6	39,5	-1,9		
	III	95,9	95,0	+0,9	40,9	39,5	+1,4		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +5,2 = +10,8$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,8 = +13,7$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,0 = +3,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +3,6 = -23,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+10,8	+8,1	+2,7		+2,7	21,2	137°26'
W _{yz}	+13,7	+1,8	+11,9		+11,9		
WΔ	+3,8	+5,6	-1,8		-1,8		
2W _{xy}	-23,6	-2,4	-21,2		-21,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,3263$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2552$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,0711$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 1,3263$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2552$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 2,9273$
 $\text{Log } R = 1,3279$
 $R = 21,2$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 274^\circ 52' \\ \text{cos: } +\lambda = 137^\circ 26' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 69.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1=0,5 \quad \Delta'_1=+0,2$
 $\Delta_2=+0,5 \quad \Delta'_2=-1,3$
 $\Delta_3=-0,9 \quad \Delta'_3=+1,1$
 $\Delta_1+\Delta_2+\Delta_3=$
 $\Delta'_1+\Delta'_2+\Delta'_3=$
 $\Delta_2-\Delta_3=+1,4$
 $\Delta_2+\Delta_3=-0,4$
 $\Delta'_2-\Delta'_3=-2,4$
 $\Delta'_2+\Delta'_3=-0,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lea- tura	Gra- dos
	I	90,9	90,2	+0,7	43,0	42,9	+0,1		
	II	90,8	90,2	+0,6	41,8	42,9	-1,1		
	III	89,0	89,9	-0,9	44,0	43,1	+0,9		
	I	90,0	89,7	+0,3	43,4	43,1	+0,3		
	II	90,0	89,5	+0,5	42,0	43,4	-1,4		
	III	88,6	89,5	-0,9	44,7	43,4	+1,3		

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +3,8 = +8,2$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,2 = -0,7$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -1,0 = +3,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -0,6 = +4,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 8,2	+ 8,1	+ 0,1		+ 0,1	6,6	37°8'
W _{yz}	- 0,7	+ 1,8	- 2,5		- 2,5		
WΔ	+ 3,8	+ 5,6	- 1,8		- 1,8		
2W _{xy}	+ 4,0	- 2,4	+ 6,4		+ 6,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,8061$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2552$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,5509$
 $\text{Log } 2W_{xz} = 0,2552$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2552$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,4325$
 $\text{Log } R = 0,8227$
 $R = 6,6$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 74^\circ 17' \\ \text{cos: } +\lambda = 37^\circ 8' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 70.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1=+0,1 \quad \Delta'_1=+5,1$
 $\Delta_2=+1,0 \quad \Delta'_2=-1,7$
 $\Delta_3=-1,0 \quad \Delta'_3=-3,5$
 $\Delta_1+\Delta_2+\Delta_3=$
 $\Delta'_1+\Delta'_2+\Delta'_3=$
 $\Delta_2-\Delta_3=+2,0$
 $\Delta_2+\Delta_3=0$
 $\Delta'_2-\Delta'_3=+1,8$
 $\Delta'_2+\Delta'_3=-5,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lea- tura	Gra- dos
	I	92,8	92,7	+0,1	45,4	40,3	+5,1		
	II	93,7	92,7	+1,0	38,6	40,3	-1,7		
	III	91,7	92,7	-1,0	36,8	40,3	-3,5		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +0,2 = +0,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +5,2 = +18,8$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +3,8 = -14,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -5,2 = +34,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 0,4	+ 8,1	- 7,7		- 7,7	41,8	30°40'
W _{yz}	+ 18,8	+ 1,8	+ 17,0		+ 17,0		
WΔ	- 14,4	+ 5,6	- 20,0		- 20,0		
2W _{xy}	+ 34,2	- 2,4	+ 36,6		+ 36,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,5634$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3010$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2624$
 $\text{Log } 2W_{xz} = 1,5634$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3010$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6808$
 $\text{Log } R = 1,6202$
 $R = 41,8$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 61^\circ 20' \\ \text{cos: } +\lambda = 30^\circ 40' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 71.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +4,1 & \Delta'_1 &= +3,0 \\ \Delta_2 &= +0,9 & \Delta'_2 &= -2,8 \\ \Delta_3 &= -5,1 & \Delta'_3 &= -0,2 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= & & \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= & & \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +6,0 & & \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= -4,2 & & \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= -2,6 & & \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -3,0 & & \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 19 en la posición III; — Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	Lec- tura	Gra- dos
I	I	96,8	92,7	+4,1	40,8	37,8	+3,0			
II	II	93,6	92,7	+0,9	35,0	37,8	-2,8			
III	III	87,6	92,7	-5,1	37,6	37,8	-0,2			
I	I									
II	II									
III	III									
I	I									
II	II									
III	III									

Medias

$$\begin{aligned} A = W_{xz} &= +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot +8,6 = +17,9 & +17,9 \\ B = W_{yz} &= +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,2 = -4,3 & -4,3 \\ C = W\Delta &= -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +3,4 = +12,9 & +12,9 \\ D = 2W_{xy} &= -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -7,2 = +47,3 & +47,3 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+17,9	+8,1	+9,8		+9,8	53,0	34°47'
W _{yz}	-4,3	+1,8	-6,1		-6,1		
WΔ	-12,9	+5,6	-18,5		-18,5		
2 W _{xy}	+47,3	-2,4	+49,7		+49,7		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2 W_{xy} &= 1,6964 & \text{Log } W\Delta &= 1,2672 \\ \text{Log } W\Delta &= 1,2672 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,5426 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,4292 & \text{Log } R &= 1,7246 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 69^\circ 35' \\ \text{cos: } +\lambda = 34^\circ 47' \end{array} \right. & & R &= 53,0 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 72.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +4,3 & \Delta'_1 &= +2,9 \\ \Delta_2 &= -0,1 & \Delta'_2 &= -3,5 \\ \Delta_3 &= -4,2 & \Delta'_3 &= +0,8 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0 & & \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= +0,2 & & \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= +4,1 & & \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= -4,3 & & \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= -4,3 & & \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -2,7 & & \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 19 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III; — Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	Lec- tura	Gra- dos
I	I	95,1	91,0	+4,1	38,2	35,2	+3,0			
II	II	90,9	91,0	-0,1	31,8	35,2	-3,4			
III	III	87,0	91,4	-4,4	35,7	35,2	+0,5			
I	I	96,2	91,7	+4,5	38,1	35,3	+2,8			
II	II	92,0	92,2	-0,2	32,0	35,6	-3,6			
III	III	88,3	92,2	-3,9	36,7	35,6	+1,1			
I	I									
II	II									
III	III									

Medias

$$\begin{aligned} A = W_{xz} &= +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot +8,4 = +17,5 & +17,5 \\ B = W_{yz} &= +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,6 = -5,8 & -5,8 \\ C = W\Delta &= -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -0,2 = +0,8 & +0,8 \\ D = 2W_{xy} &= -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -7,0 = +46,0 & +46,0 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+17,7	+8,1	+9,6		+9,6	49,3	42°23'
W _{yz}	-5,4	+1,8	-7,2		-7,2		
WΔ	+1,1	+5,6	-4,5		-4,5		
2 W _{xy}	+46,7	-2,4	+49,1		+49,1		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2 W_{xy} &= 1,6910 & \text{Log } W\Delta &= 0,6532 \\ \text{Log } W\Delta &= 0,6532 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 2,9602 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 1,0378 & \text{Log } R &= 1,6930 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 84^\circ 45' \\ \text{cos: } +\lambda = 42^\circ 23' \end{array} \right. & & R &= 49,3 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 73.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -0,3 \quad \Delta'_1 = +1,1$
 $\Delta_2 = -1,1 \quad \Delta'_2 = -1,0$
 $\Delta_3 = +1,4 \quad \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₁ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	Gra-
	I	89,7	90,0	-0,3	39,4	38,3	+1,1		
	II	88,9	90,0	-1,1	37,3	38,3	-1,0		
	III	91,4	90,0	+1,4	38,1	38,3	-0,2		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -1,7 = -3,7$
 $B = W_{yy} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +1,5 = +5,6$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -3,3 = +12,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -0,9 = +6,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	-4,0	+8,1	-12,1		-12,1	10,9	64°54'
W _{yy}	+5,2	+1,8	+3,4		+3,4		
WΔ	+12,6	+5,6	+7,0		+7,0		
2 W _{xy}	+6,0	-2,4	+8,4		+8,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,9243$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8451$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0792$
 $\text{Log } W_{xx} = 0,8451$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8451$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8062$
 $\text{Log } R = 1,0389$
 $R = 10,9$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 129^\circ 48' \\ \text{cos: } -\lambda = 64^\circ 54' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 74.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,8 \quad \Delta'_1 = -0,9$
 $\Delta_2 = +2,1 \quad \Delta'_2 = +0,2$
 $\Delta_3 = -2,9 \quad \Delta'_3 = +0,7$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +5,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	Gra-
	I	92,0	90,9	+1,1	40,5	41,3	-0,8		
	II	93,0	90,9	+2,1	41,4	41,3	+0,1		
	III	87,7	90,5	-2,8	42,0	41,1	+0,9		
	I	90,8	90,2	+0,6	40,0	41,0	-1,0		
	II	92,0	89,8	+2,2	41,0	40,7	+0,3		
	III	86,7	89,8	-3,1	41,2	40,7	+0,5		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +5,5 = +11,4$
 $B = W_{yy} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,7 = -6,1$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +4,5 = -17,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,1 = -0,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	+11,3	+8,1	+3,2		+3,2	23,0	2°37'
W _{yy}	-6,0	+1,8	-7,8		-7,8		
WΔ	-17,3	+5,6	-22,9		-22,9		
2 W _{xy}	-0,3	-2,4	+2,1		+2,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,3222$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3598$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 2,9624$
 $\text{Log } W_{xx} = 1,3598$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3598$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9981$
 $\text{Log } R = 1,3617$
 $R = 23,0$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 5^\circ 14' \\ \text{cos: } +\lambda = 2^\circ 37' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 75.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -0,9 \quad \Delta'_1 = +2,9$
 $\Delta_2 = +1,1 \quad \Delta'_2 = -4,8$
 $\Delta_3 = -0,2 \quad \Delta'_3 = +1,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,9$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6,7$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -2,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición I₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lección	Grados
	I	95,3	96,7	-1,4	37,8	34,6	+3,2		
	II	97,8	96,7	+1,1	29,8	34,6	-4,8		
	III	97,0	97,2	-0,2	36,2	34,3	+1,9		
	I	96,7	97,2	-0,5	37,0	34,3	+2,7		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +8,0 = +17,2 + 16,8 + 17,0$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +3,8 = +14,2 + 14,2 + 14,2$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -5,4 = +20,7 + 20,0 + 20,3$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -2,0 = +13,2 + 13,2 + 13,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+17,0	+8,1	+8,9		+8,9	21,4	66°39'
W _{yz}	+14,2	+1,8	+12,4		+12,4		
WΔ	+20,3	+5,6	+14,7		+14,7		
2W _{xy}	+13,2	-2,4	+15,6		+15,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1931$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1673$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0258$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 133^\circ 17' \\ \text{cos: } -\lambda = 66^\circ 39' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,1673$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8361$
 $\text{Log } R = 1,3312$
 $R = 21,4$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 76.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -4,3 \quad \Delta'_1 = +1,7$
 $\Delta_2 = +1,3 \quad \Delta'_2 = +0,1$
 $\Delta_3 = +3,0 \quad \Delta'_3 = -1,7$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +4,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 9 en la posición III₁.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lección	Grados
	I	83,8	88,1	-4,3	39,5	37,8	+1,7		
	II	89,4	88,1	+1,3	37,9	37,8	+0,1		
	III	91,1	88,1	+3,0	36,1	37,8	-1,7		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -3,5 = -7,3$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +5,9 = +21,3$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +0,1 = -0,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,7 = -17,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-7,3	+8,1	-15,4		-15,4	16,4	145°42'
W _{yz}	+21,3	+1,8	+19,5		+19,5		
WΔ	-0,4	+5,6	-6,0		-6,0		
2W _{xy}	-17,7	-2,4	-15,3		-15,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1847$
 $\text{Log } W\Delta = 0,7781$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,4066$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 291^\circ 25' \\ \text{cos: } +\lambda = 145^\circ 42' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,7781$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,5623$
 $\text{Log } R = 1,2158$
 $R = 16,4$

Investigación gravimétrica en Mansilla

Estación n.º 77.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,5 \quad \Delta'_1 = +1,0$
 $\Delta_2 = -0,5 \quad \Delta'_2 = -3,2$
 $\Delta_3 = \pm 0 \quad \Delta'_3 = +2,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -5,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Grados
	I	93,4	92,9	+0,5	43,6	42,7	+0,9		
	II	92,4	92,9	-0,5	39,3	42,7	-3,4		
	III	93,0	92,8	+0,2	45,1	42,7	+2,4		
	I	93,1	92,7	+0,4	43,6	42,6	+1,0		
	II	92,0	92,5	-0,5	39,2	42,3	-3,1		
	III	92,3	92,5	-0,2	44,2	42,3	+1,9		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +20,8 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,9 = +10,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,5 = +1,8$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -5,9 = +22,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,5 = +9,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+10,2	+8,1	+2,1		+2,1	20,8	71°54'
W_{yz}	+1,8	+1,8	0		0		
$W\Delta$	+22,4	+5,6	+16,8		+16,8		
$2W_{xy}$	+9,9	-2,4	+12,3		+12,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,0899$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2253$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,8646$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 143^\circ 48' \\ \text{cos: } -\lambda = 71^\circ 54' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,2253$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9067$
 $\text{Log } R = 1,3186$
 $R = 20,8$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 1.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,2 \quad \Delta'_1 = -0,5$
 $\Delta_2 = -0,5 \quad \Delta'_2 = -2,8$
 $\Delta_3 = +1,9 \quad \Delta'_3 = +3,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,2$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,4$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 17 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Grados
	I	92,8	93,7	-0,9	45,2	45,6	-0,4		
	II	93,2	93,7	-0,5	42,9	45,6	-2,7		
	III	95,2	93,6	+1,6	48,7	45,5	+3,2		
	I	92,3	93,7	-1,4	45,0	45,6	-0,6		
	II	93,6	94,0	-0,4	43,0	45,9	-2,9		
	III	96,2	94,0	+2,2	49,7	45,9	+3,8		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,9 = +8,1$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,7 = +2,5$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -8,7 = +33,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,1 = -13,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+8,1	+8,1	0		0	29,4	101°24'
W_{yz}	+2,7	+1,8	+0,9		+0,9		
$W\Delta$	+32,7	+5,6	+27,1		+27,1		
$2W_{xy}$	-13,8	-2,4	-11,4		-11,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,0569$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4330$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,6239$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 202^\circ 49' \\ \text{cos: } -\lambda = 101^\circ 24' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,4330$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9646$
 $\text{Log } R = 1,4684$
 $R = 29,4$



Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 2.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,5 \quad \Delta'_1 = +3,3$
 $\Delta_2 = -0,7 \quad \Delta'_2 = -6,7$
 $\Delta_3 = +0,2 \quad \Delta'_3 = +3,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -10,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -3,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 9,30 en la posición N; revelada a las 12,30 en la posición I₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lee- tura	Gra- dos
	I	97,0	96,3	+0,7	55,2	51,8	+3,4		
	II	95,6	96,3	-0,7	45,1	51,8	-6,7		
	III	96,3	96,1	+0,2	55,2	51,7	+3,5		
	I	96,5	96,1	+0,4	54,9	51,7	+3,2		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +9,3 = +19,3 + 19,3 = +19,3$
 $B = W_{yy} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +2,7 = +9,7 + 9,7 = +9,7$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -11,1 = +42,2 + 42,2 = +42,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -3,7 = +24,3 + 24,3 = +24,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	+19,3	+8,1	+11,2		+11,2	45,3	71°56'
W _{yy}	+9,7	+1,8	+7,9		+7,9		
W _Δ	+42,2	+5,6	+36,6		+36,6		
2W _{xy}	+24,3	-2,4	+26,7		+26,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,4265$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,5635$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,8630$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 143^{\circ}53' \\ \text{cos: } -\lambda = 71^{\circ}56' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{xx} = 1,5635$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9073$
 $\text{Log } R = 1,6562$
 $R = 45,3$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 3.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +2,7 \quad \Delta'_1 = -0,8$
 $\Delta_2 = -0,9 \quad \Delta'_2 = -0,1$
 $\Delta_3 = -1,8 \quad \Delta'_3 = +0,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -2,7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 13,30 en la posición N; revelada a las 17 en la posición II₂.—Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lee- tura	Gra- dos
	I	92,3	89,4	+2,9	43,5	44,1	-0,6		
	II	88,5	89,4	-0,9	44,2	44,1	+0,1		
	III	87,4	89,2	-1,8	44,7	43,8	+0,9		
	I	91,8	89,2	+2,6	42,4	43,4	-1,0		
	II	88,3	89,2	-0,9	43,2	43,4	-0,2		
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +1,9 = +4,0 + 4,2 = +4,1$
 $B = W_{yy} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -3,5 = -12,6 - 12,9 = -12,7$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -0,1 = +0,4 + 0 = +0,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,9 = +12,5 + 13,1 = +12,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	+4,1	+8,1	-4,0		-4,0	16,6	35°13'
W _{yy}	-12,7	+1,8	-14,5		-14,5		
W _Δ	+0,2	+5,6	-5,4		-5,4		
2W _{xy}	+12,8	-2,4	+15,2		+15,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1818$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,7324$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,4494$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 70^{\circ}26' \\ \text{cos: } +\lambda = 35^{\circ}13' \end{array} \right.$

$\text{Log } W_{xx} = 0,7324$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,5249$
 $\text{Log } R = 1,2075$
 $R = 16,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 4.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,3 \quad \Delta'_1 = -0,3$
 $\Delta_2 = +0,5 \quad \Delta'_2 = -0,4$
 $\Delta_3 = -0,8 \quad \Delta'_3 = +0,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,2$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 8,30 en la posición IIIz —Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	dos	Gra.
	I	87,8	87,6	+0,2	41,9	42,1	-0,2			
	II	88,3	87,6	+0,7	42,0	42,1	-0,1			
	III	86,8	87,7	-0,9	42,3	41,9	+0,4			
	I	88,0	87,6	+0,4	41,3	41,7	-0,4			
	II	88,1	87,7	+0,4	41,5	42,1	-0,6			
	III	87,1	87,7	-0,6	43,6	42,1	+1,5			
	I									
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +2,6 = +5,4 + 5,0 = +10,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -0,8 = -2,9 - 3,6 = -6,5$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot \pm 0 = \pm 0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,2 = -1,3 - 3,9 = -5,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 5,2	+ 8,1	- 2,9		- 2,9	5,6	178°59'
W _{yz}	- 3,3	+ 1,8	- 5,1		- 5,1		
WΔ	0	+ 5,6	- 5,6		- 5,6		
2 W _{xy}	- 2,6	- 2,4	- 0,2		- 0,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = \bar{1},3010$
 $\text{Log } W\Delta = 0,7482$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = \bar{2},5528$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 357^\circ 59' \\ \text{cos: } +\lambda = 178^\circ 59' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,7482$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = \bar{1},9997$
 $\text{Log } R = 0,7485$
 $R = 5,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 5.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,1 \quad \Delta'_1 = +0,1$
 $\Delta_2 = -0,9 \quad \Delta'_2 = -0,1$
 $\Delta_3 = +0,8 \quad \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 9,30 en la posición N; revelada a las 12,30 en la posición I₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	dos	Gra.
	I	89,8	90,4	-0,6	45,0	45,1	-0,1			
	II	89,5	90,4	-0,9	45,0	45,1	-0,1			
	III	91,8	91,0	+0,8	45,2	45,2	0			
	I	91,8	91,0	+0,8	45,4	45,2	+0,2			
	II									
	III									
	I									
	II									
	III									

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -1,6 = -3,3 - 3,9 = -7,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot 0 = \pm 0 + 1,0 = +1,0$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,8 = +6,8 + 5,7 = +12,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,2 = +1,3 + 3,3 = +4,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	- 3,6	+ 8,1	- 11,7		- 11,7	4,7	48°37'
W _{yz}	+ 0,5	+ 1,8	- 1,3		- 1,3		
WΔ	+ 6,2	+ 5,6	+ 0,6		+ 0,6		
2 W _{xy}	+ 2,3	- 2,4	+ 4,7		+ 4,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,6721$
 $\text{Log } W\Delta = \bar{1},7782$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,8939$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 97^\circ 15' \\ \text{cos: } -\lambda = 48^\circ 37' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = \bar{1},7782$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = \bar{1},1011$
 $\text{Log } R = 0,6771$
 $R = 4,7$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 6.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +1,3 & \Delta'_1 &= +0,5 \\ \Delta_2 &= -2,3 & \Delta'_2 &= -0,5 \\ \Delta_3 &= +1,0 & \Delta'_3 &= +0,1 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= +0,1 \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= -3,3 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= -1,3 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= -0,6 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= -0,4 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 16 en la posición I2.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	Gra- dos
I	I	93,0	91,1	+1,9	47,0	45,5	+1,5		
II	II	88,8	91,1	-2,3	45,0	45,5	-0,5		
III	III	91,4	90,4	+1,0	44,6	44,5	+0,1		
I	I	91,0	90,4	+0,6	44,0	44,5	-0,5		
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								

Medias

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -2,7 = -5,6 - 5,6 = -5,6 \\ B &= W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -0,9 = -3,2 - 2,5 = -2,8 \\ C &= W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -3,9 = +14,8 + 14,8 = +14,8 \\ D &= 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,7 = +11,2 + 12,5 = +11,8 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-5,6	+8,1	-13,7		-13,7	16,9	61º27'
W _{yz}	-2,8	+1,8	-4,6		-4,6		
WΔ	+14,8	+5,6	+9,2		+9,2		
2W _{xy}	+11,8	-2,4	+14,2		+14,2		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2W_{xy} &= 1,1523 & \text{Log } W\Delta &= 0,9638 \\ \text{Log } W\Delta &= 0,9638 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,7353 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,1885 & \text{Log } R &= 1,2285 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 122^\circ 55' \\ \text{cos: } -\lambda = 61^\circ 27' \end{array} \right. & & R &= 16,9 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 7.

Balanza n.º 603.

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +0,9 & \Delta'_1 &= -0,6 \\ \Delta_2 &= -0,6 & \Delta'_2 &= -0,4 \\ \Delta_3 &= -0,3 & \Delta'_3 &= +1,0 \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 &= 0 \\ \Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 &= \\ \Delta_2 - \Delta_3 &= -0,3 \\ \Delta_2 + \Delta_3 &= -0,9 \\ \Delta'_2 - \Delta'_3 &= -1,4 \\ \Delta'_2 + \Delta'_3 &= +0,6 \end{aligned}$$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 19 en la posición N; revelada a las 8,30 en la posición III2.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	Gra- dos
I	I	90,2	89,5	+0,7	42,0	42,7	-0,7		
II	II	89,0	89,5	-0,5	42,2	42,7	-0,5		
III	III	89,4	89,8	-0,4	43,9	42,9	+1,0		
I	I	91,0	89,9	+1,1	42,5	43,1	-0,6		
II	II	89,2	90,0	-0,8	43,0	43,3	-0,3		
III	III	89,8	90,0	-0,2	44,3	43,3	+1,0		
I	I								
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								

Medias

$$\begin{aligned} A &= W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +1,1 = +2,3 + 2,1 = +2,2 \\ B &= W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,5 = -5,4 - 5,8 = -5,6 \\ C &= W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,7 = +6,5 + 6,8 = +6,6 \\ D &= 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,3 = +2,0 + 2,6 = +2,3 \end{aligned}$$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+2,2	+8,1	-5,9		-5,9	4,8	51º
W _{yz}	-5,6	+1,8	-7,4		-7,4		
WΔ	+6,6	+5,6	+1,0		+1,0		
2W _{xy}	+2,3	-2,4	+4,7		+4,7		

Cálculo de R y λ

$$\begin{aligned} \text{Log } 2W_{xy} &= 0,6721 & \text{Log } W\Delta &= 0,0000 \\ \text{Log } W\Delta &= 0,0000 & \text{Log } \cos 2\lambda &= 1,3178 \\ \text{Log } \text{tg } 2\lambda &= 0,6721 & \text{Log } R &= 0,6822 \\ \text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 102^\circ \\ \text{cos: } -\lambda = 51^\circ \end{array} \right. & & R &= 4,8 \end{aligned}$$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 8.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -2,5 \quad \Delta'_1 = 0$
 $\Delta_2 = +1,7 \quad \Delta'_2 = -2,8$
 $\Delta_3 = +0,8 \quad \Delta'_3 = +2,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -5,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 9,30 en la posición N; revelada a las 12,30 en la posición I₂. — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Grados
	I	88,8	91,3	-2,5	45,8	46,0	-0,2		
	II	93,0	91,3	+1,7	43,2	46,0	-2,8		
	III	92,2	91,4	+0,8	49,0	46,2	+2,8		
	I	89,0	91,4	-2,4	46,4	46,2	+0,2		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot +6,5 = +13,5$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_1) - (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = +3,61 \cdot +2,5 = +9,0$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,80 \cdot -4,7 = +17,9$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_1) + (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = -6,57 \cdot +2,5 = -16,4$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+13,5	+8,1	+5,4		+5,4	18,6	114°20'
W _{yz}	+9,0	+1,8	+7,2		+7,2		
WΔ	+17,9	+5,6	+12,3		+12,3		
2W _{xy}	-16,4	-2,4	-14,0		-14,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1461$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0899$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0562$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 228^\circ 40' \\ \text{cos: } -\lambda = 114^\circ 20' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0899$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8198$
 $\text{Log } R = 1,2701$
 $R = 18,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 9.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,2 \quad \Delta'_1 = +1,6$
 $\Delta_2 = +1,0 \quad \Delta'_2 = +0,3$
 $\Delta_3 = -2,2 \quad \Delta'_3 = -1,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +2,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 13 en la posición N; revelada a las 16,30 en la posición II₂. — Orientación N. M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Grados
	I	92,0	90,6	+1,4	46,7	44,7	+2,0		
	II	91,7	90,6	+1,1	45,0	44,7	+0,3		
	III	88,0	90,2	-2,2	42,3	44,1	-1,8		
	I	90,8	89,9	+0,9	45,1	43,8	+1,3		
	II	90,8	89,9	+0,9	44,1	43,8	+0,3		
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot +1,1 = +2,3$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_1) - (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = +3,61 \cdot +0,3 = +1,1$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,80 \cdot +5,5 = -20,9$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_1) + (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = -6,57 \cdot -20,5 = +134,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+2,4	+8,1	-5,7		-5,7	32,6	18°42'
W _{yz}	+1,2	+1,8	-0,6		-0,6		
WΔ	-20,3	+5,6	-25,9		-25,9		
2W _{xy}	+17,4	-2,4	+19,8		+19,8		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,2966$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4133$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,8833$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 37^\circ 25' \\ \text{cos: } +\lambda = 18^\circ 42' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4133$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8999$
 $\text{Log } R = 1,5134$
 $R = 32,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 10.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,1$, $\Delta'_1 = +0,5$
 $\Delta_2 = +0,3$, $\Delta'_2 = -2,7$
 $\Delta_3 = +0,7$, $\Delta'_3 = +2,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 19 en la posición N; revelada a las 8,30 en la posición III₂. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	Leoc.	Gra.
	I	90,4	91,5	-1,1	42,0	41,6	+0,4			
	II	91,8	91,5	+0,3	38,9	41,6	-2,7			
	III	92,3	91,7	+0,6	43,8	41,7	+2,1			
	I	91,0	91,9	-0,9	42,3	41,8	+0,5			
	II	92,3	92,1	+0,2	39,2	41,9	-2,7			
	III	93,0	92,1	+0,9	44,2	41,9	+2,3			

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,5 = +9,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,5 = +5,4$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -5,3 = +20,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,5 = -3,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+ 9,3	+ 8,1	+ 1,2		+ 1,2	14,6	91°10'
W_{yz}	+ 5,2	+ 1,8	+ 3,4		+ 3,4		
W_{Δ}	+ 20,3	+ 5,6	+ 14,7		+ 14,7		
$2W_{xy}$	- 3,0	- 2,4	- 0,6		- 0,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = \bar{1},7782$
 $\text{Log } W_{\Delta} = \bar{1},1673$
 $\text{Log tg } 2\lambda = \bar{2},6109$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 182^{\circ}20' \\ \text{cos: } -\lambda = 91^{\circ}10' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,1673$
 $\text{Log cos } 2\lambda = \bar{1},9996$
 $\text{Log } R = \bar{1},1677$
 $R = 14,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 11.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -2,4$, $\Delta'_1 = +1,7$
 $\Delta_2 = +1,2$, $\Delta'_2 = -0,1$
 $\Delta_3 = +1,3$, $\Delta'_3 = -1,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 9 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	Leoc.	Gra.
	I	91,5	93,5	-2,0	43,6	42,2	+1,4			
	II	94,6	93,5	+1,1	42,1	42,2	-0,1			
	III	94,4	93,1	+1,3	41,0	42,6	-1,6			
	I	90,3	93,0	-2,7	44,7	42,8	+1,9			
	II	94,2	92,9	+1,3	42,6	42,8	-0,2			
	III	94,2	92,9	+1,3	41,1	42,8	-1,7			

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -1,6 = -3,5$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +4,2 = +15,7$
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +1,4 = -5,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +0,8 = -5,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	- 3,4	+ 8,1	- 11,5		- 11,5	11,2	171°57'
W_{yz}	+ 15,0	+ 1,8	+ 13,2		+ 13,2		
W_{Δ}	- 5,5	+ 5,6	- 11,1		- 11,1		
$2W_{xy}$	- 5,6	- 2,4	- 3,2		- 3,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,5051$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,0453$
 $\text{Log tg } 2\lambda = \bar{1},4598$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 343^{\circ}55' \\ \text{cos: } +\lambda = 171^{\circ}57' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,0453$
 $\text{Log cos } 2\lambda = \bar{1},9826$
 $\text{Log } R = \bar{1},0627$
 $R = 11,2$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 12.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,0 \quad \Delta'_1 = +1,9$
 $\Delta_2 = +3,1 \quad \Delta'_2 = -0,9$
 $\Delta_3 = -0,1 \quad \Delta'_3 = -1,0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 19 en la posición III₂—Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec-tura	Gra-dos
	I	88,1	91,1	-3,0	44,0	42,1	+1,9		
	II	94,2	91,1	+3,1	40,9	42,1	-1,2		
	III	91,1	91,2	-0,1	41,5	42,2	-0,7		
	I	88,4	91,3	-2,9	44,3	42,4	+1,9		
	II	94,3	91,2	+3,1	41,5	42,2	-0,7		
	III	91,0	91,2	-0,2	40,9	42,2	-1,3		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,1 = +6,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +4,9 = +17,7$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +3,3 = -12,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,1 = -7,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+ 6,7	+8,1	- 1,4		- 1,4	18,8	173°46'
W_{yz}	+17,8	+1,8	+16,0		+16,0		
$W\Delta$	-12,5	+5,6	-18,1		-18,1		
$2W_{xy}$	- 6,4	-2,4	- 4,0		- 4,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,6020$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2576$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,3444$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2576$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9896$
 $\text{Log } R = 1,2680$
 $R = 18,8$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 347^\circ 32' \\ \text{cos: } +\lambda = 173^\circ 46' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 13.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -1,6 \quad \Delta'_1 = -1,7$
 $\Delta_2 = +2,0 \quad \Delta'_2 = +0,3$
 $\Delta_3 = -0,4 \quad \Delta'_3 = +1,4$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 19 en la posición N; revelada a las 9 en la posición II₂—Orientación N. M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec-tura	Gra-dos
	I	93,0	94,6	-1,6	38,6	40,3	-1,7		
	II	96,8	94,6	+2,2	40,4	40,3	+0,1		
	III	93,9	94,3	-0,4	41,8	40,4	+1,4		
	I	92,3	94,0	-1,7	38,9	40,6	-1,7		
	II	95,7	94,0	+1,7	41,2	40,6	+0,6		

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +3,5 = +7,6$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,1 = -0,4$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +1,3 = -5,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +3,3 = -21,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+ 7,7	+8,1	- 0,4		- 0,4	22,2	148°47'
W_{yz}	- 0,5	+1,8	- 2,3		- 2,3		
$W\Delta$	- 4,8	+5,6	-10,4		-10,4		
$2W_{xy}$	-22,3	-2,4	-19,9		-19,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,2989$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0170$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2819$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0170$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6656$
 $\text{Log } R = 1,3514$
 $R = 22,2$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 297^\circ 35' \\ \text{cos: } +\lambda = 148^\circ 47' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 14.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,3 \quad \Delta'_1 = +0,4$
 $\Delta_2 = +1,4 \quad \Delta'_2 = +3,3$
 $\Delta_3 = +1,9 \quad \Delta'_3 = -3,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +6,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 19 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lectura	Girados
	I	88,8	92,1	-3,3	40,4	40,0	+0,4		
	II	93,5	92,1	+1,4	43,4	40,0	+3,4		
	III	94,1	92,3	+1,8	36,2	40,0	-3,8		
	I	89,2	92,4	-3,2	40,4	40,0	+0,4		
	II	94,0	92,6	+1,4	43,4	40,2	+3,2		
	III	94,7	92,6	+2,1	36,8	40,2	-3,4		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot -7,4 = -15,4 - 15,8 = -15,6$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,6 = +13,0 + 13,0 = +13,0$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,80 \cdot +6,4 = -24,3 - 23,6 = -24,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +3,0 = -19,7 - 19,7 = -19,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xx}	-15,6	+8,1	-23,7		-23,7	34,4	164°51'
W_{yz}	+13,0	+1,8	+11,2		+11,2		
$W\Delta$	-24,0	+5,6	-29,6		-29,6		
$2 W_{xy}$	-19,7	-2,4	-17,3		-17,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,2380$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4713$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,7667$
 $\text{Log } W_{xx} = 1,4713$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9362$
 $\text{Log } R = 1,5351$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 329^\circ 42' \\ \text{cos: } +\lambda = 164^\circ 51' \end{array} \right.$
 $R = 34,4$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 15.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -4,0 \quad \Delta'_1 = -0,3$
 $\Delta_2 = +2,4 \quad \Delta'_2 = +0,6$
 $\Delta_3 = +1,5 \quad \Delta'_3 = -0,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,9$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lectura	Girados
	I	86,6	90,6	-4,0	42,9	43,2	-0,3		
	II	93,0	90,6	+2,4	43,8	43,2	+0,6		
	III	92,1	90,6	+1,5	42,9	43,2	-0,3		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,16 \cdot 0 = 0 + 0,2 = +0,1$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +3,6 = +13,5 + 13,1 = +13,3$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,83 \cdot +1,8 = -6,9 - 7,2 = -7,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +4,2 = -27,8 - 28,5 = -28,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xx}	+0,1	+8,1	-8,0		-8,0	28,6	148°3'
W_{yz}	+13,3	+1,8	+11,5		+11,5		
$W\Delta$	-7,0	+5,6	-12,6		-12,6		
$2 W_{xy}$	-28,1	-2,4	-25,7		-25,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,4099$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1004$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,3095$
 $\text{Log } W_{xx} = 1,1004$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6430$
 $\text{Log } R = 1,4568$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 296^\circ 7' \\ \text{cos: } +\lambda = 148^\circ 3' \end{array} \right.$
 $R = 28,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 16.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -2,8 \quad \Delta'_1 = -0,6$
 $\Delta_2 = +2,1 \quad \Delta'_2 = -1,4$
 $\Delta_3 = +0,7 \quad \Delta'_3 = +1,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición IIII. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Leitura	Grados
I	I	93,2	96,0	-2,8	43,8	44,4	-0,6		
II	II	98,1	96,0	+2,1	43,0	44,4	-1,4		
III	IIII	96,7	96,0	+0,7	46,3	44,4	+1,9		
I	I								
II	II								
III	IIII								
I	I								
II	II								
III	IIII								
I	I								
II	II								
III	IIII								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,7 = +9,8 + 9,4 = +19,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +2,3 = +8,3 + 8,3 = +16,6$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -1,9 = +7,2 + 7,2 = +14,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +3,3 = -21,7 - 23,0 = -44,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+9,6	+8,1	+1,5		+1,5	20,0	132°42'
Wyz	+8,3	+1,8	+6,5		+6,5		
WΔ	+7,2	+5,6	+1,6		+1,6		
2Wxy	-22,4	-2,4	-20,0		-20,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,3010$
 $\text{Log } W\Delta = 0,2041$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,0969$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 265^\circ 25' \\ \text{cos: } -\lambda = 132^\circ 42' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2041$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 2,9026$
 $\text{Log } R = 1,3015$
 $R = 20,0$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 17.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -1,7 \quad \Delta'_1 = -2,7$
 $\Delta_2 = +3,6 \quad \Delta'_2 = -1,7$
 $\Delta_3 = -1,7 \quad \Delta'_3 = +4,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +5,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,9$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 9 en la posición IIII. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Leitura	Grados
I	I	86,6	88,1	-1,5	40,7	43,6	-2,9		
II	II	91,6	88,1	+3,5	42,0	43,6	-1,6		
III	IIII	86,0	88,1	-2,1	48,1	43,6	+4,5		
I	I	86,8	88,6	-1,8	40,7	43,3	-2,6		
II	II	93,0	89,3	+3,7	41,0	42,8	-1,8		
III	IIII	88,0	89,3	-1,3	46,8	42,8	+4,0		
I	I								
II	II								
III	IIII								
I	I								
II	II								
III	IIII								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +11,3 = +24,4 + 24,2 = +48,6$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,7 = -2,6 - 2,2 = -4,8$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -0,7 = +2,7 + 2,3 = +5,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +4,5 = -29,8 - 29,2 = -59,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+24,3	+8,1	+16,2		+16,2	27,2	138°15'
Wyz	-2,4	+1,8	-4,2		-4,2		
WΔ	+2,5	+5,6	-3,1		-3,1		
2Wxy	-29,5	-2,4	-27,1		-27,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,4330$
 $\text{Log } W\Delta = 0,4914$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,9416$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 276^\circ 31' \\ \text{cos: } +\lambda = 138^\circ 15' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W\Delta = 0,4914$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,0561$
 $\text{Log } R = 1,4353$
 $R = 27,2$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 18.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,8 \quad \Delta'_1 = -0,4$
 $\Delta_2 = +2,2 \quad \Delta'_2 = -0,5$
 $\Delta_3 = +1,5 \quad \Delta'_3 = +0,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		"	" ₀	Δ	"'	"' ₀	Δ	tura	Gra- dos
I	I	90,5	94,4	-3,9	41,5	42,2	-0,7		
II	II	96,9	94,4	+2,5	41,8	42,2	-0,4		
III	III	95,7	94,2	+1,5	43,4	42,4	+1,0		
I	I	90,0	93,7	-3,7	42,0	42,2	-0,2		
II	II	95,3	93,4	+1,9	41,3	42,0	-0,7		
III	III	94,8	93,4	+1,4	42,8	42,0	+0,8		
I	I								
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +2,1 = +4,4 + 4,6 = +9,0$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,3 = +11,9 + 12,2 = +24,1$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -0,7 = +2,7 + 2,3 = +5,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +4,1 = -26,9 - 26,3 = -53,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+4,5	+8,1	-3,6		-3,6	24,4	138°39'
W_{yz}	+12,1	+1,8	+10,3		+10,3		
$W\Delta$	+2,5	+5,6	-3,1		-3,1		
$2W_{xy}$	-26,6	-2,4	-24,2		-24,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,3838$
 $\text{Log } W\Delta = 0,4914$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,8924$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,4914$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3729$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,1040$
 $\text{Log } R = 1,3874$
 $R = 24,4$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 277^\circ 18' \\ \text{cos: } +\lambda = 138^\circ 39' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 19.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,7 \quad \Delta'_1 = 0$
 $\Delta_2 = +3,4 \quad \Delta'_2 = -0,2$
 $\Delta_3 = -1,7 \quad \Delta'_3 = +0,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +5,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₁ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		"	" ₀	Δ	"'	"' ₀	Δ	tura	Gra- dos
I	I	94,0	95,7	-1,7	45,0	45,0	0,0		
II	II	99,1	95,7	+3,4	44,8	45,0	-0,2		
III	III	94,0	95,7	-1,7	45,2	45,0	+0,2		
I	I								
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +5,5 = +11,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,7 = +6,1$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +4,7 = -17,9$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,7 = -11,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+11,3	+8,1	+3,2		+3,2	25,4	169°7'
W_{yz}	+6,3	+1,8	+4,5		+4,5		
$W\Delta$	-18,0	+5,6	-23,6		-23,6		
$2W_{xy}$	-11,8	-2,4	-9,4		-9,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,9731$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3729$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,6002$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,4914$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3729$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,9679$
 $\text{Log } R = 1,4050$
 $R = 24,5$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 338^\circ 15' \\ \text{cos: } +\lambda = 169^\circ 7' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 20.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -2,2 \quad \Delta'_1 = -2,1$
 $\Delta_2 = +4,4 \quad \Delta'_2 = +0,1$
 $\Delta_3 = -2,3 \quad \Delta'_3 = +2,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +6,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 18 en la posición III₁ — Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t _l	t _a
	I	88,5	90,7	-2,2	40,8	42,9	-2,1		
	II	95,1	90,7	+4,4	43,0	42,9	+0,1		
	III	88,4	90,7	-2,3	45,0	42,9	+2,1		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +8,7 = +18,8$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,1 = -0,4$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +4,7 = -18,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +4,3 = -28,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+18,9	+8,1	+10,8		+10,8	35,6	155°57'
W_{yz}	-0,2	+1,8	-2,0		-2,0		
$W\Delta$	-18,2	+5,6	-23,8		-23,8		
$2W_{xy}$	-28,9	-2,4	-26,5		-26,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,4232$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3766$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0466$
 $\text{Log } 2W_{xz} = 1,4232$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3766$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8248$
 $\text{Log } R = 1,5518$
 $R = 35,6$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 311^\circ 55' \\ \text{cos: } +\lambda = 155^\circ 57' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 21.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -2,9 \quad \Delta'_1 = +0,7$
 $\Delta_2 = +3,6 \quad \Delta'_2 = -1,1$
 $\Delta_3 = -0,8 \quad \Delta'_3 = +0,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +4,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₁ — Orientación N. M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t _l	t _a
	I	90,5	93,4	-2,9	43,0	42,3	+0,7		
	II	97,0	93,4	+3,6	41,2	42,3	-1,1		
	III	92,6	93,4	-0,8	42,8	42,3	+0,5		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +6,0 = +12,5$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,4 = +12,3$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +2,8 = -10,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,2 = -14,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+12,5	+8,1	+4,4		+4,4	20,0	161°22'
W_{yz}	+12,6	+1,8	+10,8		+10,8		
$W\Delta$	-10,3	+5,6	-15,9		-15,9		
$2W_{xy}$	-14,5	-2,4	-12,1		-12,1		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,0828$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2014$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,8814$
 $\text{Log } 2W_{xz} = 1,0828$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2014$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9009$
 $\text{Log } R = 1,3005$
 $R = 20,0$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 322^\circ 45' \\ \text{cos: } +\lambda = 161^\circ 22' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esta)

Estación n.º 22.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -2,4 \quad \Delta'_1 = -0,1$
 $\Delta_2 = +2,1 \quad \Delta'_2 = -1,3$
 $\Delta_3 = +0,2 \quad \Delta'_3 = +1,4$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,7$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Leitura	Grados
	I	93,0	95,4	-2,4	41,0	41,2	-0,1		
	II	97,5	95,4	+2,1	39,9	41,2	-1,3		
	III	95,7	95,4	+0,3	42,6	41,2	+1,4		
	I	92,9	95,3	-2,4	41,0	41,2	-0,2		
	II	97,2	95,1	+2,1	40,0	41,3	-1,3		
	III	95,2	95,1	+0,1	42,8	41,3	+1,5		

Medias

$A = W_{xx} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,16 \cdot +4,6 = +9,9 + 9,9 = +9,9$
 $B = W_{yy} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +2,2 = +8,2 + 7,6 = +7,9$
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,83 \cdot -0,8 = +3,1 + 3,8 = +3,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +2,4 = -15,9 - 16,0 = -16,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xx}	+ 9,9	+8,1	+ 1,8		+ 1,8	14,1	139°35'
W_{yy}	+ 7,9	+1,8	+ 6,1		+ 6,1		
W_{Δ}	+ 3,4	+5,6	- 2,2		- 2,2		
$2 W_{xy}$	-16,0	-2,4	-13,6		-13,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,1335$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,3424$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,7911$
 $\text{Log } W_{xx} = 0,3424$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,2022$
 $\text{Log } R = 1,1402$
 $R = 14,1$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 279^{\circ}10' \\ \text{cos: } +\lambda = 139^{\circ}35' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Eslla)

Estación n.º 23.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,2 \quad \Delta'_1 = +0,4$
 $\Delta_2 = -0,8 \quad \Delta'_2 = -0,3$
 $\Delta_3 = +2,1 \quad \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 14 en la posición III₁ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Leitura	Grados
	I	90,8	92,0	-1,2	44,7	44,3	+0,4		
	II	91,2	92,0	-0,8	44,0	44,3	-0,3		
	III	94,1	92,0	+2,1	44,3	44,3	0		

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot -2,6 = -5,4 - 5,0 = -5,2$
 $B = W_{yy} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,6 = +5,7 + 5,7 = +5,8$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,80 \cdot -3,2 = +12,2 + 12,2 = +12,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,0 = -6,6 - 5,3 = -5,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xx}	- 5,2	+8,1	-13,3		-13,3	7,4	103°57'
W_{yy}	+ 5,8	+1,8	+ 4,0		+ 4,0		
W_{Δ}	+12,2	+5,6	+ 6,6		+ 6,6		
$2 W_{xy}$	- 5,9	-2,4	- 3,5		- 3,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,5441$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,8195$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,7246$
 $\text{Log } W_{xx} = 0,5441$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9463$
 $\text{Log } R = 0,8732$
 $R = 7,4$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 207^{\circ}55' \\ \text{cos: } -\lambda = 103^{\circ}57' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Eslla)

Estación n.º 24.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -1,1 \quad \Delta'_1 = -2,0$
 $\Delta_2 = +1,5 \quad \Delta'_2 = +0,1$
 $\Delta_3 = -0,4 \quad \Delta'_3 = +1,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 14 en la posición III1.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	tura	dos
	I	76,3	77,4	-1,1	42,1	44,1	-2,0		
	II	78,9	77,4	+1,5	44,2	44,1	+0,1		
	III	77,0	77,4	-0,4	46,0	44,1	+1,9		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +3,7 = +8,0 + 7,8 = +7,9$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,9 = -3,4 - 3,0 = -3,2$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +0,1 = -0,4 - 0 = -0,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +3,1 = -20,5 - 21,2 = -20,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+ 7,9	+8,1	- 0,2		- 0,2	19,3	143°45'
Wyz	- 3,2	+1,8	- 5,0		- 5,0		
WΔ	- 0,2	+5,6	- 5,8		- 5,8		
2Wxy	-20,8	-2,4	-18,4		-18,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,2648$
 $\text{Log } W\Delta = 0,7634$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,5014$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,2648$
 $\text{Log } W\Delta = 0,7634$
 $\text{Log cos } 2\lambda = 1,4781$
 $\text{Log } R = 1,2853$
 $R = 19,3$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 287^\circ 30' \\ \text{cos: } +\lambda = 143^\circ 45' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Eslla)

Estación n.º 25.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -2,6 \quad \Delta'_1 = -0,1$
 $\Delta_2 = +3,0 \quad \Delta'_2 = -0,6$
 $\Delta_3 = -0,3 \quad \Delta'_3 = +0,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,2$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III2.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	tura	dos
	I	88,2	90,5	-2,3	40,9	40,7	+0,2		
	II	93,5	90,5	+3,0	40,0	40,7	-0,7		
	III	89,9	90,3	-0,4	41,2	40,4	+0,8		
	I	87,4	90,3	-2,9	40,0	40,4	-0,4		
	II	93,5	90,4	+3,1	40,0	40,5	-0,5		
	III	90,2	90,4	-0,2	41,4	40,5	+0,9		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,7 = +9,8$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +2,5 = +9,0$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +1,9 = -7,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,9 = -19,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+ 9,9	+8,1	+ 1,8		+ 1,8	21,2	153°15'
Wyz	+ 8,8	+1,8	+ 7,0		+ 7,0		
WΔ	- 7,0	+5,6	-12,6		-12,6		
2Wxy	-19,4	-2,4	-17,0		-17,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,2304$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1003$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,1301$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,2304$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1003$
 $\text{Log cos } 2\lambda = 1,7743$
 $\text{Log } R = 1,3260$
 $R = 21,2$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 306^\circ 30' \\ \text{cos: } +\lambda = 153^\circ 15' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 26.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -1,3 \quad \Delta'_1 = -1,6$
 $\Delta_2 = +0,7 \quad \Delta'_2 = -0,1$
 $\Delta_3 = +0,4 \quad \Delta'_3 = +1,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Temperatura	Gra. dos
	I	98,2	99,9	-1,7	40,0	41,3	-1,3		
	II	100,4	99,9	+0,5	41,1	41,3	-0,2		
	III	100,1	99,8	+0,3	42,9	41,0	+1,9		
	I	99,0	100,0	-1,0	39,0	40,9	-1,9		
	II	100,9	100,0	+0,9	40,7	40,7	0		
	III	100,1	100,0	+0,1	42,5	40,7	+1,8		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +2,2 = +4,8 + 5,6 = +5,2$
 $B = W_{yy} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,6 = -2,2 - 2,6 = -2,4$
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -1,6 = +6,1 + 5,0 = +5,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +2,8 = -18,6 - 19,2 = -18,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	+5,2	+8,1	-2,9		-2,9		
W _{yy}	-2,4	+1,8	-4,2		-4,2	17,2	135°10'
W _Δ	+5,5	+5,6	-0,1		-0,1		
2W _{xy}	-18,9	-2,4	-16,5		-16,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,2174$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,0000$
 $\text{Log tg } 2 \lambda = 2,2174$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2 \lambda = 270^{\circ}20' \\ \text{cos: } +\lambda = 135^{\circ}10' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,0000$
 $\text{Log cos } 2 \lambda = 3,7647$
 $\text{Log } R = 1,2353$
 $R = 17,2$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 27.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,2 \quad \Delta'_1 = +0,6$
 $\Delta_2 = +2,7 \quad \Delta'_2 = -1,3$
 $\Delta_3 = +0,5 \quad \Delta'_3 = +0,7$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 8,30 en la posición III₂. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Temperatura	Gra. dos
	I	87,8	90,8	-3,0	40,6	39,9	+0,7		
	II	93,5	90,8	+2,7	38,5	39,9	-1,4		
	III	91,2	90,6	+0,6	40,6	39,7	+0,9		
	I	87,0	90,4	-3,4	40,1	39,6	+0,5		
	II	93,1	90,3	+2,8	38,2	39,4	-1,2		
	III	90,8	90,3	+0,5	39,8	39,4	+0,4		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,2 = +8,7 + 8,6$
 $B = W_{yy} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,8 = +13,7 + 14,0$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +0,2 = -0,8 - 1,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,6 = -17,1 - 16,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	+8,6	+8,1	+0,5		+0,5		
W _{yy}	+14,0	+1,8	+12,2		+12,2	15,7	147°20'
W _Δ	-1,0	+5,6	-6,6		-6,6		
2W _{xy}	-16,8	-2,4	-14,4		-14,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,1583$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,8195$
 $\text{Log tg } 2 \lambda = 0,3388$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2 \lambda = 294^{\circ}40' \\ \text{cos: } +\lambda = 147^{\circ}20' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,8195$
 $\text{Log cos } 2 \lambda = 1,6205$
 $\text{Log } R = 1,1990$
 $R = 15,7$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 28.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -5,6 \quad \Delta'_1 = -1,6$
 $\Delta_2 = +2,7 \quad \Delta'_2 = -0,2$
 $\Delta_3 = +2,9 \quad \Delta'_3 = +1,7$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +5,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12,30 en la posición IIII — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	Grados
	I	63,5	69,1	-5,6	42,7	44,3	-1,6		
	II	71,8	69,1	+2,7	44,1	44,3	-0,2		
	III	72,0	69,1	+2,9	46,0	44,3	+1,7		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +1,7 = +3,7 + 3,9 = +3,8$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +4,1 = +15,3 + 14,2 = +14,7$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -2,1 = +8,0 + 7,6 = +7,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +7,1 = -47,1 - 47,7 = -47,4$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+3,8	+8,1	-4,3		-4,3	44,5	133°35'
W_{yz}	+14,7	+1,8	+12,9		+12,9		
$W\Delta$	+7,8	+5,6	+2,2		+2,2		
$2W_{xy}$	-47,4	-2,4	-45,0		-45,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,6532$
 $\text{Log } W\Delta = 0,3424$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,3508$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,3424$
 $\text{Log } W_{yz} = 2,6940$
 $\text{Log } R = 1,6484$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 267^\circ 10' \\ \text{cos: } -\lambda = 133^\circ 35' \end{array} \right.$
 $R = 44,5$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 29.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -4,5 \quad \Delta'_1 = -0,9$
 $\Delta_2 = +2,8 \quad \Delta'_2 = -0,1$
 $\Delta_3 = +1,8 \quad \Delta'_3 = +1,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +4,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 9 en la posición N; revelada a las 12 en la posición IIII — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	Grados
	I	67,7	72,2	-4,5	46,0	46,9	-0,9		
	II	75,0	72,2	+2,8	46,8	46,9	-0,1		
	III	74,0	72,2	+1,8	48,0	46,9	+1,1		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +2,2 = +4,7 + 4,6 = +4,6$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +3,6 = +13,5 + 13,7 = +13,7$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -0,2 = +0,8 + 0,6 = +0,6$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +5,6 = -37,1 - 36,8 = -36,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+4,6	+8,1	-3,5		-3,5	34,8	139°7'
W_{yz}	+13,7	+1,8	+11,9		+11,9		
$W\Delta$	+0,6	+5,6	-5,0		-5,0		
$2W_{xy}$	-36,8	-2,4	-34,4		-34,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,5366$
 $\text{Log } W\Delta = 0,6990$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,8376$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,6990$
 $\text{Log } W_{yz} = 1,1568$
 $\text{Log } R = 1,5422$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 278^\circ 15' \\ \text{cos: } +\lambda = 139^\circ 7' \end{array} \right.$
 $R = 34,8$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 30.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -2,1 \quad \Delta'_1 = +1,3$
 $\Delta_2 = +2,3 \quad \Delta'_2 = -0,8$
 $\Delta_3 = -0,2 \quad \Delta'_3 = -0,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,1$
 $\Delta_2 - \Delta'_3 = -0,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 9 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	87,2	89,3	-2,1	39,9	38,6	+1,3		
	II	91,6	89,3	+2,3	37,8	38,6	-0,8		
	III	89,1	89,3	-0,2	38,0	38,6	-0,6		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +2,7 = +5,6 + 5,4 = +11,0$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +3,5 = +12,6 + 13,0 = +25,6$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +2,3 = -8,7 - 9,1 = -17,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,7 = -4,6 - 6,6 = -11,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+5,5	+8,1	-2,6		-2,6	14,8	173°47'
W _{yz}	+12,8	+1,8	+11,0		+11,0		
WΔ	-8,9	+5,6	-14,5		-14,5		
2W _{xy}	-5,6	-2,4	-3,2		-3,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,5051$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1614$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = \frac{1,3437}{1,1614}$
 $\text{Log } R = \frac{1,1717}{1,1614}$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 347^\circ 35' \\ \text{cos: } +\lambda = 173^\circ 47' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1614$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = \frac{1,9897}{1,1614}$
 $\text{Log } R = \frac{1,1717}{1,1614}$
 $R = 14,8$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 31.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -1,2 \quad \Delta'_1 = -0,1$
 $\Delta_2 = +3,3 \quad \Delta'_2 = +0,7$
 $\Delta_3 = -2,2 \quad \Delta'_3 = -0,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +5,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 8 en la posición III₂. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	88,0	89,2	-1,2	36,1	36,3	-0,2		
	II	92,5	89,2	+3,3	37,0	36,3	+0,7		
	III	87,1	89,1	-2,0	37,0	36,4	-0,4		
	I	87,8	89,0	-1,2	36,4	36,3	+0,1		
	II	92,2	89,0	+3,2	37,0	36,3	+0,7		
	III	87,0	89,0	-2,0	35,5	36,3	-0,8		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,2 = +8,7 + 8,6 = +17,3$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,0 = +3,61 + 3,8 = +7,41$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +6,8 = -25,8 - 25,6 = -51,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,2 = -7,8 - 8,1 = -15,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+8,6	+8,1	+0,5		+0,5	31,7	174°48'
W _{yz}	+3,8	+1,8	+2,0		+2,0		
WΔ	-25,6	+5,6	-31,2		-31,2		
2W _{xy}	-8,1	-2,4	+5,7		+5,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,7558$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4941$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = \frac{1,2617}{1,4941}$
 $\text{Log } R = \frac{1,5013}{1,4941}$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 349^\circ 39' \\ \text{cos: } +\lambda = 174^\circ 48' \end{array} \right.$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4941$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = \frac{1,9928}{1,4941}$
 $\text{Log } R = \frac{1,5013}{1,4941}$
 $R = 31,7$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 32.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -2,0 \quad \Delta'_1 = -2,8$

$\Delta_2 = +2,4 \quad \Delta'_2 = -0,6$

$\Delta_3 = -0,4 \quad \Delta'_3 = +3,4$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$

$\Delta_2 - \Delta_3 = +2,8$

$\Delta_2 + \Delta_3 = +2,0$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,0$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 8 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lecc- tura	Gra- dos
	I	96,0	98,3	-2,3	42,0	44,7	-2,7		
	II	100,8	98,3	+2,5	44,0	44,7	-0,7		
	III	98,0	98,9	-0,9	48,0	44,3	+3,7		
	I	97,8	99,4	-1,6	41,0	43,9	-2,9		
	II	102,4	100,1	+2,3	42,8	43,4	-0,6		
	III	100,1	100,1	0	46,5	43,4	+3,1		

Medias

$A = W_{xx} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,16 \cdot +6,8 = +14,7$ +15,0
 $B = W_{yy} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_1) - (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = +3,74 \cdot -0,8 = -3,0$ -3,4
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -1,2 = +4,6$ +4,2
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_1) + (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = -6,63 \cdot +4,8 = -31,8$ -32,4

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xx}	+15,0	+8,1	+6,9		+6,9	30,1	136°20'
W_{yy}	-3,4	+1,8	-5,2		-5,2		
W_{Δ}	+4,2	+5,6	-1,4		-1,4		
$2W_{xy}$	-32,4	-2,4	-30,0		-30,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,4771$ $\text{Log } W_{\Delta} = 0,1461$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,1461$ $\text{Log } \cos 2\lambda = \bar{2},6677$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,3310$ $\text{Log } R = 1,4784$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 272^{\circ}40' \\ \text{cos: } +\lambda = 136^{\circ}20' \end{array} \right.$ $R = 30,1$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 33.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -3,7 \quad \Delta'_1 = -2,8$

$\Delta_2 = +3,0 \quad \Delta'_2 = -0,6$

$\Delta_3 = +0,8 \quad \Delta'_3 = +3,3$

$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$

$\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$

$\Delta_2 - \Delta_3 = +2,2$

$\Delta_2 + \Delta_3 = +3,8$

$\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3,9$

$\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,7$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 13 en la posición I₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lecc- tura	Gra- dos
	I	94,0	97,7	-3,7	42,7	45,9	-3,2		
	II	100,7	97,7	+3,0	45,3	45,9	-0,6		
	III	98,5	97,7	+0,8	49,6	46,3	+3,3		
	I	94,0	97,7	-3,7	43,9	46,3	-2,4		
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xx} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,16 \cdot +6,1 = +13,2$ +13,8
 $B = W_{yy} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_1) - (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = +3,74 \cdot +1,1 = +4,1$ +3,9
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -1,7 = +6,5$ +6,3
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_1) + (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = -6,63 \cdot +6,5 = -43,1$ -44,0

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xx}	+13,8	+8,1	+5,7		+5,7	40,1	134°30'
W_{yy}	+3,9	+1,8	+2,1		+2,1		
W_{Δ}	+6,3	+5,6	+0,7		+0,7		
$2W_{xy}$	-44,0	-2,4	-41,6		-41,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,6191$ $\text{Log } W_{\Delta} = \bar{1},8451$
 $\text{Log } W_{\Delta} = \bar{1},8451$ $\text{Log } \cos 2\lambda = \bar{2},2418$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,7740$ $\text{Log } R = 1,6033$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 269^{\circ}00' \\ \text{cos: } -\lambda = 134^{\circ}30' \end{array} \right.$ $R = 40,1$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 44.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,4 \quad \Delta'_1 = -0,4$
 $\Delta_2 = -1,1 \quad \Delta'_2 = +1,9$
 $\Delta_3 = -0,2 \quad \Delta'_3 = -1,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +3,5$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 13 en la posición III₁—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	dos
	I	92,0	90,6	+1,4	41,0	41,4	-0,4		
	II	89,5	90,6	-1,1	43,3	41,4	+1,9		
	III	90,4	90,6	-0,2	39,8	41,4	-1,6		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -4,4 = -9,2$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,6 = -5,8$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +2,6 = -9,9$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,0 = +6,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	- 9,2	+ 8,1	- 17,3		- 17,3	17,6	15°25'
W_{yz}	- 6,1	+ 1,8	- 7,9		- 7,9		
$W\Delta$	- 9,5	+ 5,6	- 15,1		- 15,1		
$2W_{xy}$	+ 6,6	- 2,4	+ 9,0		+ 9,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,9542$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1790$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,7752$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 30^\circ 50' \\ \text{cos: } +\lambda = 15^\circ 25' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,1790$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9998$
 $\text{Log } R = 1,2452$
 $R = 17,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 35.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +1,4 \quad \Delta'_1 = +0,9$
 $\Delta_2 = -2,1 \quad \Delta'_2 = -3,1$
 $\Delta_3 = +0,8 \quad \Delta'_3 = +2,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_3 - \Delta_2 = -2,9$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -5,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 8 en la posición III₂—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	dos
	I	106,8	105,2	+1,6	42,8	41,9	+0,9		
	II	103,0	105,2	-2,2	38,7	41,9	-2,8		
	III	105,7	105,0	+0,7	44,1	41,9	+2,2		
	I	106,3	105,1	+1,2	42,8	41,8	+1,0		
	II	103,2	105,2	-2,0	38,4	41,8	-3,4		
	III	106,2	105,2	+1,0	44,1	41,8	+2,3		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +2,4 = +5,2$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,4 = -1,5$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -8,2 = +31,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -2,2 = +14,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+ 5,2	+ 8,1	- 2,9		- 2,9	31,5	73°22'
W_{yz}	- 1,3	+ 1,8	- 3,1		- 3,1		
$W\Delta$	+ 32,0	+ 5,6	+ 26,4		+ 26,4		
$2W_{xy}$	+ 14,9	- 2,4	+ 17,3		+ 17,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,2380$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4216$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,8164$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 146^\circ 45' \\ \text{cos: } -\lambda = 73^\circ 22' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,4216$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9223$
 $\text{Log } R = 1,4993$
 $R = 31,5$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 36.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,9 \quad \Delta'_1 = -0,7$
 $\Delta_2 = -2,6 \quad \Delta'_2 = -1,0$
 $\Delta_3 = +1,7 \quad \Delta'_3 = +1,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -4,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,9$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 16 en la posición N; revelada a las 8 en la posición III2. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	90,8	90,1	+0,7	35,2	36,2	-1,0		
	II	87,5	90,1	-2,6	35,4	36,2	-0,8		
	III	91,9	90,3	+1,6	38,1	36,5	+1,6		
	I	91,4	90,3	+1,1	36,0	36,4	-0,4		
	II	87,6	90,3	-2,7	35,2	36,4	-1,2		
	III	92,0	90,3	+1,7	38,0	36,4	+1,6		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot -1,7 = -3,5$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,5 = -5,4$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -6,9 = +26,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -0,3 = +2,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	-3,5	+8,1	-11,6		-11,6	19,7	84º35'
Wyz	-5,4	+1,8	-7,2		-7,2		
WΔ	+25,0	+5,6	+19,4		+19,4		
2Wxy	+1,3	-2,4	+3,7		+3,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,5682$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2878$
 $\text{Log tg } 2 \lambda = 1,2804$
 $\text{Log } 2 W_{xz} = 1,2878$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2878$
 $\text{Log } \cos 2 \lambda = 1,9922$
 $\text{Log } R = 1,2856$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2 \lambda = 169^{\circ}10' \\ \text{cos: } -\lambda = 84^{\circ}35' \end{array} \right.$
 $R = 19,7$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 37.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +1,9 \quad \Delta'_1 = -0,2$
 $\Delta_2 = -0,9 \quad \Delta'_2 = -4,6$
 $\Delta_3 = -0,8 \quad \Delta'_3 = +4,7$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -9,3$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III2. — Orientación N.M. — Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	102,0	99,9	+2,1	43,1	43,3	-0,2		
	II	99,0	99,9	-0,9	38,6	43,3	-4,7		
	III	98,8	99,7	-0,9	48,2	43,4	+4,8		
	I	101,5	99,7	+1,8	43,5	43,5	0,0		
	II	99,0	99,8	-0,8	38,8	43,4	-4,6		
	III	99,1	99,8	-0,7	48,0	43,4	+4,6		

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +9,2 = +19,9$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -1,8 = -6,7$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -9,4 = +34,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot -1,6 = +10,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+20,0	+8,1	+11,9		+11,9	32,4	77º16'
Wyz	-6,5	+1,8	-8,3		-8,3		
WΔ	+34,8	+5,6	+29,2		+29,2		
2Wxy	+11,6	-2,4	+14,0		+14,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,1461$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,4653$
 $\text{Log tg } 2 \lambda = 1,6808$
 $\text{Log } 2 W_{xz} = 1,4653$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,4653$
 $\text{Log } \cos 2 \lambda = 1,9550$
 $\text{Log } R = 1,5103$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2 \lambda = 154^{\circ}23' \\ \text{cos: } -\lambda = 77^{\circ}16' \end{array} \right.$
 $R = 32,4$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 38.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,7 \quad \Delta'_1 = -1,8$
 $\Delta_2 = -0,2 \quad \Delta'_2 = -1,7$
 $\Delta_3 = +0,8 \quad \Delta'_3 = +3,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,6$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -5,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	t _{dos}
I	I	89,9	90,5	-0,6	37,1	39,0	-1,9		
II	II	90,3	90,5	-0,2	37,4	39,0	-1,6		
III	III	91,2	90,3	+0,9	42,6	38,9	+3,7		
I	I	89,4	90,2	-0,8	36,8	38,6	-1,8		
II	II	89,9	90,0	-0,1	36,4	38,2	-1,8		
III	III	90,8	90,0	+0,8	41,4	38,2	+3,2		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,2 = +8,7 + 9,6 = +9,1$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,2 = -4,3 - 3,2 = -3,7$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -6,2 = +23,6 + 24,0 = +23,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,4 = -15,8 - 15,1 = -15,4$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+9,1	+8,1	+1,0		+1,0	22,2	107°45'
W_{yz}	-3,7	+1,8	-5,5		-5,5		
W_{Δ}	+23,8	+5,6	+18,2		+18,2		
$2W_{xy}$	-15,4	-2,4	-13,0		-13,0		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1139$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2601$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,8538$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,2601$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9107$
 $\text{Log } R = 1,3494$
 $R = 22,2$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 215^{\circ}30' \\ \text{cos: } -\lambda = 107^{\circ}45' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 39.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = +1,0 \quad \Delta'_1 = -2,8$
 $\Delta_2 = -1,0 \quad \Delta'_2 = -1,6$
 $\Delta_3 = 0 \quad \Delta'_3 = +4,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	t _{ura}	t _{dos}
I	I	101,0	100,0	+1,0	39,6	42,4	-2,8		
II	II	99,0	100,0	-1,0	40,8	42,4	-1,6		
III	III	100,0	100,0	0	46,9	42,4	+4,5		
I	I								
II	II								
III	III								
I	I								
II	II								
III	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +5,1 = +11,0$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -3,9 = -14,6$
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -7,1 = +27,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +1,9 = -12,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+11,0	+8,1	+2,9		+2,9	23,9	102°37'
W_{yz}	-14,6	+1,8	-16,4		-16,4		
W_{Δ}	+27,2	+5,6	+21,6		+21,6		
$2W_{xy}$	-12,6	-2,4	-10,2		-10,2		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,0086$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,3344$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,6742$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,2601$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9564$
 $\text{Log } R = 1,3780$
 $R = 23,9$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 205^{\circ}15' \\ \text{cos: } -\lambda = 102^{\circ}37' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 40.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,4 \quad \Delta'_1 = +1,0$
 $\Delta_2 = -1,6 \quad \Delta'_2 = -4,0$
 $\Delta_3 = +1,1 \quad \Delta'_3 = +3,0$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,5$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -7,0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	Gra- dos
	I	92,0	91,6	+0,4	39,1	38,1	+1,0		
	II	90,0	91,6	-1,6	34,1	38,1	-4,0		
	III	92,7	91,6	+1,1	41,1	38,1	+3,0		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +4,3 = +8,9 + 9,0 = +9,0$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +0,5 = +1,8 + 2,5 = +2,1$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -9,7 = +36,9 + 36,8 = +36,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -1,5 = +9,8 + 8,5 = +9,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+ 9,0	+ 8,1	+ 0,9		+ 0,9	33,2	79°52'
Wyz	+ 2,1	+ 1,8	+ 0,3		+ 0,3		
WΔ	+ 36,8	+ 5,6	+ 31,2		+ 31,2		
2 Wxy	+ 9,1	- 2,4	+ 11,5		+ 11,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,0606$
 $\text{Log } W\Delta = 1,4941$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,5665$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,4941$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,9723$
 $\text{Log } R = 1,5218$
 $R = 33,2$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 159^\circ 45' \\ \text{cos: } -\lambda = 79^\circ 52' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 41.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -0,8 \quad \Delta'_1 = -1,6$
 $\Delta_2 = -0,6 \quad \Delta'_2 = -1,3$
 $\Delta_3 = +1,4 \quad \Delta'_3 = +2,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -2,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 15 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Le- tura	Gra- dos
	I	91,0	91,7	-0,7	42,1	43,7	-1,6		
	II	91,2	91,7	-0,5	42,3	43,7	-1,4		
	III	93,0	91,6	+1,4	46,6	43,7	+2,9		
	I	90,6	91,5	-0,9	42,1	43,7	-1,6		
	II	91,0	91,6	-0,6	42,3	43,5	-1,2		
	III	93,1	91,6	+1,5	46,2	43,5	+2,7		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +2,1 = +4,5 + 4,5 = +4,5$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -0,7 = -2,6 - 1,9 = -2,2$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -6,1 = +23,4 + 23,1 = +23,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +2,3 = -15,2 - 16,6 = -15,9$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+ 4,5	+ 8,1	- 3,6		- 3,6	22,2	108°45'
Wyz	- 2,2	+ 1,8	- 4,0		- 4,0		
WΔ	+ 23,2	+ 5,6	+ 17,6		+ 17,6		
2 Wxy	- 15,9	- 2,4	- 13,5		- 13,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,1303$
 $\text{Log } W\Delta = 1,2455$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,8848$
 $\text{Log } W_{xz} = 1,2455$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,8995$
 $\text{Log } R = 1,3460$
 $R = 22,2$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 217^\circ 30' \\ \text{cos: } -\lambda = 108^\circ 45' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 42.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,1 \quad \Delta'_1 = -1,4$
 $\Delta_2 = +0,9 \quad \Delta'_2 = -1,4$
 $\Delta_3 = -0,9 \quad \Delta'_3 = +2,8$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -4,2$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,4$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 15 en la posición III₂ — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	89,0	89,1	-0,1	39,5	41,0	-1,5		
	II	90,0	89,1	+0,9	39,5	41,0	-1,5		
	III	88,2	89,1	-0,9	44,0	41,2	+2,8		
	I	89,0	89,1	-0,1	40,0	41,3	-1,3		
	II	90,0	89,0	+1,0	39,9	41,3	-1,4		
	III	88,1	89,0	-0,9	44,0	41,3	+2,7		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot +6,0 = +12,5 + 12,9 = +12,7$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,4 = -5,0 - 5,0 = -5,0$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,80 \cdot -2,4 = +9,1 + 8,4 = +8,7$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_1) + (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = -6,57 \cdot +1,4 = -9,2 - 9,2 = -9,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+12,7	+8,1	+4,6		+4,6	7,4	122°45'
W_{yz}	-5,0	+1,8	-6,8		-6,8		
$W\Delta$	+8,7	+5,6	+3,1		+3,1		
$2W_{xy}$	-9,2	-2,4	-6,8		-6,8		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,8325$
 $\text{Log } W\Delta = 0,4914$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,3411$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,4914$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,6177$
 $\text{Log } R = 0,8737$
 $R = 7,4$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 245^\circ 30' \\ \text{cos: } -\lambda = 122^\circ 45' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 43.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -0,1 \quad \Delta'_1 = +0,8$
 $\Delta_2 = +0,2 \quad \Delta'_2 = -1,7$
 $\Delta_3 = -0,1 \quad \Delta'_3 = +0,9$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,3$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí. — Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ — Orientación N.M. — Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	91,3	91,4	-0,1	37,0	36,1	+0,9		
	II	91,8	91,4	+0,4	34,3	36,1	-1,8		
	III	91,1	91,3	-0,2	37,2	36,2	+1,0		
	I	91,1	91,1	0	37,1	36,3	+0,8		
	II	91,2	91,1	+0,1	34,8	36,3	-1,5		
	III	91,0	91,1	-0,1	37,1	36,3	+0,8		

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,16 \cdot +2,9 = +6,2$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +0,9 = +3,4$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,83 \cdot -2,3 = +8,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_1) + (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = -6,63 \cdot -0,7 = +4,6$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xz}	+6,3	+8,1	-1,8		-1,8	7,9	56°2'
W_{yz}	+3,2	+1,8	+1,4		+1,4		
$W\Delta$	+8,6	+5,6	+3,0		+3,0		
$2W_{xy}$	+5,0	-2,4	+7,4		+7,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,8692$
 $\text{Log } W\Delta = 0,4771$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,3921$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,4771$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,5748$
 $\text{Log } R = 0,9023$
 $R = 7,9$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 112^\circ 4' \\ \text{cos: } -\lambda = 56^\circ 2' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 44.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +1,3 \quad \Delta'_1 = +1,1$
 $\Delta_2 = -2,1 \quad \Delta'_2 = -2,3$
 $\Delta_3 = +1,0 \quad \Delta'_3 = +1,4$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -3,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -1,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -3,7$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,9$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	90,1	88,6	+1,5	40,0	38,4	+1,6		
	II	86,6	88,6	-2,0	36,1	38,4	-2,3		
	III	89,2	88,5	+0,7	39,2	38,0	+1,2		
	I	89,6	88,5	+1,1	38,7	38,0	+0,7		
	II	86,6	88,7	-2,1	36,1	38,3	-2,2		
	III	90,0	88,7	+1,3	40,0	38,3	+1,7		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +0,6 = +1,2 \quad +1,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -0,2 = -0,7 \quad -1,0$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -6,8 = +25,8 \quad +25,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot -2,0 = +13,1 \quad +13,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+1,4	+8,1	-6,7		-6,7		
W _{yz}	-1,0	+1,8	-2,8		-2,8	24,8	70°40'
W _Δ	+25,0	+5,6	+19,4		+19,4		
2W _{xy}	+13,1	-2,4	+15,5		+15,5		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,1903$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2878$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,9025$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 1,1903$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2878$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,8925$
 $\text{Log } R = 1,3953$
 $R = 24,8$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 141^{\circ}20' \\ \text{cos: } -\lambda = 70^{\circ}40' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 45.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -0,6 \quad \Delta'_1 = -2,8$
 $\Delta_2 = +2,1 \quad \Delta'_2 = +1,4$
 $\Delta_3 = -1,4 \quad \Delta'_3 = +1,4$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = 0$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición III₂ — Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lec- tura	Gra- dos
	I	86,1	86,7	-0,6	39,9	42,7	-2,8		
	II	88,8	86,7	+2,1	44,1	42,7	+1,4		
	III	85,1	86,9	-1,8	44,2	42,5	+1,7		
	I	86,7	87,3	-0,6	39,2	42,1	-2,9		
	II	90,0	87,9	+2,1	43,0	41,7	+1,3		
	III	86,9	87,9	-1,0	42,9	41,7	+1,2		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +3,5 = +7,6 \quad +7,8$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -2,1 = -7,8 \quad -8,0$
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +3,5 = -13,4 \quad -13,2$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +3,5 = -23,2 \quad -22,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+7,8	+8,1	-0,3		-0,3		
W _{yz}	-8,0	+1,8	-9,8		-9,8	27,7	156°20'
W _Δ	-13,2	+5,6	-18,8		-18,8		
2W _{xy}	-22,8	-2,4	-20,4		-20,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,3096$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2741$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,0355$
 $\text{Log } 2W_{xy} = 1,3096$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 1,2741$
 $\text{Log } \text{cos } 2\lambda = 1,8310$
 $\text{Log } R = 1,4431$
 $R = 27,7$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 312^{\circ}40' \\ \text{cos: } +\lambda = 156^{\circ}20' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 46.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = +0,2 \quad \Delta'_1 = -0,4$
 $\Delta_2 = +1,0 \quad \Delta'_2 = -0,3$
 $\Delta_3 = -1,2 \quad \Delta'_3 = +0,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = -0,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 11 en la posición N; revelada a las 16 en la posición H12.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	léc.	gra.
I	I	92,0	91,5	+0,5	42,8	43,3	-0,5			
II	II	92,2	91,5	+0,7	42,9	43,3	-0,4			
III	III	90,4	91,4	-1,0	44,3	43,4	+0,9			
I	I	91,5	91,5	0	42,9	43,3	-0,4			
II	II	92,5	91,2	+1,3	42,8	43,0	-0,2			
III	III	89,7	91,2	-1,5	43,3	43,0	+0,3			

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +3,1 = +6,4 + 6,0 = +12,4$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -0,5 = -1,8 - 1,8 = -3,6$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +1,3 = -4,9 - 4,9 = -9,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +0,1 = -0,6 + 0,7 = +0,1$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+ 6,2	+ 8,1	- 1,9		- 1,9	10,7	6°27'
Wyz	- 1,8	+ 1,8	- 3,6		- 3,6		
WΔ	- 4,9	+ 5,6	- 10,5		- 10,5		
2Wxy	+ 0	- 2,4	+ 2,4		+ 2,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,3802$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0212$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,3590$
 $\text{Log } 2 W_{xz} = 1,0212$
 $\text{Log } W\Delta = 1,0212$
 $\text{Log cos } 2\lambda = 1,9889$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 1,3590$
 $\text{Log } R = 1,0323$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 12^\circ 55' \\ \text{cos: } +\lambda = 6^\circ 27' \end{array} \right.$
 $R = 10,7$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 47.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -1,2 \quad \Delta'_1 = -0,2$
 $\Delta_2 = +1,6 \quad \Delta'_2 = -0,9$
 $\Delta_3 = -0,5 \quad \Delta'_3 = +1,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,1$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -2,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,3$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 19 en la posición N; revelada a las 9 en la posición H12.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12º.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	tura	léc.	gra.
I	I	87,1	88,6	-1,5	40,0	40,2	-0,2			
II	II	90,1	88,6	+1,5	39,4	40,2	-0,8			
III	III	88,5	88,9	0,4	41,2	40,1	+1,1			
I	I	88,0	89,0	-1,0	39,8	40,0	-0,2			
II	II	90,6	89,0	+1,6	39,0	40,0	-1,0			
III	III	88,4	89,0	-0,6	41,3	40,0	+1,3			

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +4,2 = +9,1$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +0,8 = +3,0$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot 0 = 0$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +1,4 = -9,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
Wxz	+ 9,1	+ 8,1	+ 1,0		+ 1,0	8,6	153°30'
Wyz	+ 3,4	+ 1,8	+ 1,6		+ 1,6		
WΔ	+ 0,4	+ 5,6	- 5,2		- 5,2		
2Wxy	- 9,3	- 2,4	- 6,9		- 6,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,8388$
 $\text{Log } W\Delta = 0,7160$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,1228$
 $\text{Log } 2 W_{xz} = 0,8388$
 $\text{Log } W\Delta = 0,7160$
 $\text{Log cos } 2\lambda = 1,7795$
 $\text{Log tg } 2\lambda = 0,1228$
 $\text{Log } R = 0,9365$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 307^\circ 0' \\ \text{cos: } +\lambda = 153^\circ 30' \end{array} \right.$
 $R = 8,6$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 48.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,7 \quad \Delta'_1 = -0,8$
 $\Delta_2 = +3,6 \quad \Delta'_2 = +0,7$
 $\Delta_3 = +0,1 \quad \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = 0$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,5$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,7$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,8$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 19 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t ₁	t ₂	t ₃
	I	85,7	89,5	-3,8	39,0	39,6	-0,6			
	II	93,0	89,5	+3,5	40,1	39,6	+0,5			
	III	89,8	89,7	+0,1	39,8	39,6	+0,2			
	I	86,2	89,8	-3,6	38,8	39,8	-1,0			
	II	93,5	89,9	+3,6	40,8	39,9	+0,9			
	III	90,0	89,9	+0,1	40,0	39,9	+0,1			

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot +2,9 = +6,0 + 6,2 = +6,1$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_1) - (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = +3,61 \cdot +2,9 = +10,5 + 9,8 = +10,1$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,80 \cdot +4,1 = -15,6 - 15,2 = -15,4$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_1) + (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = -6,57 \cdot +4,5 = -30,0 - 30,6 = -30,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	+ 6,1	+8,1	- 2,0		- 2,0	34,9	153°30'
W _{yz}	+10,1	+1,8	+ 8,3		+ 8,3		
WΔ	-15,4	+5,6	-21,0		-21,0		
2 W _{xy}	-30,3	-2,4	-27,9		-27,9		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,4456$
 $\text{Log } W\Delta = 1,3222$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,1234$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 307^\circ 00' \\ \text{cos: } +\lambda = 153^\circ 30' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 1,3222$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,7795$
 $\text{Log } R = 1,5427$
 $R = 34,9$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 49.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -3,3 \quad \Delta'_1 = -1,9$
 $\Delta_2 = +1,5 \quad \Delta'_2 = +0,8$
 $\Delta_3 = +1,9 \quad \Delta'_3 = +1,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,4$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,4$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 9,30 en la posición N; revelada a las 11,30 en la posición III₁ .—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas		
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	t ₁	t ₂	t ₃
	I	82,0	85,3	-3,3	41,1	43,0	-1,9			
	II	86,8	85,3	+1,5	43,8	43,0	+0,8			
	III	87,2	85,3	+1,9	44,2	43,0	+1,2			

Medias

$A = W_{xx} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,16 \cdot 0 = 0$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_1) - (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = +3,74 \cdot +1,4 = +5,2$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,83 \cdot -0,8 = +3,1$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_1) + (\Delta'_2 + \Delta'_1)] = -6,63 \cdot +5,4 = -35,8$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xx}	0	+8,1	- 8,1		- 8,1	32,5	137°12'
W _{yz}	+ 4,8	+1,8	+ 3,0		+ 3,0		
WΔ	+ 3,1	+5,6	- 2,5		- 2,5		
2 W _{xy}	-35,1	-2,4	-32,7		-32,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,5145$
 $\text{Log } W\Delta = 0,3979$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 1,1166$
 $\text{Signos } \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 274^\circ 25' \\ \text{cos: } +\lambda = 137^\circ 12' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,3979$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 2,8865$
 $\text{Log } R = 1,5114$
 $R = 32,5$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 50.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,0 \quad \Delta'_1 = +1,0$
 $\Delta_2 = +3,0 \quad \Delta'_2 = -3,5$
 $\Delta_3 = 0 \quad \Delta'_3 = +2,4$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 =$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +3,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,0$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -5,9$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -1,1$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 9,30 en la posición N; revelada a las 11,30 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Temperatura	Grados
	I	88,9	91,9	-3,0	44,6	43,6	+1,0		
	II	94,9	91,9	+3,0	40,1	43,6	-3,5		
	III	91,9	91,9	0	46,0	43,6	+2,4		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot +8,9 = +18,5$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +4,1 = +14,8$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,80 \cdot -2,9 = +11,0$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +1,9 = -12,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+18,4	+8,1	+10,3		+10,3	11,2	120°00'
W _{yz}	+14,6	+1,8	+12,8		+12,8		
W _Δ	+11,2	+5,6	+5,6		+5,6		
2W _{xy}	-12,1	-2,4	-9,7		-9,7		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 0,9867$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,7482$
 $\text{Log } \text{tg } 2 \lambda = 0,2385$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,7482$
 $\text{Log } \cos 2 \lambda = 1,6990$
 $\text{Log } R = 1,0492$
 $R = 11,2$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 240^{\circ}00' \\ \text{cos: } -\lambda = 120^{\circ}00' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 51.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -0,6 \quad \Delta'_1 = -2,9$
 $\Delta_2 = +1,6 \quad \Delta'_2 = +0,6$
 $\Delta_3 = -1,2 \quad \Delta'_3 = +2,4$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,2$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +2,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,4$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,8$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +3,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Temperatura	Grados
	I	89,9	90,7	-0,8	37,0	39,7	-2,7		
	II	92,5	90,7	+1,8	40,1	39,7	+0,4		
	III	89,8	90,7	-0,9	42,0	39,7	+2,3		
	I	89,8	90,2	-0,4	37,0	40,1	-3,1		
	II	91,0	89,6	+1,4	41,2	40,4	+0,8		
	III	88,0	89,6	-1,6	43,0	40,4	+2,6		
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,16 \cdot +4,6 = +9,9$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot -2,6 = -9,8$
 $C = W_{\Delta} = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_1) + (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = -3,83 \cdot +1,0 = -3,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +3,4 = -22,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+10,3	+8,1	+2,2		+2,2	22,5	147°36'
W _{yz}	-10,0	+1,8	-11,8		-11,8		
W _Δ	-4,0	+5,6	-9,6		-9,6		
2W _{xy}	-22,8	-2,4	-20,4		-20,4		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,3096$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,9822$
 $\text{Log } \text{tg } 2 \lambda = 0,3274$
 $\text{Log } W_{xz} = 0,9822$
 $\text{Log } \cos 2 \lambda = 1,6291$
 $\text{Log } R = 1,3531$
 $R = 22,5$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 295^{\circ}12' \\ \text{cos: } +\lambda = 147^{\circ}36' \end{array} \right.$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 52.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,8$ $\Delta'_1 = -1,9$
 $\Delta_2 = +2,8$ $\Delta'_2 = -2,2$
 $\Delta_3 = +1,1$ $\Delta'_3 = +4,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = +0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,7$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,9$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -6,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lección	Grados
	I	86,8	90,7	-3,9	37,6	39,5	-1,9		
	II	93,5	90,7	+2,8	37,3	39,5	+2,2		
	III	92,0	91,1	+0,9	43,8	39,8	+4,0		
	I	87,8	91,5	-3,7	38,3	40,1	-1,8		
	II	94,7	91,9	+2,8	38,3	40,5	-2,2		
	III	93,3	91,9	+1,4	45,0	40,5	+4,5		

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +8,1 = +16,8$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +1,9 = +6,8$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot -4,7 = +17,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +5,9 = -38,7$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+16,8	+8,1	+8,7		+8,7	37,7	125°15'
W _{yz}	+6,8	+1,8	+5,0		+5,0		
WΔ	+18,2	+5,6	+12,6		+12,6		
2W _{xy}	-38,0	-2,4	-35,6		-35,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,5514$ $\text{Log } W\Delta = 1,1003$
 $\text{Log } W\Delta = 1,1003$ $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,5235$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,4511$ $\text{Log } R = 1,5768$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } +2\lambda = 250^\circ 30' \\ \text{cos: } -\lambda = 125^\circ 15' \end{array} \right.$ $R = 37,7$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 53.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -2,2$ $\Delta'_1 = +0,4$
 $\Delta_2 = +1,0$ $\Delta'_2 = +0,1$
 $\Delta_3 = +1,2$ $\Delta'_3 = -0,6$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -0,2$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +2,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +0,7$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = -0,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 12 en la posición III₁.—Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n ₀	Δ	n'	n' ₀	Δ	Lección	Grados
	I	85,0	87,2	-2,2	43,0	42,6	+0,4		
	II	88,2	87,2	+1,0	42,7	42,6	+0,1		
	III	88,4	87,2	+1,2	42,0	42,6	-0,6		

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot -0,9 = -1,9$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +2,7 = +10,1$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot +0,5 = -1,9$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +1,7 = -11,3$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	-2,1	+8,1	-10,2		-10,2	12,1	154°00'
W _{yz}	+10,1	+1,8	+8,3		+8,3		
WΔ	-1,9	+5,6	-7,5		-7,5		
2W _{xy}	-12,0	-2,4	-9,6		-9,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 0,9822$ $\text{Log } W\Delta = 0,8750$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8750$ $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,7893$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,1072$ $\text{Log } R = 1,0857$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 308^\circ 00' \\ \text{cos: } +\lambda = 154^\circ 00' \end{array} \right.$ $R = 12,1$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 54.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -3,3 \quad \Delta'_1 = -0,5$
 $\Delta_2 = +2,0 \quad \Delta'_2 = +0,1$
 $\Delta_3 = +1,2 \quad \Delta'_3 = +0,5$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +0,8$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +3,2$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -0,4$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,6$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 10 en la posición N; revelada a las 10 en la posición III₁ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Grados
	I	89,5	92,8	-3,3	42,0	42,5	-0,5		
	II	94,8	92,8	+2,0	42,6	42,5	+0,1		
	III	94,0	92,8	+1,2	43,0	42,5	+0,5		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,08 \cdot +1,2 = +2,5 + 1,8 = +2,1$
 $B = W_{yz} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot +2,6 = +9,4 + 10,4 = +9,8$
 $C = W\Delta = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +0,4 = -1,5 - 1,9 = -1,7$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +3,8 = -25,0 - 26,9 = -26,0$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 2,1	+ 8,1	- 6,0		- 6,0	24,9	143°30'
W _{yz}	+ 9,8	+ 1,8	+ 8,0		+ 8,0		
WΔ	- 1,7	+ 5,6	- 7,3		- 7,3		
2 W _{xy}	- 26,0	- 2,4	- 23,6		- 23,6		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,3729$
 $\text{Log } W\Delta = 0,8633$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,5096$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 287^\circ 00' \\ \text{cos: } +\lambda = 143^\circ 30' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,8633$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,4659$
 $\text{Log } R = 1,3974$
 $R = 24,9$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla)

Estación n.º 55.

Balanza n.º 522.

$\Delta_1 = -1,9 \quad \Delta'_1 = -1,4$
 $\Delta_2 = +1,4 \quad \Delta'_2 = +0,2$
 $\Delta_3 = +0,4 \quad \Delta'_3 = +1,3$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = -0,1$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 = +0,1$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = +1,0$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +1,8$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = -1,1$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +1,5$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Sí.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º ...			Balanza II Hilo n.º ...			Temperaturas	
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ	Leitura	Grados
	I	87,0	89,3	-2,3	39,0	40,0	-1,0		
	II	90,8	89,3	+1,5	40,1	40,0	+0,1		
	III	90,1	89,7	+0,4	41,0	39,7	+1,3		
	I	88,1	89,7	-1,6	38,0	39,7	-1,7		
	II	90,9	89,7	+1,2	40,0	39,7	+0,3		
	III	90,1	89,7	+0,4	41,0	39,7	+1,3		
	I								
	II								
	III								
	I								
	II								
	III								

Medias

$A = W_{xz} = +2,16 [(\Delta_2 - \Delta_3) - (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = +2,16 \cdot +2,1 = +4,5 + 3,9 = +4,2$
 $B = W_{yz} = +3,74 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,74 \cdot +0,3 = +1,1 + 0,7 = +0,9$
 $C = W\Delta = -3,83 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,83 \cdot -0,1 = +0,4 + 0,7 = +0,5$
 $D = 2W_{xy} = -6,63 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,63 \cdot +3,3 = -21,9 - 22,5 = -22,2$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W _{xz}	+ 4,2	+ 8,1	- 3,9		- 3,9	20,4	142°12'
W _{yz}	+ 0,9	+ 1,8	- 0,9		- 0,9		
WΔ	+ 0,5	+ 5,6	- 5,1		- 5,1		
2 W _{xy}	- 22,2	- 2,4	- 19,8		- 19,8		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2 W_{xy} = 1,2967$
 $\text{Log } W\Delta = 0,7076$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,5891$
 $\text{Signos} \left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 284^\circ 25' \\ \text{cos: } +\lambda = 142^\circ 12' \end{array} \right.$

$\text{Log } W\Delta = 0,7076$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,3961$
 $\text{Log } R = 1,3115$
 $R = 20,4$

Investigación gravimétrica en Mansilla (Río Esla) -

Estación n.º 56.

Balanza n.º 603.

$\Delta_1 = -0,3 \quad \Delta'_1 = -2,0$
 $\Delta_2 = -0,4 \quad \Delta'_2 = +1,8$
 $\Delta_3 = +0,7 \quad \Delta'_3 = +0,2$
 $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$
 $\Delta'_1 + \Delta'_2 + \Delta'_3 =$
 $\Delta_2 - \Delta_3 = -1,1$
 $\Delta_2 + \Delta_3 = +0,3$
 $\Delta'_2 - \Delta'_3 = +1,6$
 $\Delta'_2 + \Delta'_3 = +2,0$

¿Estaba la burbuja en el índice al terminar la medición? Si.—Placa colocada a las 18 en la posición N; revelada a las 9 en la posición III₂ —Orientación N.M.—Declinación magnética 12°.

Hora	Posición	Balanza I Hilo n.º			Balanza II Hilo n.º			Temperaturas Lec- tura	Gira- dos
		n	n _o	Δ	n'	n' _o	Δ		
	I	91,5	92,1	-0,6	38,7	41,0	-2,3		
	II	91,7	92,1	-0,4	42,7	41,0	+1,7		
	III	93,2	92,5	+0,7	41,7	41,4	+0,3		
	I	92,6	92,7	-0,1	39,8	41,5	-1,7		
	II	92,4	92,8	-0,4	43,2	41,4	+1,8		
	III	93,4	92,8	+0,6	41,2	41,4	-0,2		

Medias

$A = W_{xx} = +2,08 [(\Delta_2 - \Delta_1) - (\Delta'_2 - \Delta'_1)] = +2,08 \cdot -2,7 = -5,6 - 5,6 = -11,2$
 $B = W_{yy} = +3,61 [(\Delta_2 + \Delta_3) - (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = +3,61 \cdot -1,7 = -6,1 - 5,4 = -11,5$
 $C = W_{\Delta} = -3,80 [(\Delta_2 - \Delta_3) + (\Delta'_2 - \Delta'_3)] = -3,80 \cdot +0,5 = -1,9 - 1,9 = -3,8$
 $D = 2W_{xy} = -6,57 [(\Delta_2 + \Delta_3) + (\Delta'_2 + \Delta'_3)] = -6,57 \cdot +2,3 = -15,7 - 13,8 = -29,5$

RESUMEN

	Valores observados	Valores normales	Valores corregidos	Acción del terreno	Valores topográficos	R	λ
W_{xx}	-5,6	+8,1	-13,7		-13,7	14,4	150°40'
W_{yy}	-5,7	+1,8	-7,5		-7,5		
W_{Δ}	-1,9	+5,6	-7,5		-7,5		
$2W_{xy}$	-14,7	-2,4	-12,3		-12,3		

Cálculo de R y λ

$\text{Log } 2W_{xy} = 1,0899$
 $\text{Log } W_{\Delta} = 0,8751$
 $\text{Log } \text{tg } 2\lambda = 0,2148$
 $\text{Log } W_{xx} = 1,0899$
 $\text{Log } W_{yy} = 0,8751$
 $\text{Log } \cos 2\lambda = 1,7160$
 $\text{Log } R = 1,1591$
 $R = 14,4$
 Signos $\left\{ \begin{array}{l} \text{tg: } -2\lambda = 301^{\circ}20' \\ \text{cos: } +\lambda = 150^{\circ}40' \end{array} \right.$

Investigación sísmica en Mansilla

Posición 1
Δ 100 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 }
 Registrador 16 } Constante = 0,1230
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	7,10	7,00	7,05	7,05	0,970		
Punto 1	7,30	7,20	7,25	7,25			
Punto							
Componente							
Componente	10,30	10,20	10,25	3,00	1,408	0,438	0,054
Punto 2	14,70	14,50	14,60	7,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Mansilla

Posición 2.
Δ 200 m.

Línea I

Observador: Bances

Sismógrafo 15 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador 28

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	7,50	7,50	7,50				
Punto							
Componente							
Componente	6,20	6,20	6,20	6,20	0,826	0,826	0,097
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 3.
Δ 300 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 27 }
 Amplificador 12 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,385		
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50			
Punto 1	6,50	6,50	6,50	6,50			
Punto							
Componente				4,10	1,631	1,246	0,158
Componente	10,60	10,60	10,60	6,50			
Punto 2	13,00	13,00	13,00				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 4.
Δ 400 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 27 }
 Amplificador 12 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,435		
Explosión	2,70	2,70	2,70	2,70			
Punto 1	6,20	6,20	6,20	6,20			
Punto							
Componente				6,15	2,000	1,565	0,198
Componente	12,30	12,40	12,35	6,15			
Punto 2	12,30	12,40	12,35				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 5
Δ 500 m.

Línea I

Observador: Bances

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 28 }
 Amplificador 16 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,860		
Explosión	6,50	6,40	6,45	6,45			
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 2	14,80	14,90	14,85				
Componente				6,25	2,844	1,984	0,234
Componente	21,20	21,00	21,10	7,40			
Punto 3	22,30	22,20	22,25				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 6.
Δ 600 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1230
 Registrador 16 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,177		
Explosión	1,30	1,20	1,25	1,25			
Punto 1	7,10	7,00	7,05	7,05			
Punto 2	14,20	14,00	14,10				
Componente				3,35	2,478	2,301	0,283
Componente	17,50	17,40	17,45	7,00			
Punto 3	21,20	21,00	21,10				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 7.
A 700 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,90	2,90	2,90	2,90	0,475		
Punto 1	6,20	6,00	6,10	6,10			
Punto 3	18,60	18,50	18,55				
Componente				0,45	3,071	2,596	0,329
Componente	19,00	19,00	19,00				
Punto 4	24,90	24,80	24,85	6,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 8.
A 800 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,20	2,30	2,25	2,25	0,363		
Punto 1	6,20	6,20	6,20	6,20			
Punto 3	18,90	19,00	18,95				
Componente				1,50	3,234	2,871	0,364
Componente	20,40	20,50	20,45				
Punto 4	25,30	25,40	25,35	6,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 9.
A 900 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000		
Punto 1	6,30	6,20	6,25	6,25			
Punto 2	12,60	12,50	12,55				
Componente				5,40	2,885	2,885	0,366
Componente	18,00	17,90	17,95				
Punto 3	18,70	18,60	18,65	6,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 10.
A 1.000 m.Línea I
Observador: Bancos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 28
 Amplificador ... 16

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,50	3,30	3,40	3,40	0,457		
Punto 1	7,50	7,40	7,45	7,45			
Punto 3	22,70	22,50	22,60				
Componente				6,15	3,814	3,357	0,396
Componente	28,60	28,50	28,55				
Punto 4	30,20	30,10	30,15	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 11.
Δ 1.100 m.Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo.....	12	} Constante = 0,1230
Registrador.....	16	
Radio.....	16	
Amplificador ...	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,70	3,50	3,60	3,60	0,480		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 4	29,30	29,40	29,35				
Componente.....							
Componente.....	33,70	33,70	33,70	4,35	4,608	4,128	0,508
Punto 5	36,50	36,50	36,50	7,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 12.
Δ 1.250 m.Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo.....	15	} Constante = 0,1180
Registrador.....	13	
Radio.....	28	
Amplificador ...	16	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,30	6,20	6,25	6,25	0,833		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 5	37,60	37,50	37,55				
Componente.....							
Componente.....	42,20	42,00	42,10	4,55	5,602	4,769	0,563
Punto 6	45,20	45,00	45,10	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 13.
Δ 1.400 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo.....	27	} Constante = 0,1268
Registrador.....	27	
Radio.....	12	
Amplificador ...	27	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,00	4,00	4,00	4,00	0,655		
Punto 1	6,20	6,00	6,10	6,10			
Punto 5	30,80	30,70	30,75				
Componente.....							
Componente.....	35,00	35,00	35,00	4,25	5,686	5,031	0,638
Punto 6	36,90	37,00	36,95	6,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 14.
Δ 1.550 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo.....	27	} Constante = 0,1268
Registrador.....	27	
Radio.....	12	
Amplificador ...	27	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,50	4,50	4,50	4,50	0,738		
Punto 1	6,20	6,00	6,10	6,10			
Punto 6	36,70	36,60	36,65				
Componente.....							
Componente.....	37,70	37,60	37,65	1,00	6,171	5,433	0,689
Punto 7	42,50	42,50	42,50	5,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 15.
Δ 1.700 m.Línea I
Observador: Bances

Sismógrafo.....	12	} Constante = 0,1230
Registrador.....	16	
Radio.....	16	
Amplificador....	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....					0,720		
Explosión.....	5,40	5,40	5,40	5,40			
Punto 1.....	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 7.....	51,40	51,50	51,45				
Componente.....				1,05	7,146	6,426	0,790
Componente.....	52,50	52,50	52,50	7,20			
Punto 8.....	58,70	58,60	58,65				
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 16.
Δ 2.000 m.Línea I
Observador: Bances

Sismógrafo.....	15	} Constante = 0,1180
Registrador.....	13	
Radio.....	28	
Amplificador....	16	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....					0,085		
Explosión.....	0,70	0,60	0,65	0,65			
Punto 1.....	7,70	7,60	7,65	7,65			
Punto 7.....	53,30	53,40	53,35				
Componente.....				3,95	7,530	7,445	0,878
Componente.....	57,40	57,20	57,30	7,45			
Punto 8.....	60,90	60,70	60,80				
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 17
Δ 2.150 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo.....	27	} Constante = 0,1268
Registrador.....	27	
Radio.....	12	
Amplificador....	27	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....					0,800		
Explosión.....	5,00	5,00	5,00	5,00			
Punto 1.....	6,30	6,20	6,25	6,25			
Punto 8.....	49,20	49,10	49,15				
Componente.....				1,45	8,244	7,444	0,944
Componente.....	50,70	50,50	50,60	5,95			
Punto 9.....	55,20	55,00	55,10				
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 18.
Δ 2.350 m.Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo.....	12	} Constante = 0,1230
Registrador.....	16	
Radio.....	16	
Amplificador....	25	

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen.....					0,157		
Explosión.....	1,20	1,00	1,10	1,10			
Punto 1.....	7,00	7,00	7,00	7,00			
Punto 8.....	58,20	58,20	58,20				
Componente.....				2,55	8,352	8,195	1,008
Componente.....	60,80	60,70	60,75	7,25			
Punto 9.....	65,40	65,50	65,45				
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 19
Δ 2.550 m.Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 28
 Amplificador ... 16

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,80	5,60	3,70	3,70	0,490		
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto 9	68,00	68,00	68,00				
Componente							
Componente	71,50	71,40	71,45	3,45	9,460	8,970	1,058
Punto 10	75,50	75,50	75,50	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 20.
Δ 2.750 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,50	2,30	2,40	2,40	0,393		
Punto 1	6,20	6,00	6,10	6,10			
Punto 9	54,00	53,70	53,85				
Componente							
Componente	54,10	54,10	54,10	0,25	9,043	8,650	1,097
Punto 10	59,70	59,70	59,70	5,85			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Mansilla*Posición 21.
Δ 2.950 m.Línea I
Observador: Bances

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1230
 Registrador 16 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,60	2,50	2,55	2,55	0,349		
Punto 1	7,30	7,30	7,30	7,30			
Punto 9	64,80	64,80	64,80				
Componente							
Componente	69,80	69,80	69,80	5,00	9,699	9,350	1,150
Punto 10	72,10	72,10	72,10	7,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

INVESTIGACION SISMICA
EN
EL PARDO (MADRID)

CAPITULO VIII

INVESTIGACION SISMICA EN EL PARDO (MADRID)

§ 33. **Prólogo.**—Hace ya algunos años se practicaron en El Pardo varios sondeos, proyectados y ejecutados por Janini, alguno de los cuales suministró agua surgente. En otros, el agua no tuvo presión bastante para salir al exterior y también los hubo completamente improductivos.

Para tratar de explicar estos hechos se hizo un estudio empírico de la zona, en el que se indicaron corrientes de aguas subterráneas en distintos lugares y de diversa dirección.

Esta explicación no satisfizo al Instituto Geológico y Minero de España, y al emprender el estudio general de las cuencas hidrológicas españolas se incluyó en el plan de las correspondientes a la región del Centro el estudio de la que nos ocupa, cuya importancia era para nosotros completamente desconocida.

Según el estudio general efectuado por nuestro Instituto, el vaso de la cuenca está constituido por la formación cretácea, cuya parte superior caliza reposa directamente sobre una potente hilada de arenisca, capaz de contener una gran cantidad de agua.

El conjunto descansa sobre el granito, con o sin interposición de otros terrenos secundarios.

El Cretáceo se ha ocultado debajo de los sedimentos terciarios y hasta de los cuaternarios en el lugar que nos proponemos estudiar.

Estos datos nos permiten fijar los términos del problema. Debemos investigar cuál es la profundidad del terreno de arrastre, sea Cuaternario o Terciario, en los que indudablemente se tienen que presentar niveles acuíferos de importancia y, a ser posible, la del Eoceno, Cretáceo y Estrato cristalino, siempre que no se encuentren a profundidad mayor de 500 metros, que tomamos como límite.

Tanto en la arenisca cretácea, como en el techo del Estrato cristalino, son también posibles los horizontes acuíferos importantes.

El método sísmico de prospección puede resolver el problema, ya que la distinta constante sísmica de cada una de las rocas citadas nos permite determinarlas separadamente.

También hemos efectuado medidas de resistividad, en algunos de los sondeos efectuados, al sólo efecto de estudiar las características eléctricas de los aparatos que poseemos.

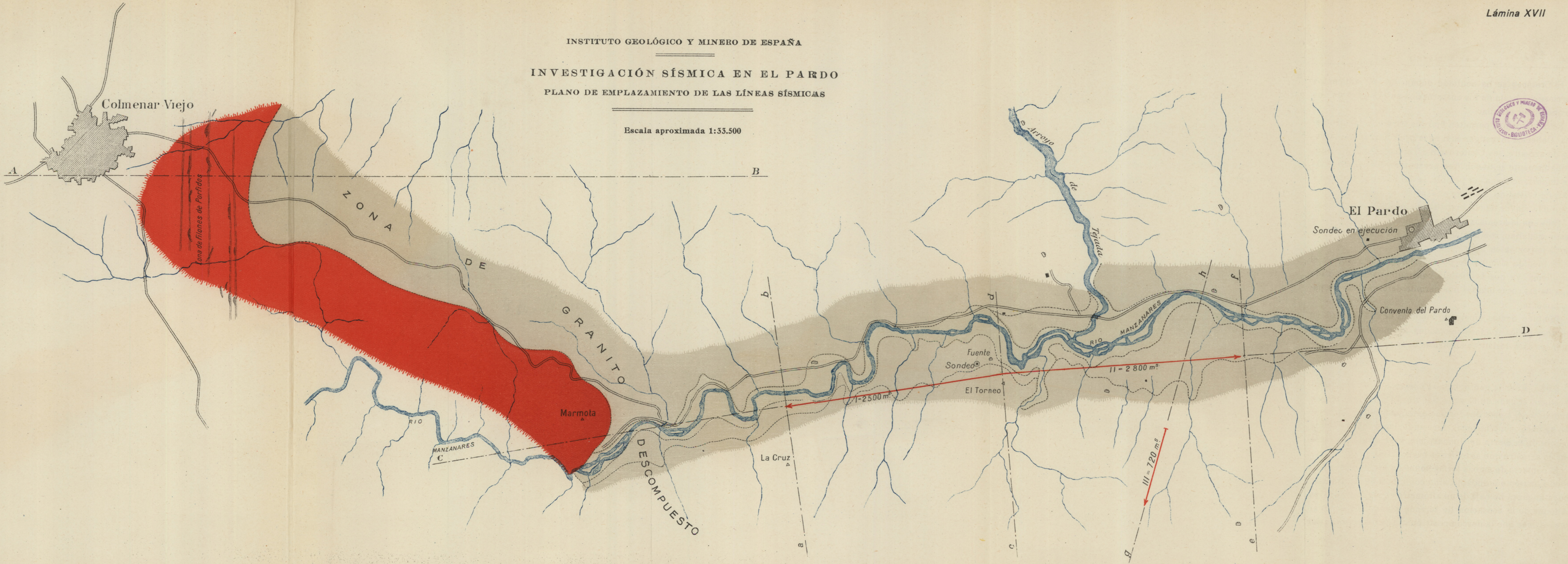
§ 34. **Reseña geológica.**—En la zona que vamos a investigar, situada en el valle del río Manzanares, se presentan únicamente dos formaciones geológicas: el granito en su parte septentrional, formando las últimas estribaciones de la Sierra de Guadarrama, y el manto de terreno de arrastre que se extiende hacia el Sur.

El contacto de ambas formaciones no se presenta de un modo brusco e indudable, sino con una zona de tránsito, cuya anchura no baja de un kilómetro en algunos lugares. Aunque da la sensación de terreno aluvial, no es, realmente, más que la descomposición *in situ* de las rocas por

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN EL PARDO
PLANO DE EMPLAZAMIENTO DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

Escala aproximada 1:33.500

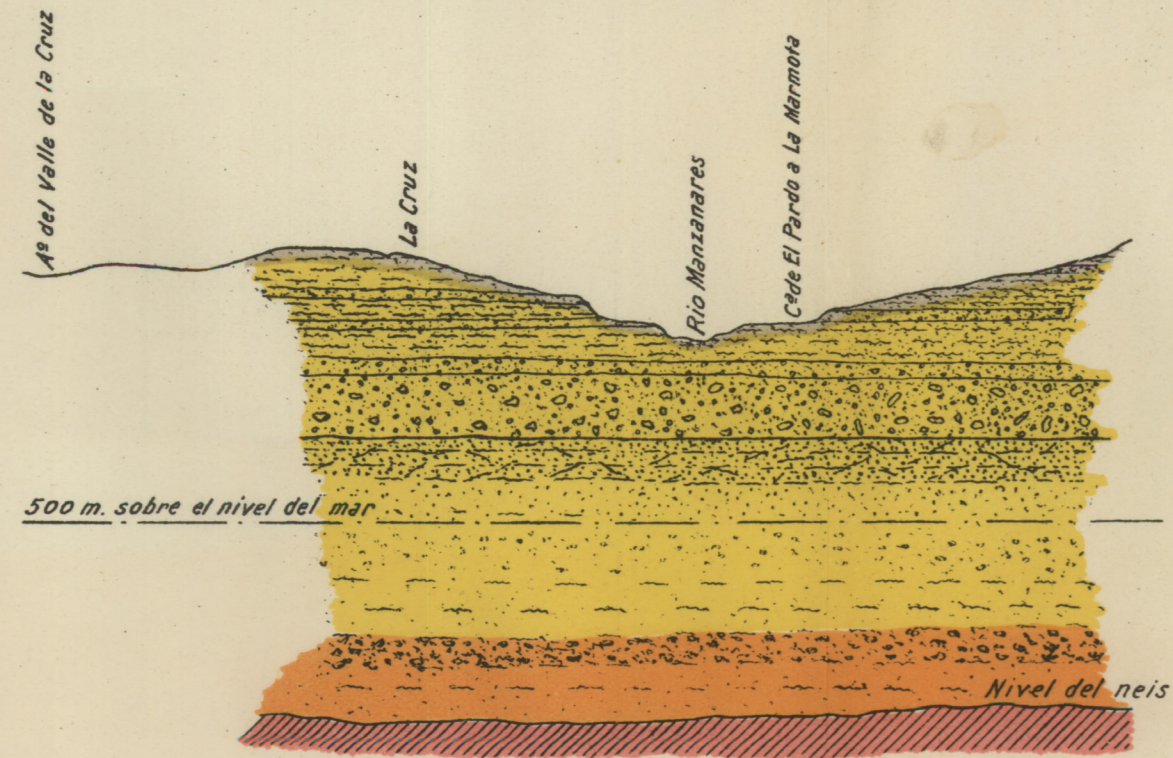


EL PARDO

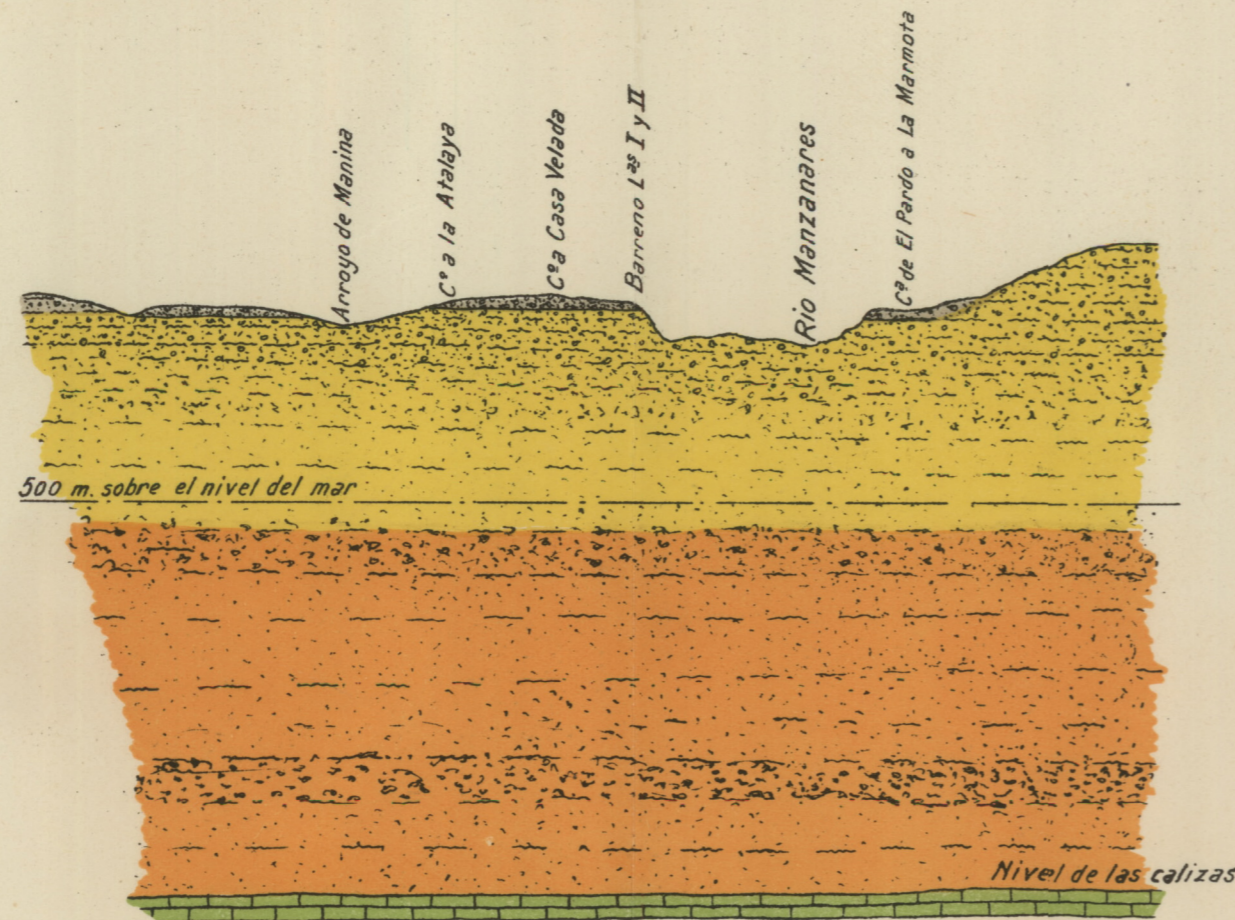
CORTES GEOLÓGICOS TRANSVERSALES A LAS LÍNEAS SÍSMICAS I Y II



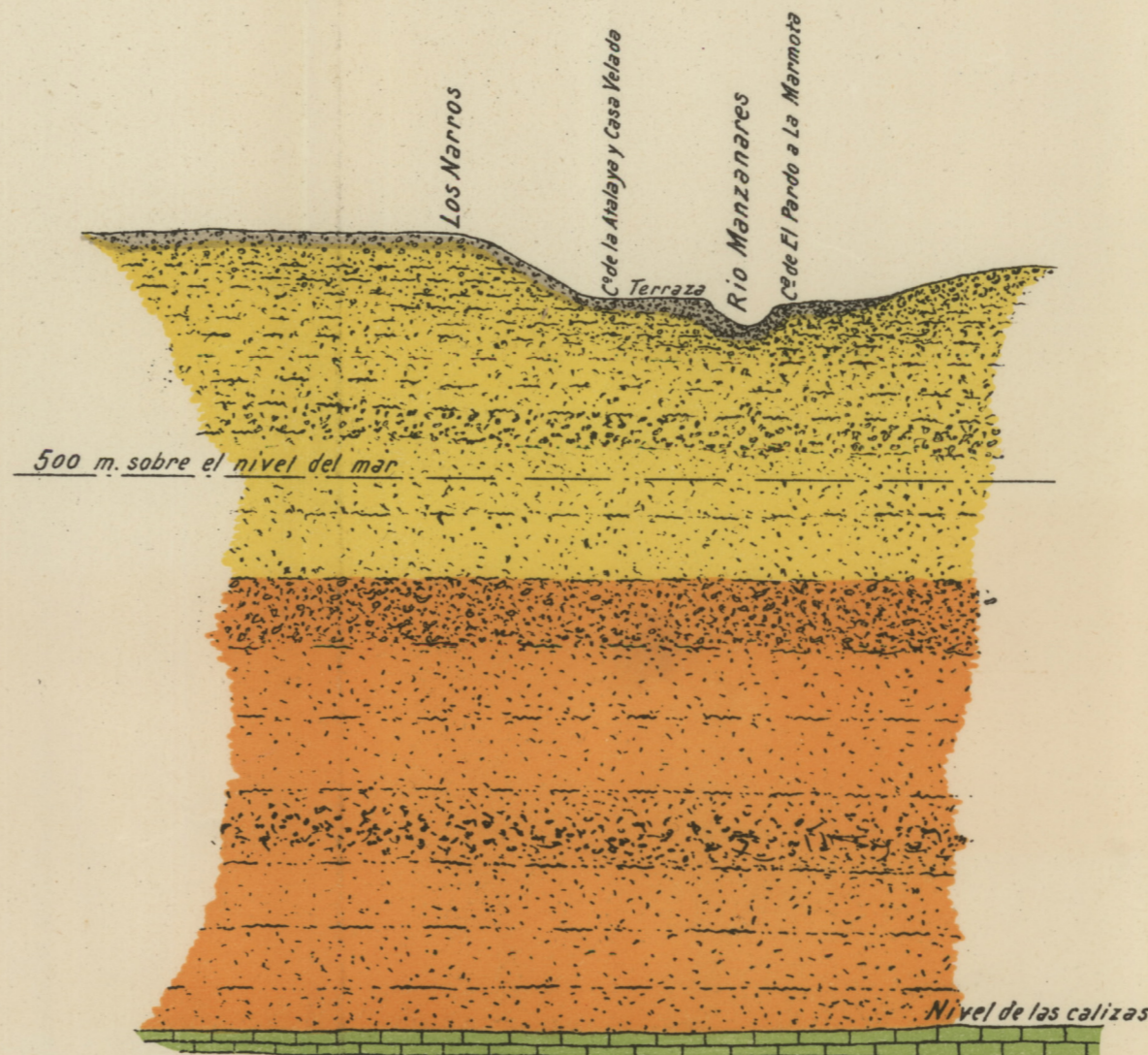
CORTE POR EL FINAL DE LA LINEA I (a-b del plano)



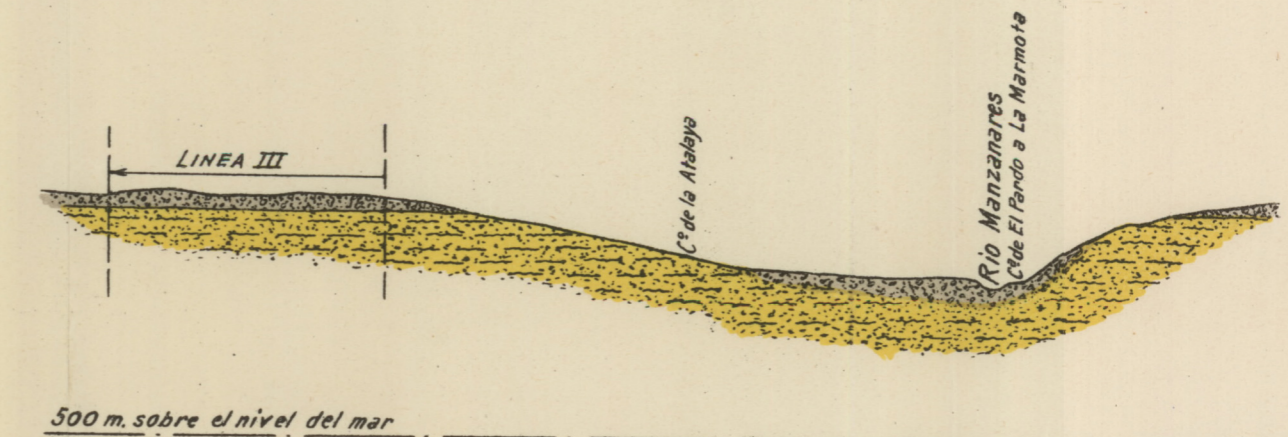
CORTE POR EL ORIGEN DE LAS LINEAS I Y II (c-d. del plano)



CORTE POR EL FINAL DE LA LINEA II (e-f. del plano)



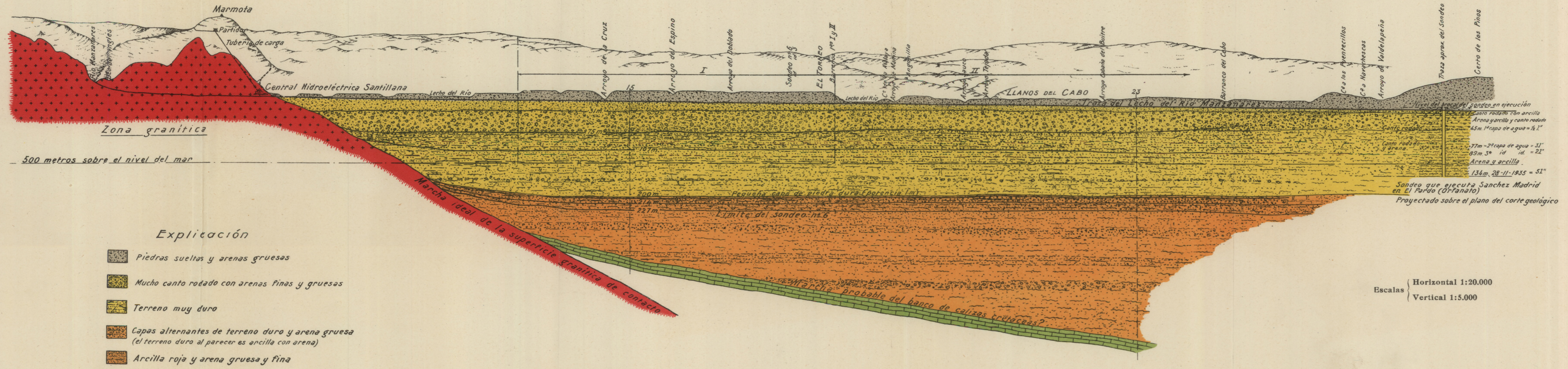
CORTE SEGUN LA DIRECCION DE LA LINEA III (g-h. del plano)



Escalas { Horizontal 1:20.000
Vertical 1:5.000

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

CORTE GEOLÓGICO SEGÚN LA DIRECCIÓN DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS I Y II
(C-D DEL PLANO)



Nivel del brocal del sondeo en ejecución

- Canto rodado con arcilla
- Arena y arcilla y canto rodado
- 43m. 1ª capa de agua = 1/2 l"
- Canto rodado
- Canto rodado y arena
- 77m. 2ª capa de agua = 3 l"
- 89m. 3ª id id. = 2 l"
- Arena y arcilla
- 134m. 28-11-1935 = 5 l"

Sondeo que ejecuta Sanchez Madrid en El Pardo (Orfanato)
Proyectado sobre el plano del corte geológico

Marcha probable del banco de calizas cretáceas?

Marcha ideal de la superficie granítica de contacto

Límite del sondeo n.º 6

Pequeña capa de piedra dura (potencia 1m)

Traza del lecho del río Manzanares

Lecho del Río

Lecho del Río

Central Hidroeléctrica Santillana

Marmota

Partido

Tubería de carga

Zona granítica

500 metros sobre el nivel del mar

Arroyo de la Cruz

Arroyo del Espino

Arroyo del Doblado

Sondeo n.º 6

EL TORNEO

C.ª de la Alhaya

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Arroyo de Matina

Traza aprox. del sondeo en ejecución

Cerro de los Pinos

C.ª los Puerrecillos

C.ª Navarrescas

Arroyo de Valdelepeña

Arroyo de Valdelepeña

Arroyo de Valdelepeña

Arroyo de Valdelepeña

Arroyo de Valdelepeña

Arroyo de Valdelepeña

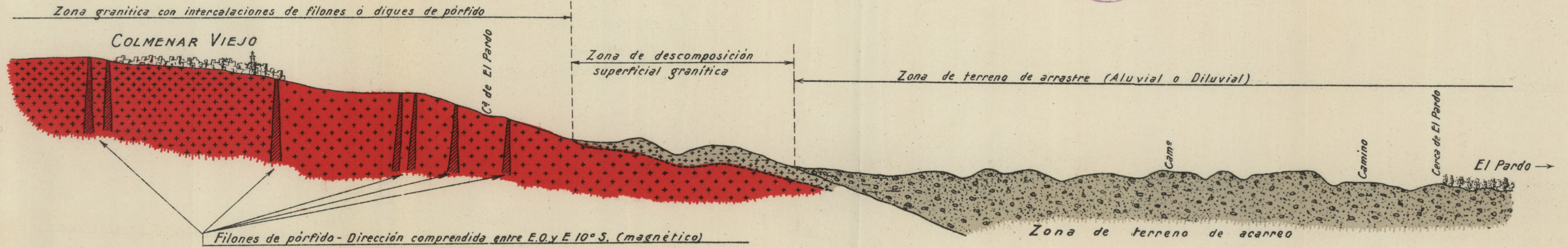
Arroyo de Valdelepeña

Arroyo de Valdelepeña

Arroyo de Valdelepeña

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

CORTE GEOLÓGICO SEGÚN EL MERIDIANO QUE PASA POR COLMENAR VIEJO
(A-B DEL PLANO)



Plano de comparación. 500 mts. sobre el nivel del mar

Escalas { Horizontal 1:20.000
Vertical 1:5.000

los agentes meteóricos o, cuando más, con un ligero traslado, según lo demuestran los bloques aislados, de gran tamaño, cuyas aristas están poco desgastadas.

Al fijar el límite del contacto superficial en el plano adjunto (lámina XVII), hemos incluido dicha zona en la segunda formación (véanse también los cortes geológicos de la lámina XX).

En ambas márgenes del río, y no muy distantes de su lecho mayor, se presentan otros sedimentos, que se han considerado como cuaternarios durante mucho tiempo, y así han figurado en el Mapa Geológico, que asignaba a tal formación la extensa mancha de terrenos de acarreo que se extiende al Sur de la Sierra de Guadarrama.

Los estudios modernos de Royo y Menéndez Puget han demostrado que hay que considerarlos como pertenecientes a la parte superior del Mioceno, principalmente al piso tortoniense, muy difícil de separar del pontiense por su concordancia de estratificación. En él se ha excavado el valle del río, relleno después por los sedimentos más modernos.

En el corte geológico *A-B* (lám. XVIII) indicamos la marcha probable de la roca firme, debajo de la zona descompuesta y del manto de arrastre. En el corte general de la cuenca *C-D* (lám. XIX), no aparece la zona alterada, por ser más precisa la línea de separación entre las dos formaciones.

El granito se presenta con variedades subordinadas al predominio del cuarzo, del feldespato o de las dos clases de mica. Así alternan las zonas fuertes y compactas con las descompuestas y caolinizadas.

Presenta la particularidad de estar atravesado por filones de pórfido, que se explotan para la pavimentación de Madrid. Su dirección general es la de levante a poniente

y están verticales o ligeramente inclinados. La potencia oscila entre 2 y 8 metros, con tendencia a aumentar con la profundidad.

El terreno de acarreo está formado por los productos de la descomposición del granito. En las inmediaciones del contacto aparece la primera zona de elementos de gran volumen; después disminuye el tamaño de los trozos y se presentan capas alternadas de cantos rodados, arenas finas y gruesas y arcillas, tanto en el terreno Aluvial como en el Tortoniense.

Estas consideraciones nos hacen ver que debemos descontar en absoluto el carácter artesianos de la cuenca, sobre todo en su parte superior, tal como suele entenderse generalmente. Es decir, obedeciendo a una estructura interna en forma de sinclinal o de cubeta.

Al cruzar el río Manzanares la zona de contacto del granito y el terreno que nos ocupa, alimenta todos sus niveles permeables, cuyas aguas serán después surgentes en todos los lugares situados a un nivel inferior.

También suministrarán alguna cantidad de agua surgente, aunque de mucha menor importancia, los niveles permeables superiores al del río, alimentados por las nieves y las lluvias.

La cuenca profunda, llamando así a la formada por los sedimentos secundarios o terciarios antiguos, está alimentada en esta zona de la misma manera. De modo que la altura a que surja el agua, en un punto situado hacia el Sur, no podrá pasar de los 620 metros sobre el nivel del mar, que es la cota del río en la zona de contacto mencionada, donde se encuentra la Central de la Hidroeléctrica Santillana.

Si se tiene en cuenta la pérdida natural de carga, puede decirse que se podrá obtener agua surgente en los luga-

res situados debajo del nivel de 600 metros, y que su volumen estará en razón directa con la profundidad de cada sondeo y su distancia al origen.

La calidad del agua será buena en el Cuaternario, y aun en las primeras hiladas del Terciario. En la arenisca cretácea podrá ser también de excelente calidad.

§ 35. La investigación sísmica.

LAS MEDICIONES SISMICAS.—La dirección de los perfiles sísmicos no podía ser distinta de la del río Manzanares, tanto por los accidentes topográficos de sus márgenes como por constituir su valle la zona donde los sedimentos cuaternarios se han conservado con la máxima potencia.

Su longitud es de dos kilómetros y medio, con el objeto de alcanzar una profundidad de investigación de 500 metros, próximamente.

Se han efectuado dos líneas, de direcciones opuestas, a partir del lugar denominado El Torneo, situado a unos seis kilómetros, aguas arriba, de El Pardo, según el curso del río Manzanares.

También hemos efectuado una tercera línea, de menor longitud, en la margen derecha del mencionado río y suficientemente separada del mismo para que esté fuera de los depósitos del lecho mayor del río, con el objeto de determinar directamente la constante sísmica de los sedimentos que la constituyen y comprobar, por este procedimiento, si pertenecen al Cuaternario o al Terciario.

Línea I.—A partir del lugar denominado El Torneo se dirige hacia el Norte. Tiene una longitud de 2.500 metros y consta de 23 estaciones sísmicas, situadas a las distancias del origen que se indican en el cuadro I.

Los tiempos de recorrido del rayo sísmico, calculados en milésimas de segundo en los estados que aparecen al

final de este Capítulo, también se han reunido en el mismo cuadro.

Con estos datos se ha dibujado la línea dromocrónica número 1.

CUADRO I

Estaciones	Kms.	T"
1	0,200	0,121
2	0,300	0,168
3	0,400	0,229
4	0,500	0,269
5	0,600	0,287
6	0,700	0,338
7	0,800	0,353
8	0,900	0,414
9	1,000	0,454
10	1,100	0,492
11	1,210	0,541
12	1,310	0,597
13	1,400	0,609
14	1,500	0,653
15	1,600	0,718
16	1,700	0,741
17	1,800	0,756
18	1,900	0,765
19	2,000	0,846
20	2,100	0,880
21	2,200	0,896
22	2,400	0,965
23	2,500	1,004

CUADRO III

Estaciones	Kms.	T"
1	0,130	0,087
2	0,230	0,136
3	0,330	0,209
4	0,430	0,228
5	0,530	0,288
6	0,630	0,326
7	0,730	0,377

contenidos en el cuadro III han servido para construir la dromocrónica correspondiente.

Línea II.—Desde el mismo origen de la anterior va en dirección opuesta, o sea hacia el Sur.

Su longitud es de 2.800 metros y está construida por 27 estaciones.

En el cuadro II se han reunido las distancias epicentrales y los tiempos de recorrido correspondientes a esta línea, que han servido para la construcción de la dromocrónica número 2.

Línea III.—La dirección es casi transversal a la del valle del río Manzanares.

Tiene una longitud de 730 metros y consta de siete estaciones. Los datos

CUADRO II

Estaciones	Kms.	T"
1	0,193	0,091
2	0,293	0,140
3	0,393	0,187
4	0,509	0,245
5	0,600	0,277
6	0,700	0,338
7	0,800	0,393
8	0,900	0,404
9	1,000	0,465
10	1,100	0,468
11	1,200	0,556
12	1,300	0,562
13	1,400	0,624
14	1,500	0,643
15	1,600	0,684
16	1,700	0,722
17	1,800	0,772
18	1,900	0,809
19	2,000	0,836
20	2,100	0,879
21	2,200	0,925
22	2,300	0,958
23	2,400	1,012
24	2,500	1,017
25	2,600	1,084
26	2,700	1,145
27	2,800	1,136

LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LAS MEDICIONES SISMICAS.

Línea I.—Las velocidades medias del rayo sísmico, al llegar a cada estación, son las siguientes:

$$\begin{aligned}
 V_{0-1} &= \frac{0,200}{0,120} = 1.650 \text{ m/s.} & V_{0-13} &= \frac{1,400}{0,609} = 2.300 \text{ m/s.} \\
 V_{0-2} &= \frac{0,300}{0,168} = 1.800 \text{ ,} & V_{0-14} &= \frac{1,500}{0,653} = 2.300 \text{ ,} \\
 V_{0-3} &= \frac{0,400}{0,229} = 1.750 \text{ ,} & V_{0-15} &= \frac{1,600}{0,718} = 2.250 \text{ ,} \\
 V_{0-4} &= \frac{0,500}{0,269} = 1.850 \text{ ,} & V_{0-16} &= \frac{1,700}{0,741} = 2.300 \text{ ,} \\
 V_{0-5} &= \frac{0,600}{0,287} = 2.100 \text{ ,} & V_{0-17} &= \frac{1,800}{0,756} = 2.400 \text{ ,} \\
 V_{0-6} &= \frac{0,700}{0,338} = 2.100 \text{ ,} & V_{0-18} &= \frac{1,900}{0,765} = 2.500 \text{ ,} \\
 V_{0-7} &= \frac{0,800}{0,353} = 2.250 \text{ ,} & V_{0-19} &= \frac{2,000}{0,846} = 2.350 \text{ ,} \\
 V_{0-8} &= \frac{0,900}{0,411} = 2.200 \text{ ,} & V_{0-20} &= \frac{2,100}{0,880} = 2.400 \text{ ,} \\
 V_{0-9} &= \frac{1,000}{0,454} = 2.200 \text{ ,} & V_{0-21} &= \frac{2,200}{0,896} = 2.450 \text{ ,} \\
 V_{0-10} &= \frac{1,100}{0,492} = 2.200 \text{ ,} & V_{0-22} &= \frac{2,400}{0,965} = 2.500 \text{ ,} \\
 V_{0-11} &= \frac{1,210}{0,547} = 2.200 \text{ ,} & V_{0-23} &= \frac{2,500}{1,004} = 2.500 \text{ ,} \\
 V_{0-12} &= \frac{1,310}{0,597} = 2.200 \text{ ,} & & &
 \end{aligned}$$

Si prescindimos de la velocidad $V_{0-1} = 1.650 \text{ m/s.}$, correspondiente a la estación 1, que por su pequeño valor refleja la influencia del terreno superficial, encontramos

después una velocidad media, casi constante hasta la estación 4, de 1.800 m/s. En la dromocrónica todos los puntos forman una alineación, que nos determina la velocidad V_2 .

INVESTIGACION SISMICA EN EL PARDO (MADRID)

Línea dromocrónica número 1

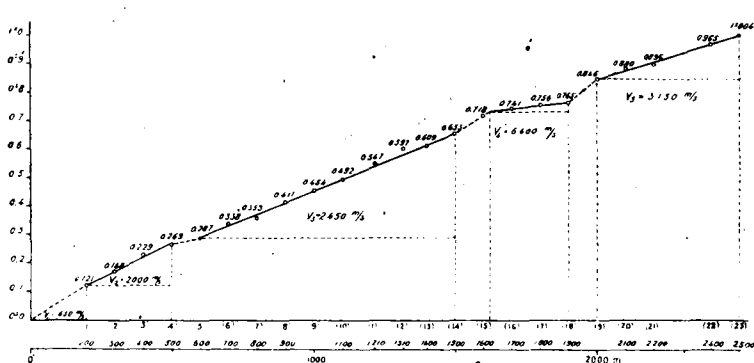


Fig. 27

$$V_2 = \cot = \frac{0,500 - 0,200}{0,259 - 0,121} = 2.000 \text{ m/s.}$$

correspondiente al horizonte de arenas y gravas, encontrado en los sondeos.

Desde la estación 5 a la 14 la velocidad media se conserva también casi constante. Aumenta ligera y proporcionalmente, como debe suceder, a medida que crece la profundización del rayo sísmico. Todos los puntos de la dromocrónica están también en una misma alineación, pues el pequeño retraso manifestado en los 11 y 12 obedece a estar situados sobre una de las terrazas del río. Debe ser, por consiguiente, un nuevo horizonte geológico, que se caracteriza por la constante

$$V_3 = V_{5-14} = \frac{1,500 - 0,600}{0,653 - 0,287} = 2.450 \text{ m/s.}$$

que corresponde a un terreno duro, formado por una mezcla de arena y arcilla, cuya parte superior ha sido cortada también en los sondeos efectuados.

Después de una brusca disminución de velocidad, entre las estaciones 14 y 15, indicándonos un horizonte de muy poca elasticidad, que puede estar constituido por cantos rodados, que quizás son el fondo del Cuaternario, nos encontramos un aumento de velocidad rápido, entre las estaciones 15 y 18, en la que esta magnitud pasa de 2.250 a 2.500 m/s. La dromocrónica nos indica un nuevo horizonte estratigráfico, cuya constante sísmica es:

$$V_4 = V_{15-18} = \frac{1,900 - 1,600}{0,765 - 0,718} = 6.400 \text{ m/s.}$$

Como esta velocidad puede ser sólo aparente, puesto que los estratos inferiores al Cuaternario pueden no estar horizontales, y prescindiendo de los miocenos, es seguro que sucederá así en los cretáceos y en el granito, no podemos afirmar a qué clase de roca corresponde.

Nos inclinamos a creer que está originada por las calizas del Eoceno, que si bien no afloran al Norte, en el curso del río, se puede comprobar su existencia en ambos márgenes, a suficiente distancia. Es menos probable que esas calizas pertenecieran al Mioceno.

No importa, a nuestro juicio, que la velocidad sea de más de 6.000 m/s., cuando a las calizas sólo les corresponden la de 4.500 a 5.000 m/s. Es el efecto aparente originado por el aumento brusco, unido al de la pendiente de los estratos.

Pasada una nueva disminución entre las estaciones 19

y 20, encontramos otra formación distinta de las anteriores, a la que corresponde la velocidad:

$$V_5 = V_{19-23} = \frac{2,500 - 2,000}{1,004 - 0,846} = 3.150 \text{ m/s.}$$

que puede indicarnos la existencia de las areniscas, situadas debajo de las calizas anteriores.

Este tramo es un indicio más para hacernos creer que el anterior no es el granito, como pudiera parecer por su gran velocidad sísmica.

Para el cálculo de profundidad no podemos emplear las fórmulas teóricas, a causa de la gran pendiente de los estratos inferiores.

Tampoco resolveríamos el problema exactamente observando la contra-línea de la que estudiamos; puesto que por su gran longitud no podemos admitir que aquéllos estén en un plano. Lo más probable es que, bien por la denudación anterior al Cuaternario o por accidentes tectónicos, su superficie presente asperezas e irregularidades topográficas.

Sólo podríamos aclararlo observando una nueva línea al Norte de la actual, en dos direcciones opuestas.

Al necesitar una longitud mucho menor que la anterior, para que el rayo sísmico llegase a la capa que buscamos, estaría en lo posible la aplicación de las fórmulas teóricas.

El sondeo efectuado cerca del emplazamiento de los barrenos puede servirnos para un cálculo aproximado de las profundidades desconocidas. Según aquél, se han cortado 75 metros de arenas y gravas, que contados desde el mencionado emplazamiento son 85, por la diferencia de nivel existente entre ambos.

En ese caso la constante de profundización sería:

$$K = \frac{85}{500} = 0,17$$

puesto que según la dromocrónica número 1 el primer codo se encuentra para la distancia epicentral de 500 m.

Aplicando ese coeficiente para $\Delta = 1.600$ m/s., se obtiene que el muro del horizonte determinado se encuentra a la profundidad media de 272 metros en el trayecto comprendido entre el lugar de los barrenos y la estación 15.

Esta misma profundidad es la del techo del horizonte infrayacente, que suponemos está constituido por calizas eocenas.

La cifra citada sólo puede aceptarse a título de orientación aproximada, por las razones que hemos explicado.

Línea II.—La línea dromocrónica número 2, observada en el sentido de la corriente del río, es también muy interesante.

INVESTIGACION SISMICA EN EL PARDO (MADRID)
Línea dromocrónica número 2

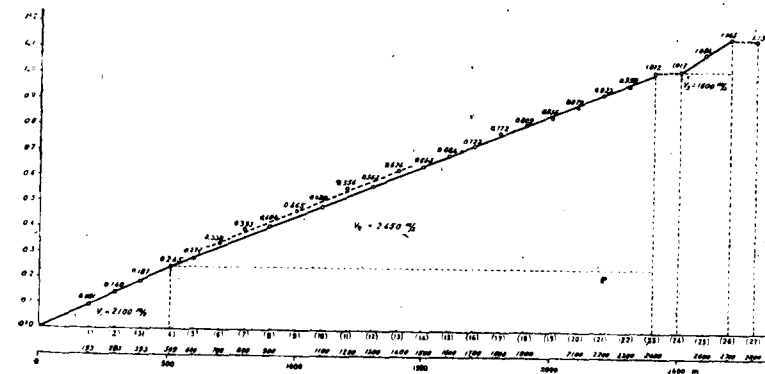


Fig. 28

A continuación se han escrito los diferentes valores de la velocidad media del rayo sísmico al llegar a cada una de las estaciones de que consta:

$$\begin{array}{ll}
 V_{0-1} = \frac{0,193}{0,091} = 2.100 \text{ m/s.} & V_{0-15} = \frac{1,600}{0,684} = 2.300 \text{ m/s.} \\
 V_{0-2} = \frac{0,293}{0,140} = 2.100 \text{ } & V_{0-16} = \frac{1,700}{0,722} = 2.300 \text{ } \\
 V_{0-3} = \frac{0,393}{0,187} = 2.100 \text{ } & V_{0-17} = \frac{1,800}{0,772} = 2.300 \text{ } \\
 V_{0-4} = \frac{0,509}{0,245} = 2.100 \text{ } & V_{0-18} = \frac{1,900}{0,809} = 2.300 \text{ } \\
 V_{0-5} = \frac{0,600}{0,277} = 2.150 \text{ } & V_{0-19} = \frac{2,000}{0,836} = 2.300 \text{ } \\
 V_{0-6} = \frac{0,700}{0,338} = 2.100 \text{ } & V_{0-20} = \frac{2,100}{0,879} = 2.400 \text{ } \\
 V_{0-7} = \frac{0,800}{0,393} = 2.100 \text{ } & V_{0-21} = \frac{2,200}{0,925} = 2.400 \text{ } \\
 V_{0-8} = \frac{0,900}{0,404} = 2.200 \text{ } & V_{0-22} = \frac{2,300}{0,958} = 2.400 \text{ } \\
 V_{0-9} = \frac{1,000}{0,465} = 2.200 \text{ } & V_{0-23} = \frac{2,400}{1,012} = 2.400 \text{ } \\
 V_{0-10} = \frac{1,100}{0,488} = 2.200 \text{ } & V_{0-24} = \frac{2,500}{1,017} = 2.450 \text{ } \\
 V_{0-11} = \frac{1,200}{0,556} = 2.100 \text{ } & V_{0-25} = \frac{2,600}{1,084} = 2.400 \text{ } \\
 V_{0-12} = \frac{1,300}{0,562} = 3.300 \text{ } & V_{0-26} = \frac{2,700}{1,145} = 2.400 \text{ } \\
 V_{0-13} = \frac{1,400}{0,624} = 2.200 \text{ } & V_{0-27} = \frac{2,800}{1,136} = 2.400 \text{ } \\
 V_{0-14} = \frac{1,500}{0,648} = 2.300 \text{ } &
 \end{array}$$

Hasta la 4 obtenemos el valor sísmico para la velocidad sísmica

$$V_1 = V_{0-4} = 2.100 \text{ m/s.}$$

casi igual al de la línea anterior y para una distancia epicentral que sólo difiere de la correspondiente en aquella en nueve metros.

A continuación la velocidad crece progresivamente y muy poco a poco hasta la estación 24, donde alcanza el valor máximo.

Todos los puntos de la dromocrónica forman una alineación, hasta el 23, determinando un horizonte, cuya constante es:

$$V_2 = \frac{2,400 - 0,609}{1,012 - 0,245} = 2.450 \text{ m/s.}$$

Este valor es exactamente igual al anterior. El horizonte geológico determinado es mucho más profundo, como debía suceder, por separarse de la Sierra de Guadarrama cada vez más.

En la dromocrónica número 2 se observan una serie de puntos que indican un retraso en la llegada del rayo sísmico. Este retraso es debido a encontrarse situado sobre una de las terrazas del río. Sin embargo, entre todos ellos se determina la misma constante sísmica que con los anteriores.

Continuando el examen de la dromocrónica podemos ver el enorme aumento de velocidad sísmica entre las estaciones 23-24 y 26-27, así como la disminución equivalente desde la 24 a la 26, donde la constante es

$$V_3 = V_{24-26} = \frac{2,700 - 2,500}{1,145 - 1,017} = 1.600 \text{ m/s.}$$

El aumento escalonado lo interpretamos producido por la tangencia del rayo sísmico, con la superficie inclinada que constituye el techo de la formación subyacente, a la que corresponde una gran velocidad.

Estos estratos profundizan más deprisa que el rayo sísmico y de aquí que éste los abandona después de haberlos alcanzado, para volverlos a alcanzar después, y así sucesivamente.

Opinamos, por esa razón, que el rayo sísmico ha llegado a esa formación en la estación 23, a la distancia epicentral de 2.400 metros.

Por las razones expresadas anteriormente, en la línea I, no podemos precisar la clase de roca de ese horizonte profundo, ni aplicar el cálculo para determinar su profundidad.

La adopción del coeficiente $K = 0,17$, para la distancia epicentral de 2.400 metros, nos suministra la cifra de 408 metros para la profundidad media de la caliza, en el trayecto comprendido entre el origen de la línea y la estación 23.

Línea III.—A continuación escribimos los valores de las velocidades medias del rayo sísmico, en cada una de las estaciones de esta línea.

$$\begin{array}{ll}
 V_{0-1} = \frac{0,130}{0,087} = 1.500 \text{ m/s.} & V_{0-5} = \frac{0,530}{0,288} = 1.850 \text{ m/s.} \\
 V_{0-2} = \frac{0,230}{0,136} = 1.700 \text{ } & V_{0-6} = \frac{0,630}{0,326} = 1.900 \text{ } \\
 V_{0-3} = \frac{0,330}{0,209} = 1.700 \text{ } & V_{0-7} = \frac{0,730}{0,337} = 1.900 \text{ } \\
 V_{0-4} = \frac{0,430}{0,228} = 1.900 \text{ } &
 \end{array}$$

En la estación 1 se manifiesta el efecto de la erosión superficial en la velocidad,

$$V_1 = V_{0-1} = 1.500 \text{ m/s.}$$

Después, sólo encontramos un horizonte geológico cu-

ya velocidad característica, según la dromocrónica número 3, es

$$V_2 = V_{1-7} = \frac{0,730 - 0,130}{0,377 - 0,087} = 2.100 \text{ m/s.}$$

La estación 3 tiene un pequeño retraso producido por la superficie del terreno sobre el que está colocada.

El valor encontrado de 2.100 m/s. es exactamente igual al que las dromocrónicas 1 y 2 nos dieron para los aca-

INVESTIGACION SISMICA EN EL PARDO (MADRID)
Línea dromocrónica número 3

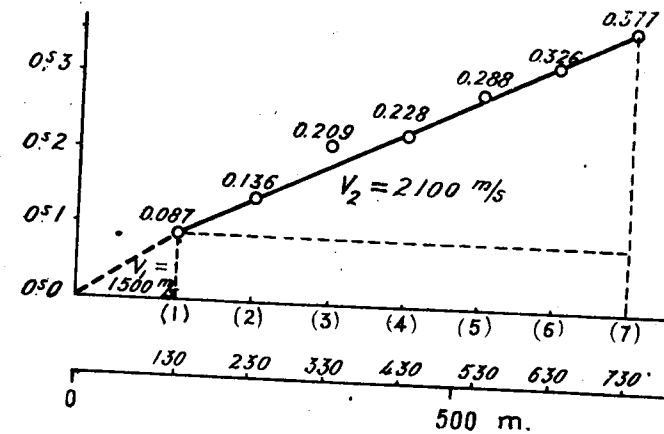


Fig. 29.

reos del lecho del río. Esto nos demuestra que los sedimentos cuaternarios se extienden mucho por ambas márgenes y que su delimitación puede hacerse empleando el método sísmico de prospección, como medio de investigación geológica.

También prueba que en el emplazamiento de la línea III se cortarían algunos niveles acuíferos, que no podrán ser surgentes, por las razones que expondremos después, ya

que la cota del terreno en este lugar es superior, o muy próxima, a la de 620 metros.

La profundidad alcanzada por el rayo sísmico en la línea III es $0,17 \times 730 = 124$ metros.

§ 36. **Resumen.**—Se han podido diferenciar sísmicamente los sedimentos del Cuaternario de los tortonienses, lo que no era posible desde el punto de vista exclusivamente geológico; los primeros tienen la constante sísmica de 2.000 m/s. y los segundos de 2.450.

Es la primera vez que se puede afirmar que el espesor de los acarreos cuaternarios del río Manzanares es de unos 75 metros en el Torneo y de unos 100 en El Pardo.

A la profundidad de 500 metros no se ha llegado al granito en toda la zona investigada.

Tanto en el Cuaternario como en el Terciario existen una serie de niveles permeables que suministrarán aguas surgentes siempre que el pozo se practique en un lugar cuya cota sea inferior a la de 620 metros, en el número de los necesarios para compensar la pérdida de carga que experimentará aquélla a partir del origen de la alimentación de la cuenca, situado en las proximidades de la Central Hidroeléctrica de Santillana.

El caudal obtenido aumentará con la profundidad del sondeo. No así la presión del agua, que permanecerá casi constante, aun la de los niveles más profundos.

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 1
Δ 200 m.

Línea I
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
Registrador 14
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,60	4,60	4,60	4,60	0,868		
Punto 1	5,30	5,30	5,30	5,30			
Punto							
Componente							
Componente	10,00	9,90	9,95	4,65	1,868	1,000	0,121
Punto 2	10,60	10,70	10,65	5,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 2.
Δ 300 m.

Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
Registrador 15
Radio 13
Amplificador 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,50	0,50	0,50	0,50	0,060		
Punto 1	8,30	8,40	8,35	8,35			
Punto							
Componente							
Componente	11,80	11,80	11,80	3,45	1,413	1,353	0,168
Punto 2	16,70	16,70	16,70	8,35			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 3.
Δ 400 m.Línea I
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen				2,25	0,297		
Explosión	2,20	2,30	2,25	7,55			
Punto 1	7,50	7,60	7,55				
Punto 2	15,10	15,20	15,15				
Componente	16,90	17,00	16,95	1,80	2,235	1,938	0,229
Componente	22,80	22,80	22,80	7,65			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 4.
Δ 500 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen				5,30	0,828		
Explosión	5,30	5,30	5,30	6,40			
Punto 1	6,40	6,40	6,40				
Punto 2	12,70	12,80	12,75				
Componente	18,90	18,80	18,85	6,10	2,953	2,125	0,269
Componente	19,10	19,20	19,15	6,40			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 5
Δ 600 m.Línea I
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,40	2,30	2,35	2,35	0,447		
Punto 1	5,30	5,20	5,25	5,25			
Punto 2	10,50	10,40	10,45				
Componente	14,80	14,70	14,75	4,30	2,819	2,372	0,287
Componente	15,70	15,70	15,70	5,25			
Punto 3							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 6.
Δ 700 m.Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13 }
 Amplificador 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,30	4,30	4,30	4,30	0,520		
Punto 1	8,20	8,30	8,25	8,25			
Punto 3	24,70	24,70	24,70				
Componente	26,70	26,70	26,70	2,00	3,244	2,724	0,338
Componente	32,90	32,90	32,90	8,20			
Punto 4							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 7.
Δ 800 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,454		
Explosión	2,90	3,00	2,95	2,95			
Punto 1	6,50	6,50	6,50	6,50			
Punto 3	19,20	19,30	19,25				
Componente				1,45	3,236	2,782	0,353
Componente	20,70	20,70	20,70	6,15			
Punto 4	25,40	25,40	25,40				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 8.
Δ 900 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,764		
Explosión	5,50	5,60	5,55	5,55			
Punto 1	7,30	7,20	7,25	7,25			
Punto 4	30,00	29,80	29,90				
Componente				1,80	4,247	3,483	0,411
Componente	31,70	31,70	31,70	7,30			
Punto 5	37,20	37,20	37,20				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 9.
Δ 1.000 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
 Registrador 14 } Constante = 0,1210
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,509		
Explosión	2,60	2,70	2,65	2,65			
Punto 1	5,20	5,20	5,20	5,20			
Punto 4	20,80	20,80	20,80				
Componente				1,40	4,264	3,755	0,454
Componente	22,20	22,20	22,20	5,30			
Punto 5	26,10	26,10	26,10				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 10.
Δ 1.100 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 }
 Registrador 15 } Constante = 0,1240
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,543		
Explosión	4,50	4,50	4,50	4,50			
Punto 1	8,30	8,30	8,30	8,30			
Punto 4	33,00	33,00	33,00				
Componente				4,20	4,512	3,969	0,492
Componente	37,20	37,20	37,20	8,20			
Punto 5	41,20	41,20	41,20				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 11.
Δ 1.210 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,00	0,90	0,95	0,95	0,150		
Punto 1	6,20	6,40	6,30	6,30			
Punto 4	25,80	25,80	25,80				
Componente							
Componente	28,90	28,80	28,85	3,05	4,465	4,315	0,547
Punto 5	32,40	32,30	32,35	6,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 12.
Δ 1.310 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,30	1,30	1,30	1,30	0,158		
Punto 1	8,20	8,20	8,20	8,20			
Punto 4	32,50	32,60	32,55				
Componente							
Componente	40,50	40,50	40,50	7,95	4,973	4,815	0,597
Punto 5	40,70	40,70	40,70	8,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 13
Δ 1.400 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,90	1,80	1,85	1,85	0,252		
Punto 1	7,40	7,30	7,35	7,35			
Punto 5	37,70	37,80	37,75				
Componente							
Componente	40,90	40,90	40,90	3,15	5,416	5,164	0,609
Punto 6	45,30	45,30	45,30	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 14.
Δ 1.500 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,70	0,80	0,75	0,75	0,144		
Punto 1	5,20	5,20	5,20	5,20			
Punto 5	25,90	25,80	25,85				
Componente							
Componente	28,70	28,70	28,70	2,85	5,538	5,394	0,653
Punto 6	31,20	31,10	31,15	5,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 15.
Δ 1.600 m.

Línea I

Observador: Targhèta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,819		
Explosión	5,20	5,20	5,20	5,20	6,35		
Punto 1	6,40	6,30	6,35				
Punto 6	38,20	38,10	38,15				
Componente				3,05	6,484	5,665	0,718
Componente	41,20	41,20	41,20	6,30			
Punto 7	44,50	44,40	44,45				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 16.
Δ 1.700 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,207		
Explosión	1,70	1,70	1,70	1,70	8,20		
Punto 1	8,20	8,20	8,20				
Punto 6	49,20	49,20	49,20				
Componente				1,50	6,181	5,974	0,741
Componente	50,70	50,70	50,70	8,30			
Punto 7	57,50	57,50	57,50				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 17
Δ 1.800 m.

Línea I

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,906		
Explosión	6,80	6,80	6,80	6,80	7,50		
Punto 1	7,50	7,50	7,50				
Punto 7	53,40	53,30	53,35				
Componente				2,40	7,312	6,406	0,756
Componente	55,80	55,70	55,75	7,70			
Punto 8	61,10	61,00	61,05				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 18.
Δ 1.900 m.

Línea I

Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,102		
Explosión	0,60	0,50	0,55	0,55	5,30		
Punto 1	5,30	5,30	5,30				
Punto 6	31,50	31,30	31,40				
Componente				2,25	6,428	6,326	0,765
Componente	33,70	33,60	33,65	5,25			
Punto 7	36,70	36,60	36,65				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 19.
Δ 2.000 m.Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 13
 Amplificador 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen	4,30	4,30	4,30	4,30	0,508		
Explosión	8,50	8,40	8,45	8,45			
Punto 1	57,90	57,90	57,90				
Punto 7							
Componente	60,60	60,60	60,60	2,70	7,333	6,825	0,846
Componente	66,00	66,00	66,00	8,10			
Punto 8							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 20.
Δ 2.100 m.Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen	5,00	5,00	5,00	5,00	0,785		
Explosión	6,40	6,30	6,35	6,35			
Punto 1	44,40	44,40	44,40				
Punto 7							
Componente	49,00	49,00	49,00	4,60	7,729	6,944	0,880
Componente	50,70	50,70	50,70	6,30			
Punto 8							
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 21.
Δ 2.200 m.Línea I
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,00	1,00	1,00	1,00	0,131		
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto 7	53,70	53,80	53,75				
Componente							
Componente	59,20	59,20	59,20	5,45	7,722	7,591	0,896
Punto 8	61,30	61,30	61,30	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 22.
Δ 2.400 m.Línea I
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	4,80	4,90	4,85	4,85	0,922		
Punto 1	5,20	5,30	5,25	5,25			
Punto 8	42,00	42,00	42,00				
Componente							
Componente	46,70	46,80	46,75	4,75	0,895	7,973	0,965
Punto 9	47,30	47,30	47,30	5,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 23.
Δ 2.500 m.

Línea I
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 }
Registrador 13 } Constante = 0,1180
Radio 16
Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,50	1,50	1,50	1,50	0,194		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 8	60,80	60,80	60,80				
Componente							
Componente	66,20	66,20	66,20	5,40	8,701	8,507	1,004
Punto 9	68,50	68,50	68,50	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 1.
Δ 193 m.

Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
Registrador 27 } Constante = 0,1268
Radio 12
Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,80	1,80	1,80	1,80	0,287		
Punto 1	6,30	6,20	6,25	6,25			
Punto							
Componente							
Componente	6,30	6,30	6,30	0,05	1,007	0,710	0,090
Punto 2	12,50	12,30	12,40	6,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 2.
Δ 293 m.

Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 12 }
Registrador 15 } Constante = 0,1240
Radio 23
Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,00	5,10	5,05	5,05	0,617		
Punto 1	8,20	8,20	8,20	8,20			
Punto							
Componente							
Componente	14,50	14,50	14,50	6,30	1,750	1,133	0,140
Punto 2	16,60	16,60	16,60	8,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 3.
Δ 393 m.

Línea II
Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
Registrador 14 } Constante = 0,1210
Radio 15
Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,20	1,20	1,20	1,20	0,224		
Punto 1	5,30	5,40	5,35	5,35			
Punto							
Componente							
Componente	9,40	9,50	9,45	4,10	1,774	1,550	0,187
Punto 2	10,60	10,70	10,65	5,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 4.
Δ 509 m.

Línea II

Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16 }
 Amplificador... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen.....							
Explosión.....	6,50	6,50	6,50	6,50	0,855		
Punto 1.....	7,60	7,60	7,60	7,60			
Punto 2.....	15,20	15,20	15,20				
Componente.....				7,05	2,934	2,079	0,245
Componente.....	22,20	22,30	22,25				
Punto 3.....	22,70	22,80	22,75	7,55			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 5.
Δ 600 m.

Línea II

Observador: Pastor

Sismógrafo..... 25 } Constante = 0,1180
 Registrador..... 13 }
 Radio..... 16 }
 Amplificador... 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen.....							
Explosión.....	5,80	5,90	5,85	5,85	0,765		
Punto 1.....	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto 3.....	23,00	23,00	23,00				
Componente.....				0,85	3,111	2,346	0,277
Componente.....	23,90	23,80	23,85				
Punto 4.....	30,60	30,70	30,65	7,65			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 6.
Δ 1.700 m.

Línea II

Observador: Cantos

Sismógrafo..... 12 } Constante = 0,1240
 Registrador..... 15 }
 Radio..... 23 }
 Amplificador... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen.....							
Explosión.....	7,70	7,70	7,70	7,70	0,944		
Punto 1.....	8,20	8,10	8,15	8,15			
Punto 3.....	24,60	24,50	24,55				
Componente.....				5,45	3,665	2,721	0,387
Componente.....	30,00	30,00	30,00				
Punto 4.....	32,80	32,70	32,75	8,20			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 7.
Δ 800 m.

Línea II

Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
 Registrador..... 27 }
 Radio..... 12 }
 Amplificador... 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen.....							
Explosión.....	3,90	3,90	3,90	3,90	0,644		
Punto 1.....	6,00	6,10	6,05	6,05			
Punto 3.....	17,70	17,70	17,70				
Componente.....				4,40	3,740	3,096	0,393
Componente.....	22,10	22,10	22,10				
Punto 4.....	23,60	23,70	23,65	5,95			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							



Investigación sísmica en El Pardo

Posición 8.

Δ 900 m.

Línea II

Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	3,80	3,80	3,80	3,80	0,732		
Punto 1	5,20	5,20	5,20	5,20			
Punto 4	20,80	20,90	20,85				
Componente				0,35	4,066	3,334	0,404
Punto 5	26,10	26,20	26,15	5,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 9.

Δ 1.000 m.

Línea II

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 23 }
 Amplificador 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,80	0,70	0,75	0,75	0,091		
Punto 1	8,20	8,20	8,20	8,20			
Punto 3	24,70	24,70	24,70				
Componente				6,85	3,852	3,701	0,466
Punto 4	32,80	32,70	32,75	8,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 10

Δ 1.100 m.

Línea II

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,40	2,40	2,40	2,40	0,308		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 4	30,90	30,90	30,90				
Componente							
Componente	34,30	34,30	34,30	3,40	4,445	4,137	3,488
Punto 5	38,50	38,60	38,55	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 11.

Δ 1.200 m.

Línea II

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,20	5,10	5,15	5,15	0,824		
Punto 1	6,30	6,20	6,25	6,25			
Punto 5	30,90	30,90	30,90				
Componente							
Componente	32,20	32,20	32,20	1,30	5,209	4,385	0,556
Punto 6	37,10	37,10	37,10	6,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 12.
Δ 1.300 m.Línea II
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	0,90	0,90	0,90	0,90	0,170		
Punto 1	5,30	5,30	5,30	5,30			
Punto 4	21,00	21,00	21,00				
Componente							
Componente	25,30	25,30	25,30	4,30	4,818	4,648	0,562
Punto 5	26,30	26,20	26,25	5,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 13.
Δ 1.400 m.Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,80	4,80	4,80	4,80	0,775		
Punto 1	6,20	6,20	6,20	6,20			
Punto 5	31,60	31,70	31,65				
Componente							
Componente	36,10	36,10	36,10	4,45	5,695	4,920	0,624
Punto 6	38,00	38,10	38,05	6,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 14
Δ 1.500 m.Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,70	4,80	4,75	4,75	0,621		
Punto 1	7,60	7,70	7,65	7,65			
Punto 6	46,10	46,20	46,15				
Componente							
Componente	46,70	46,70	46,70	0,55	6,072	5,451	0,643
Punto 7	53,80	53,80	53,80	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 15.
Δ 1.600 m.Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,60	2,70	2,65	2,65	0,342		
Punto 1	7,70	7,80	7,75	7,75			
Punto 6	45,90	46,00	45,95				
Componente							
Componente	47,00	47,00	47,00	1,05	6,139	5,797	0,684
Punto 7	53,50	53,50	53,50	7,55			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 16.
Δ 1.700 m.

Línea II

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,50	3,50	3,50	3,50	0,551		
Punto 1	6,40	6,30	6,35	6,35			
Punto 6	37,30	37,30	37,30				
Componente				1,50	6,247	5,696	0,722
Componente	38,80	38,80	38,80				
Punto 7	43,50	43,30	43,40	6,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 17.
Δ 1.800 m.

Línea II

Observador: Orti

Sismógrafo 13 }
 Registrador 14 } Constante = 0,1210
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,70	3,60	3,65	3,65	0,704		
Punto 1	5,20	5,20	5,20	5,20			
Punto 7	36,00	36,00	36,00				
Componente				0,45	7,086	6,382	0,772
Componente	36,50	36,40	36,45	5,25			
Punto 8	41,30	41,20	41,25				
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 18.
Δ 1.900 m.

Línea II

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 }
 Registrador 15 } Constante = 0,1240
 Radio 23
 Amplificador ... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,00	6,00	6,00	6,00	0,750		
Punto 1	8,00	8,00	8,00	8,00			
Punto 7	56,20	56,10	56,15				
Componente				2,20	7,272	6,522	0,809
Componente	58,40	58,30	58,35				
Punto 8	64,30	64,20	64,25	8,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 19.
Δ 2.000 m.

Línea II

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,60	5,70	5,65	5,65	0,920		
Punto 1	6,10	6,20	6,15	6,15			
Punto 7	43,80	43,90	43,85				
Componente				3,20	7,512	6,592	0,835
Componente	47,00	47,10	47,05				
Punto 8	50,00	50,20	50,10	6,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 20. Línea II
 Δ 2.100 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador ... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
	Origen						
Explosión	6,40	6,40	6,40	6,40	0,832		
Punto 1	7,70	7,70	7,70	7,70			
Punto 8	61,50	61,50	61,50				
Componente							
Componente	63,60	63,60	63,60	2,10	8,280	7,448	0,879
Punto 9	69,00	69,00	69,00	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 21. Línea II
 Δ 2.200 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
	Origen						
Explosión	3,00	3,00	3,00	3,00	0,476		
Punto 1	6,40	6,20	6,30	6,30			
Punto 7	43,00	43,00	43,00				
Componente							
Componente	47,70	47,70	47,70	4,70	7,771	7,295	0,925
Punto 8	49,10	49,10	49,10	6,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 22. Línea II
 Δ 2.300 m. Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
	Origen						
Explosión	4,40	4,30	4,35	4,35	0,853		
Punto 1	5,10	5,10	5,10	5,10			
Punto 8	41,00	40,90	40,95				
Componente							
Componente	44,90	44,80	44,85	3,90	8,772	7,919	0,958
Punto 9	46,00	46,00	46,00	5,05			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 23. Línea II
 Δ 2.400 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 23
 Amplificador 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
	Origen						
Explosión	0,20	0,30	0,25	0,25	0,030		
Punto 1	8,10	8,20	8,15	8,15			
Punto 8	65,00	65,00	65,00				
Componente							
Componente	66,60	66,60	66,60	1,60	8,196	8,166	1,012
Punto 9	73,10	73,20	73,15	8,15			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 24.
Δ 2.500 m.Línea II
Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador ... 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,20	2,20	2,20	2,20	0,595		
Punto 1	3,70	3,70	3,70	3,70			
Punto 8	29,80	29,70	29,75				
Componente							
Componente	33,40	33,30	33,35	3,60	9,000	8,405	1,017
Punto 9	33,40	33,30	33,35	3,60			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 25.
Δ 2.600 m.Línea II
Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 23 }
 Amplificador ... 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	5,30	5,30	5,30	5,30	0,683		
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto 9	70,60	70,60	70,60				
Componente							
Componente	74,00	74,00	74,00	3,40	9,428	8,745	1,084
Punto 10	78,50	78,60	78,55	7,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 26
Δ 2.700 m.Línea II
Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12 }
 Amplificador ... 27 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,90	2,90	2,90	2,90	0,449		
Punto 1	6,50	6,40	6,45	6,45			
Punto 9	57,60	57,60	57,60				
Componente							
Componente	60,70	60,70	60,70	3,10	9,480	9,031	1,145
Punto 10	64,10	64,00	64,05	6,45			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en El Pardo*Posición 27.
Δ 2.800 m.Línea II
Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	4,00	4,00	4,00	4,00	0,532		
Punto 1	7,50	7,50	7,50	7,50			
Punto 10	76,50	76,60	76,55				
Componente							
Componente	77,80	77,80	77,80	1,25	10,163	9,631	1,136
Punto 11	84,20	84,20	84,20	7,65			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 1. Línea III
 Δ 130 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 23
 Amplificador.... 14

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,40	2,40	2,40	2,40	0,297		
Punto 1	8,10	8,10	8,10	8,10			
Punto	8,10	8,10	8,10		1,000	0,703	0,087
Componente							
Componente	8,10	8,10	8,10				
Punto							
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 2. Línea III
 Δ 230 m. Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15
 Amplificador.... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,60	1,60	1,60	1,60	0,308		
Punto 1	5,20	5,20	5,20	5,20			
Punto							
Componente							
Componente	7,40	7,40	7,40	2,20	1,432	1,124	0,136
Punto 2	10,30	10,30	10,30	5,10			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 3. Línea III
 Δ 330 m. Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 } Constante = 0,1268
 Registrador 27 }
 Radio 12
 Amplificador.... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,90	2,80	2,85	2,85	0,448		
Punto 1	6,40	6,30	6,35	6,35			
Punto 2	12,60	12,60	12,60				
Componente							
Componente	13,20	13,20	13,20	0,60	2,096	1,648	0,209
Punto 3	18,90	18,80	18,85	6,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 4. Línea III
 Δ 430 m. Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 16
 Amplificador.... 25

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,00	1,00	1,00	1,00	0,128		
Punto 1	7,80	7,80	7,80	7,80			
Punto 2	15,50	15,50	15,50				
Componente							
Componente	16,00	16,00	16,00	0,50	2,064	1,936	0,228
Punto 3	23,30	23,30	23,30	7,80			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 5.
Δ 530 m.

Línea III

Observador: Orti

Sismógrafo 13 } Constante = 0,1210
 Registrador 14 }
 Radio 15 }
 Amplificador 15 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,146		
Explosión	0,80	0,70	0,75	0,75			
Punto 1	5,20	5,10	5,15	5,15			
Punto 2	10,40	10,20	10,30				
Componente					2,523	2,377	0,288
Componente	13,10	13,00	13,05	2,75			
Punto 3	15,60	15,50	15,55	5,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 6.
Δ 630 m.

Línea III

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1240
 Registrador 15 }
 Radio 23 }
 Amplificador 14 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen					0,532		
Explosión	4,30	4,50	4,40	4,40			
Punto 1	8,20	8,30	8,25	8,25			
Punto 3	24,80	24,90	24,85				
Componente					3,164	2,632	0,326
Componente	26,20	26,20	26,20	1,35			
Punto 4	33,00	33,20	33,10	8,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en El Pardo

Posición 7
Δ 730 m.

Línea III

Observador: Pastor

Sismógrafo 25 } Constante = 0,1580
 Registrador 13 }
 Radio 16 }
 Amplificador 25 }

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,80	2,80	2,80	2,80	0,361		
Punto 1	7,80	7,70	7,75	7,75			
Punto 3	23,30	23,20	23,25				
Componente					3,560	3,199	0,377
Componente	27,70	27,70	27,70	4,45			
Punto 4	31,20	31,20	31,20	7,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

LA INVESTIGACION HIDROLOGICA
EN
LAS ROZAS (PROVINCIA DE MADRID)

CAPITULO IX

LA INVESTIGACION HIDROLOGICA EN LAS ROZAS (MADRID)

**POR EL METODO ELECTRICO DE CORRIENTE CONTINUA
Y POR EL METODO SISMICO DE PROSPECCION**

§ 37. **Prólogo.**—Uno de los problemas de investigación de aguas subterráneas que presenta más interés en la actualidad, es el del abastecimiento, por medio de aquéllas, del pueblo de Las Rozas, en la provincia de Madrid. Este pueblo no dispone de la cantidad mínima indispensable para los servicios que requiere la higiene moderna, por cuya causa no puede desarrollarse y engrandecerse en la medida que seguramente lograría si se resolviese el problema de su abastecimiento de agua.

La posibilidad de que en la mencionada localidad se puedan alumbrar aguas subterráneas ha sido demostrada por los trabajos geológicos efectuados por nuestro Instituto. Según éstos, debajo del Terciario, se encuentran las capas de areniscas y calizas del Cretáceo, descansando directamente sobre el terreno arcaico. Aquéllas contienen seguramente aguas subterráneas, procedentes del paso de las fluviales por sus afloramientos, en las faldas de la Sierra de Guadarrama y la formación granítica y neisi-

INVESTIGACIÓN ELÉCTRICA EN LAS ROZAS (MADRID)

ca está surcada de grietas que sirven también para almacenarla.

Por otra parte, el Mioceno está compuesto de capas de arcilla, entre las que se intercalan otras de arena, que constituyen niveles acuíferos, ya que no artesianos, por la gran altitud del pueblo de Las Rozas, por lo menos ascendentes hasta unos 100 metros debajo de la superficie.

ZONA DE EL PARDO
Altitud 615 m. Sondeo n.º 2

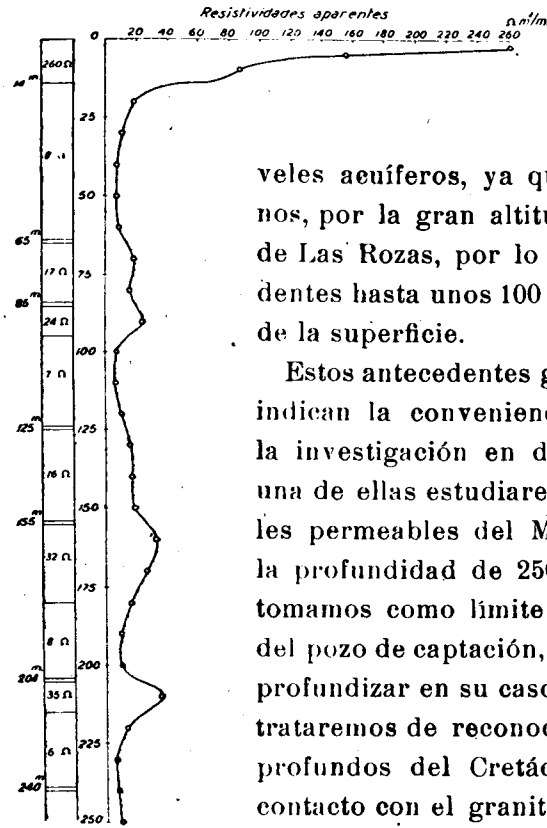


Fig. 31

Estos antecedentes geológicos nos indican la conveniencia de dividir la investigación en dos partes: en una de ellas estudiaremos los niveles permeables del Mioceno, hasta la profundidad de 250 metros que tomamos como límite máximo de la del pozo de captación, que habría de profundizar en su caso; y, en la otra, trataremos de reconocer los niveles profundos del Cretáceo, hasta su contacto con el granito. Fijamos en 750 metros la profundidad de investigación, para que el costo del sondeo subsiguiente no sea excesivo.

Para la investigación primera está muy indicado el método eléctrico de corriente continua, puesto que hay gran diferencia de resistividad aparente entre las capas secas

de arena, que constituyen niveles acuíferos, ya que no artesianos, por la gran altitud del pueblo de Las Rozas, por lo menos ascendentes hasta unos 100 metros debajo de la superficie.

Estos antecedentes geológicos nos indican la conveniencia de dividir la investigación en dos partes: en una de ellas estudiaremos los niveles permeables del Mioceno, hasta la profundidad de 250 metros que tomamos como límite máximo de la del pozo de captación, que habría de profundizar en su caso; y, en la otra, trataremos de reconocer los niveles profundos del Cretáceo, hasta su contacto con el granito. Fijamos en 750 metros la profundidad de investigación, para que el costo del sondeo subsiguiente no sea excesivo.

Estos antecedentes geológicos nos indican la conveniencia de dividir la investigación en dos partes: en una de ellas estudiaremos los niveles permeables del Mioceno, hasta la profundidad de 250 metros que tomamos como límite máximo de la del pozo de captación, que habría de profundizar en su caso; y, en la otra, trataremos de reconocer los niveles profundos del Cretáceo, hasta su contacto con el granito. Fijamos en 750 metros la profundidad de investigación, para que el costo del sondeo subsiguiente no sea excesivo.

Altitud 615 m. ZONA DE EL PARDO Sondeo n.º 1

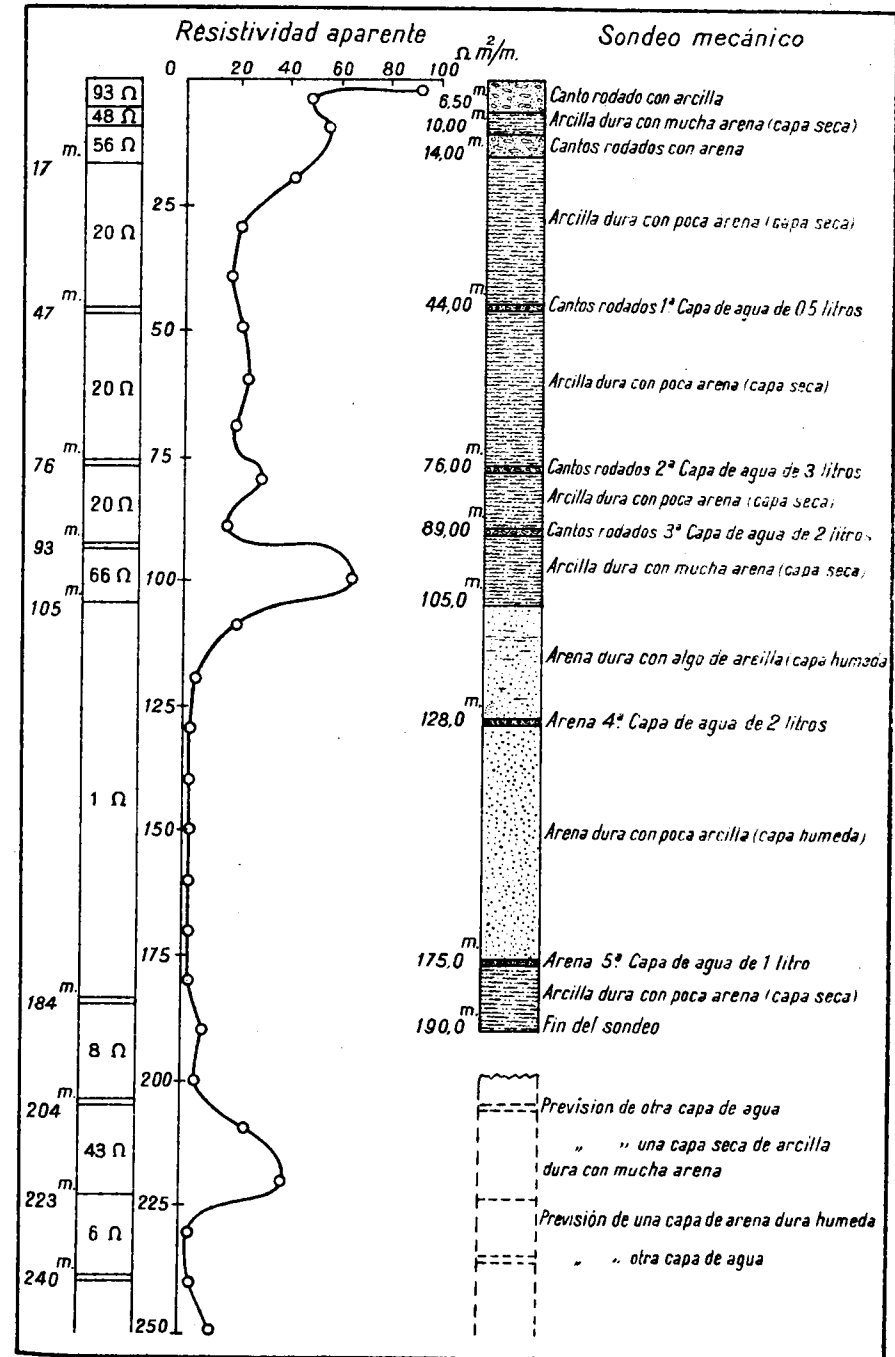
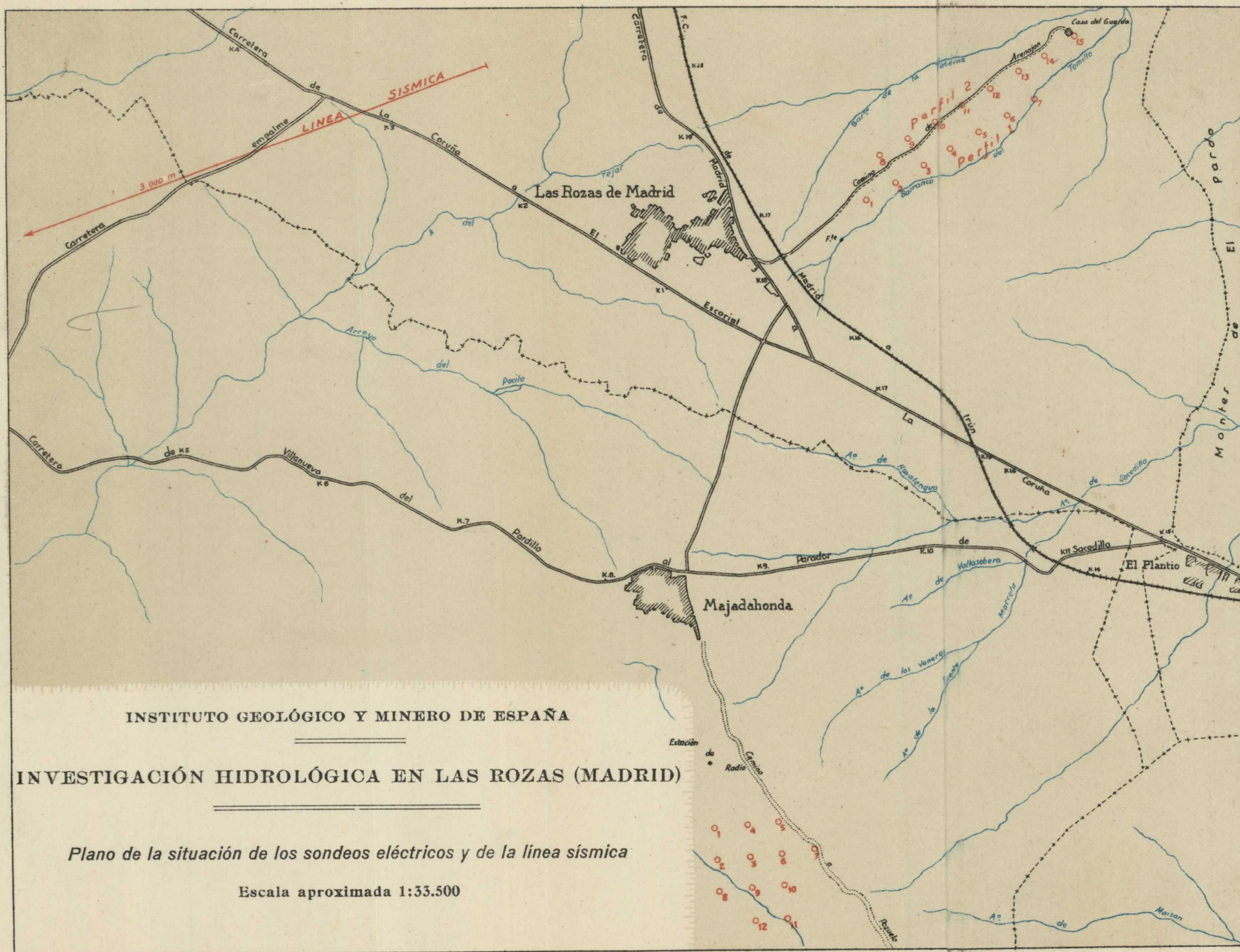


Fig. 30



INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INVESTIGACIÓN HIDROLÓGICA EN LAS ROZAS (MADRID)

Plano de la situación de los sondeos eléctricos y de la línea sísmica

Escala aproximada 1:33.500

de arcilla y las húmedas de arena. La segunda debe efectuarse por el método sísmico, que permite distinguir fácilmente la caliza del Cretáceo de toda la formación terciaria superior

y de la granítica subyacente.

ZONA DE EL PARDO
Altitud 615 m. Sondeo n.º 3

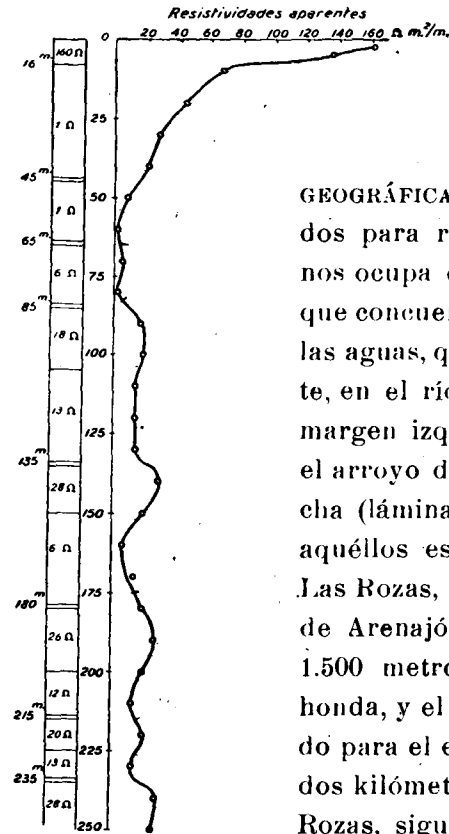


Fig. 32

§ 38. Reseña geográfica y geológica.

1. RESEÑA GEOGRÁFICA.— Los lugares elegidos para realizar el trabajo que nos ocupa comprenden una zona que concuerda con la divisoria de las aguas, que vierten, de una parte, en el río Guadarrama por su margen izquierda, y, de otra, en el arroyo de Trofa, por su derecha (lámina XXI). El primero de aquéllos está situado al NE. de Las Rozas, a lo largo del camino de Arenajón; el segundo a unos 1.500 metros al Sur de Majadahonda, y el tercero, que ha servido para el estudio sísmico, a unos dos kilómetros del pueblo de Las Rozas, siguiendo la carretera de El Escorial.

La superficie comprendida entre las dos primeras zonas, donde se han efectuado 31 sondeos eléctricos, es de 500.000 metros cuadrados. De ellos corresponden 240.000 a la de Majadahonda y 260.000

a la de Las Rozas. La línea sísmica tiene una longitud de tres kilómetros, contados en la dirección NO.-SE., que debe ser la de las capas del Cretáceo que asoman en Valdemorillo.

ZONA DE EL PARDO
Altitud 615 m. Sondeo n.º 4

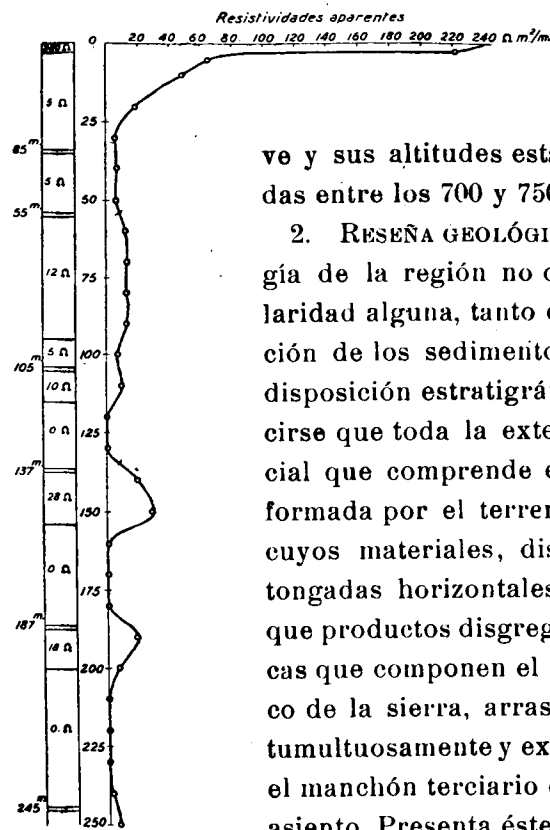


Fig. 33

El relieve topográfico de la zona es relativamente suave y sus altitudes están comprendidas entre los 700 y 750 metros.

2. RESEÑA GEOLÓGICA.—La geología de la región no ofrece particularidad alguna, tanto en la composición de los sedimentos como en su disposición estratigráfica. Puede decirse que toda la extensión superficial que comprende el estudio está formada por el terreno de acarreo, cuyos materiales, distribuidos por tongadas horizontales, no son más que productos disgregados de las rocas que componen el macizo granítico de la sierra, arrastrados lenta o tumultuosamente y extendidos sobre el manchón terciario que le sirve de asiento. Presenta éste, en la zona de referencia, una potencia de 20 a 50 m.

según se deduce de los estudios hechos, y la disposición de sus tongadas es alternante, es decir, que los mantos de grava y arena se intercalan entre otros de naturaleza arcillosa, constituyendo distintos niveles acuíferos.

La base de esta formación aluvial ha de ser, sin duda, el Mioceno, que se interna francamente definido por la región meridional y ha de penetrar, seguramente, hasta

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 700 m. Sondeo n.º 1

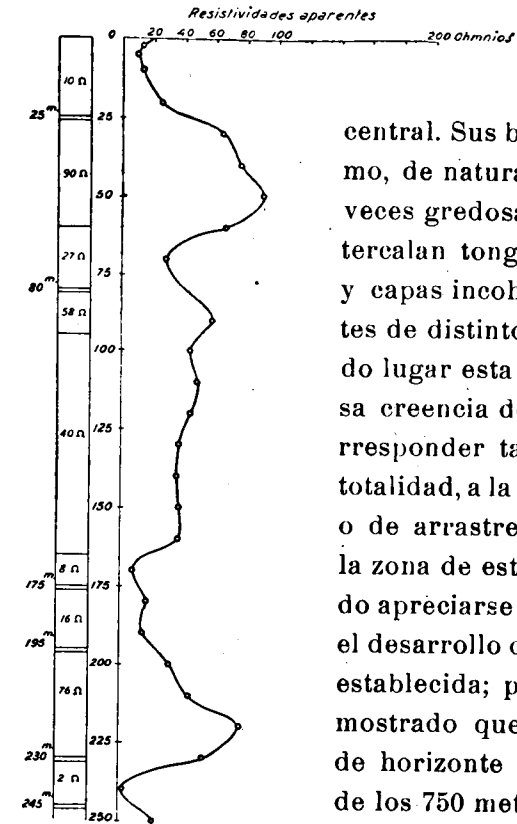


Fig. 34

el mismo contacto con el macizo granítico de la cordillera central. Sus bancos son, asimismo, de naturaleza sabulosa y a veces gredosa, en los que se intercalan tongadas de areniscas y capas incoherentes alternantes de distintos espesores, dando lugar esta condición a la falsa creencia de que pudiera corresponder tal espesor, en su totalidad, a la formación aluvial o de arrastre. Su potencia en la zona de estudio no ha podido apreciarse por completo por el desarrollo de la línea sísmica establecida; pero dejó ésta demostrado que no hay cambio de horizonte geológico dentro de los 750 metros de profundidad, reconocidos con la misma.

Lo expuesto implica que las capas correspondientes al terreno Cretáceo, que asoman inclinadas hacia la cuenca en Valdemorillo, y cuyo enlace bajo el Terciario con las que asoman entre El Molar y Colmenar Viejo es evidente, pasarán a profundidad tal

por la zona que nos ocupa que su alcance con sondeos será muy costoso y difícil, con la particularidad, además, de que, aun conseguido, será muy dudosa la obtención de

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 699 m. Sondeo n.º 2.

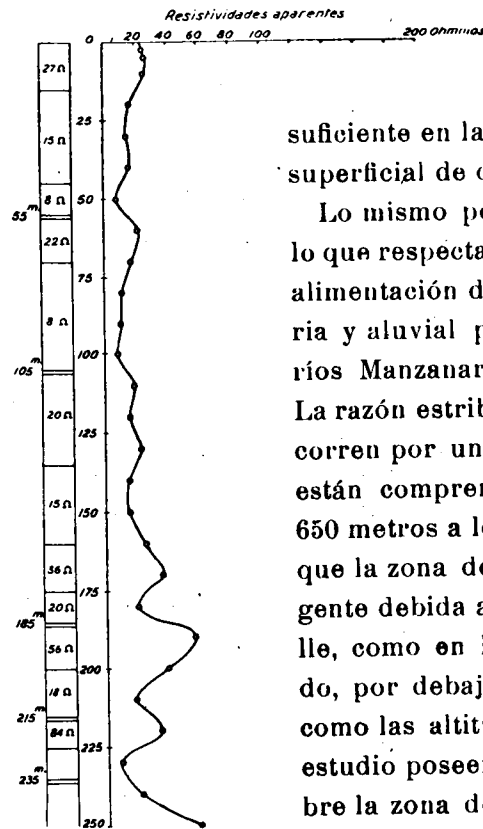


Fig. 35

aguas artesianas en el pueblodeLas Rozas, por la falta de cota topográfica suficiente en la zona de captación superficial de dichas capas.

Lo mismo podemos afirmar en lo que respecta a la posibilidad de alimentación de la cuenca terciaria y aluvial por el paso de los ríos Manzanares y Guadarrama. La razón estriba en que estos ríos corren por un cauce cuyas cotas están comprendidas entre 620 y 650 metros a lo sumo, y es natural que la zona de nivel de agua surgente debida a los mismos se halle, como en la región de El Pardo, por debajo de tales cotas. Y como las altitudes de la zona de estudio poseen una elevación sobre la zona de posible surgencia de 100 metros, por lo menos, es de todo punto imposible que el agua

surja de un modo natural sobre ella.

Ahora bien: entre los niveles más altos existen horizontes intercalados, como hemos dicho, de areniscas y mantos permeables, que alimentados por la superficie de con-

tacto de un modo intermitente, pueden contener, e indudablemente contienen, una importante cantidad de agua, aunque su elevación sea indispensable hacerla por medio

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 700 m. Sondeo n.º 3

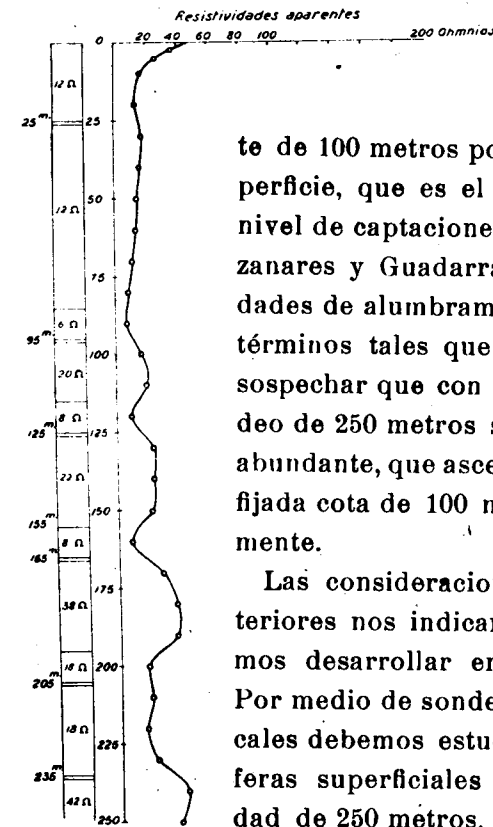


Fig. 36

de bombas u otros aparatos análogos.

En todo caso, transponiendo el citado horizonte

de 100 metros por debajo de la superficie, que es el correspondiente al nivel de captaciones por los ríos Manzanares y Guadarrama, las probabilidades de alumbramiento aumentan en términos tales que no es aventurado sospechar que con el proyectado sondeo de 250 metros se conseguirá agua abundante, que ascenderá hasta la prefijada cota de 100 metros aproximadamente.

Las consideraciones geológicas anteriores nos indican el plan que debemos desarrollar en la investigación. Por medio de sondeos eléctricos verticales debemos estudiar las capas acuíferas superficiales hasta la profundidad de 250 metros, que es la que permiten aquéllos en condiciones de garantía, tanto más cuanto que las aguas

más profundas serán de costosa extracción y de mediana calidad. El método sísmico nos permitirá afirmar o negar al existencia de la formación cretácea o del granito, hasta

la profundidad de 750 m., que aceptamos como máxima para la perforación de un sondeo que diese salida a la superficie de las aguas artesianas existentes en aquella o en su contacto con el último.

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 695 m. Sondeo n.º 4

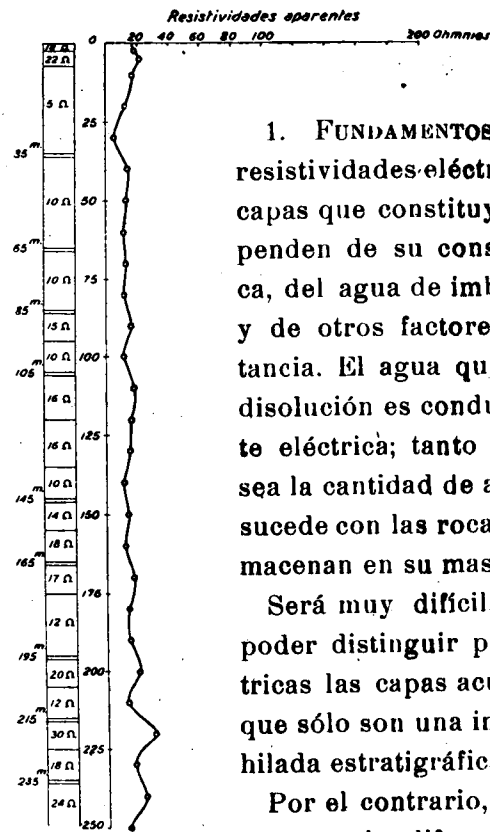


Fig. 37

petrográfica, una de las cuales esté seca y la otra embebida de agua.

Otra dificultad que se presenta en la interpretación de las mediciones eléctricas es la determinación de la causa

§ 39. La investigación eléctrica.

1. FUNDAMENTOS DEL MÉTODO.—Las resistividades eléctricas de las distintas capas que constituyen el subsuelo dependen de su constitución petrográfica, del agua de imbibición que poseen y de otros factores de menor importancia. El agua que contiene sales en disolución es conductora de la corriente eléctrica; tanto más cuanto mayor sea la cantidad de aquéllas, y lo mismo sucede con las rocas porosas que la almacenan en su masa.

Será muy difícil, por consiguiente, poder distinguir por mediciones eléctricas las capas acuíferas reales de las que sólo son una impregnación de una hilada estratigráfica permeable.

Por el contrario, se apreciará seguramente la diferencia eléctrica entre dos capas de análoga composición pe-

que ha producido el aumento o disminución de la resistividad aparente, disminución, en el caso actual, de investigación de aguas, puesto que puede ser debida a la existencia de una roca de mayor conductividad que la superyacente.

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 687 m. Sondeo n.º 5

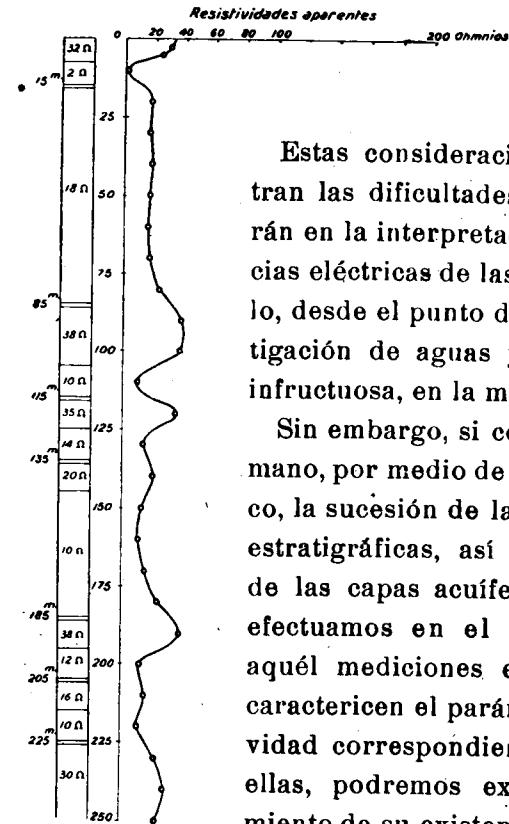


Fig. 38

les. Esta distancia está sólo limitada por la continuidad de la formación geológica estudiada.

Entonces quedará muy reducido el margen de error de

la interpretación de las mediciones, sobre todo si éstas son muy numerosas y precisas.

Las líneas anteriores esbozan el plan que debemos desarrollar en el trabajo que nos ocupa: efectuar el estudio eléctrico del subsuelo, en el

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 680 m. Sondeo n.º 6

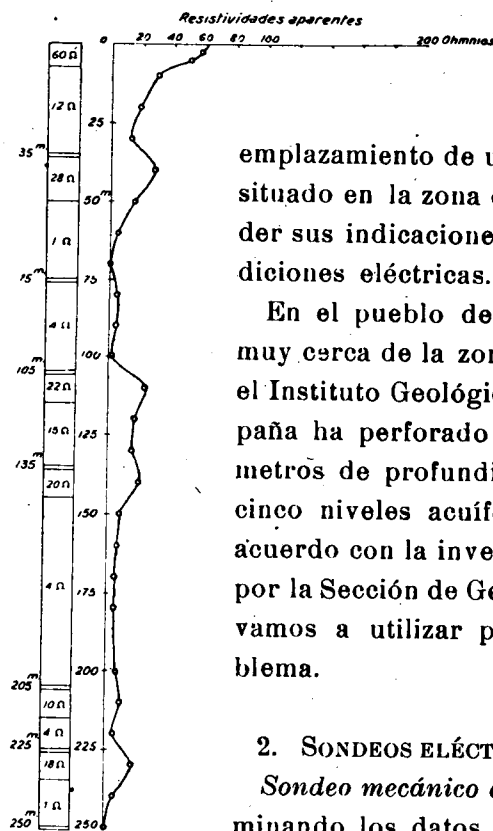


Fig. 39

que los primeros 14 metros son de cantos rodados, entre los cuales hay una capa de arena y arcilla; desde los 14 m. hasta los 76 se presenta un horizonte de arcilla dura, con

emplazamiento de un sondeo mecánico situado en la zona de estudio, y extender sus indicaciones por medio de mediciones eléctricas.

En el pueblo de El Pardo, situado muy cerca de la zona de investigación, el Instituto Geológico y Minero de España ha perforado un sondeo de 190 metros de profundidad, que encontró cinco niveles acuíferos surgentes, de acuerdo con la investigación efectuada por la Sección de Geofísica y que ahora vamos a utilizar para el nuevo problema.

2. SONDEOS ELÉCTRICOS EN EL PARDO.

Sondeo mecánico en El Pardo.—Examinando los datos que constan en el gráfico del sondeo mecánico de El Pardo, representado en la figura 30, vemos

algo de arena, completamente seco e impermeable, en el que hay dos niveles acuíferos, a los 44 y 76 metros respectivamente, constituidos por hiladas de cantos rodados.

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 674 m. Sondeo n.º 7

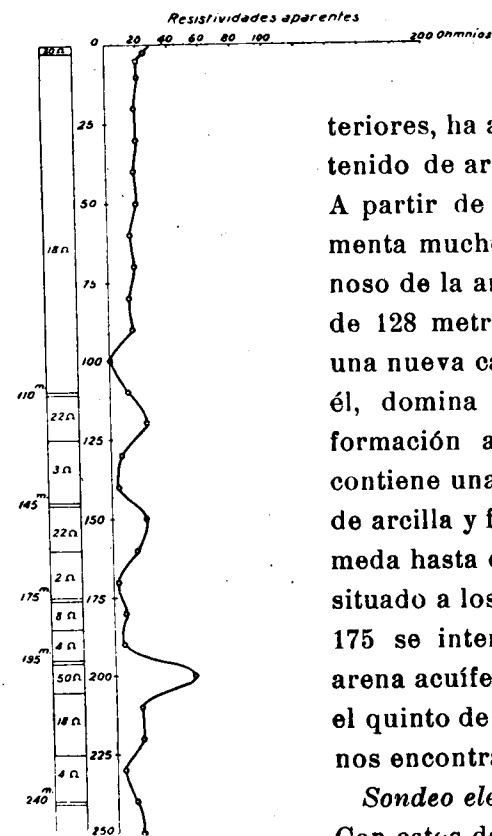


Fig. 40

cuatro sondeos eléctricos verticales en los lugares indicados en la lámina XXI. Ninguno de ellos ha podido situarse exactamente en el emplazamiento del sondeo mecánico, por estar éste situado en un patio, rodeado de muros

Desde los 76 a los 89, donde aparece otra capa acuífera análoga a las an-

teriores, ha aumentado el contenido de arena de las arcillas. A partir de los 89 metros aumenta mucho el contenido arenoso de la arcilla hasta el nivel de 128 metros, que encuentra una nueva capa de agua. Desde él, domina completamente la formación arenosa, que sólo contiene una pequeña cantidad de arcilla y forma una capa húmeda hasta el final del taladro, situado a los 190 metros. A los 175 se intercala una capa de arena acuífera, que constituye el quinto de los niveles artesianos encontrados.

Sondeo eléctrico número 1.—

Con estos datos como base de interpretación se han efectuado

INVESTIGACIÓN ELÉCTRICA EN LAS ROZAS (MADRID)

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 689 m. Sondeo n.º 12

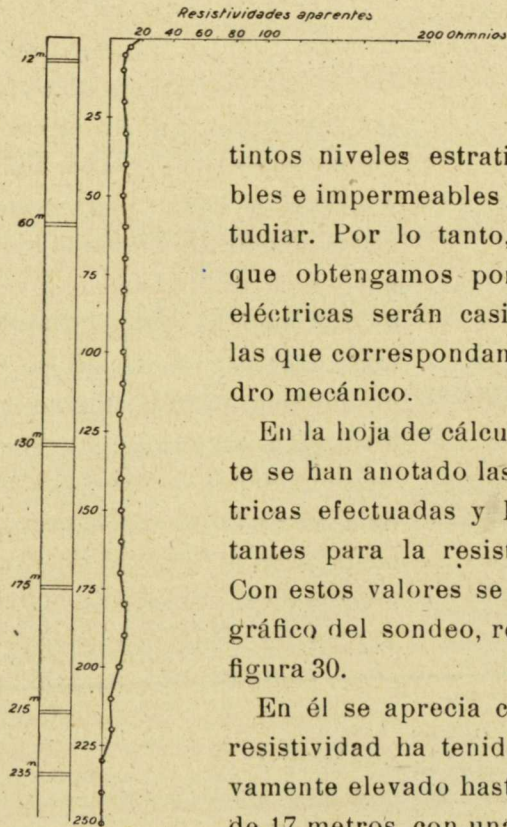


Fig. 45

y construcciones, que impiden el tendido de los cables. Pero el designado con el número 1, a más de estar muy próximo, está situado, con respecto al taladro, en la dirección de la procedencia de los aluviones que han formado los distintos niveles estratigráficos permeables e impermeables que queremos estudiar. Por lo tanto, las indicaciones que obtengamos por las mediciones eléctricas serán casi las mismas que las que correspondan al lugar del taladro mecánico.

En la hoja de cálculo correspondiente se han anotado las mediciones eléctricas efectuadas y los valores resultantes para la resistividad aparente. Con estos valores se ha construido el gráfico del sondeo, representado en la figura 30.

En él se aprecia claramente que la resistividad ha tenido un valor relativamente elevado hasta la profundidad de 17 metros, con una zona intermedia de menor valor. Con relación al sondeo mecánico hay una diferencia de tres metros en la profundidad de la capa de cantos rodados, que puede ser debida a la distancia del emplazamiento del sondeo eléctrico, o a que realmente en éste tenga

la procedencia de los aluviones que han formado los distintos niveles estratigráficos permeables e impermeables que queremos estudiar. Por lo tanto, las indicaciones que obtengamos por las mediciones eléctricas serán casi las mismas que las que correspondan al lugar del taladro mecánico.

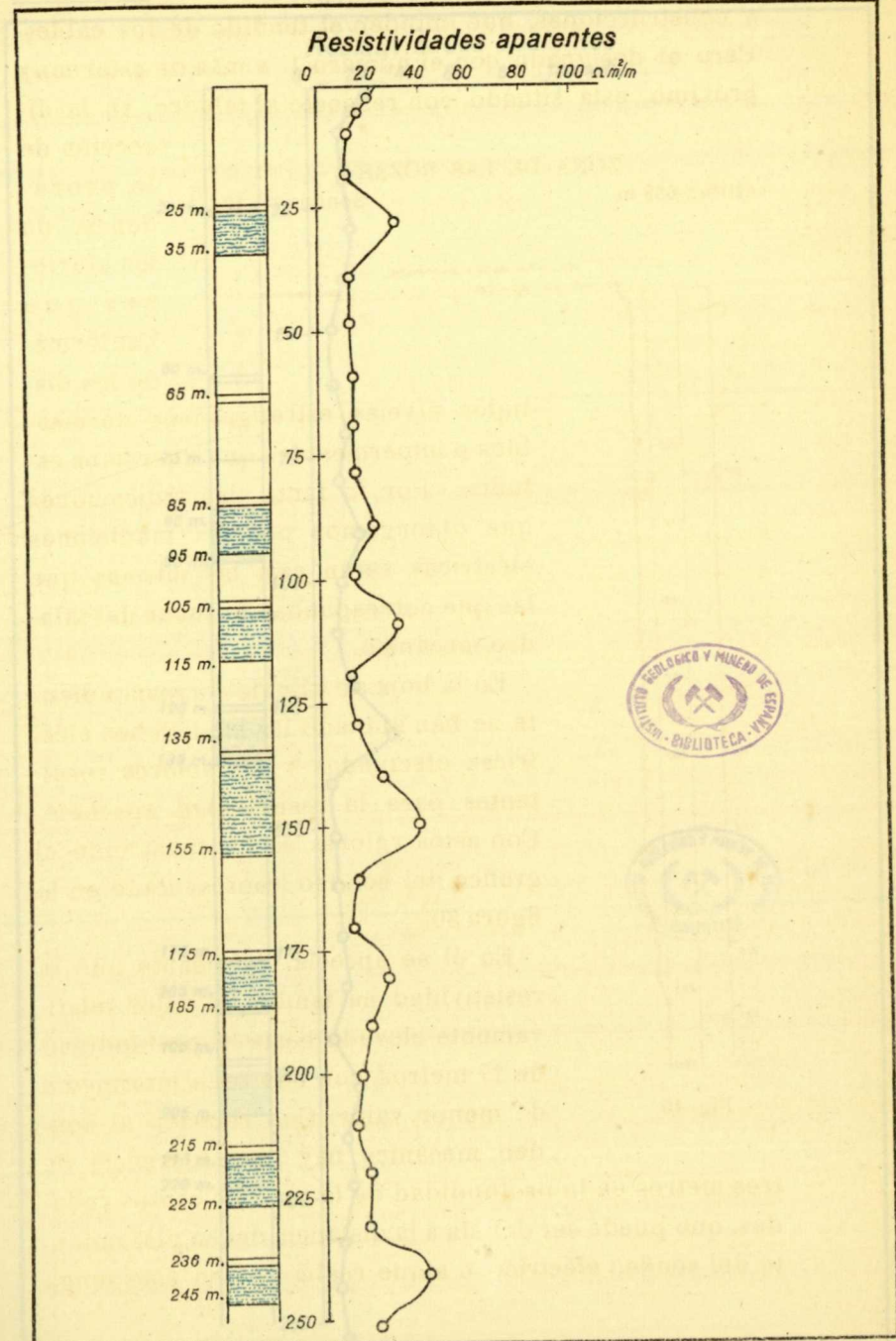


Fig. 41

INVESTIGACIÓN ELÉCTRICA EN LAS ROZAS (MADRID)

Altitud 702 m.

ZONA DE LAS ROZAS

Sondeo n.º 9

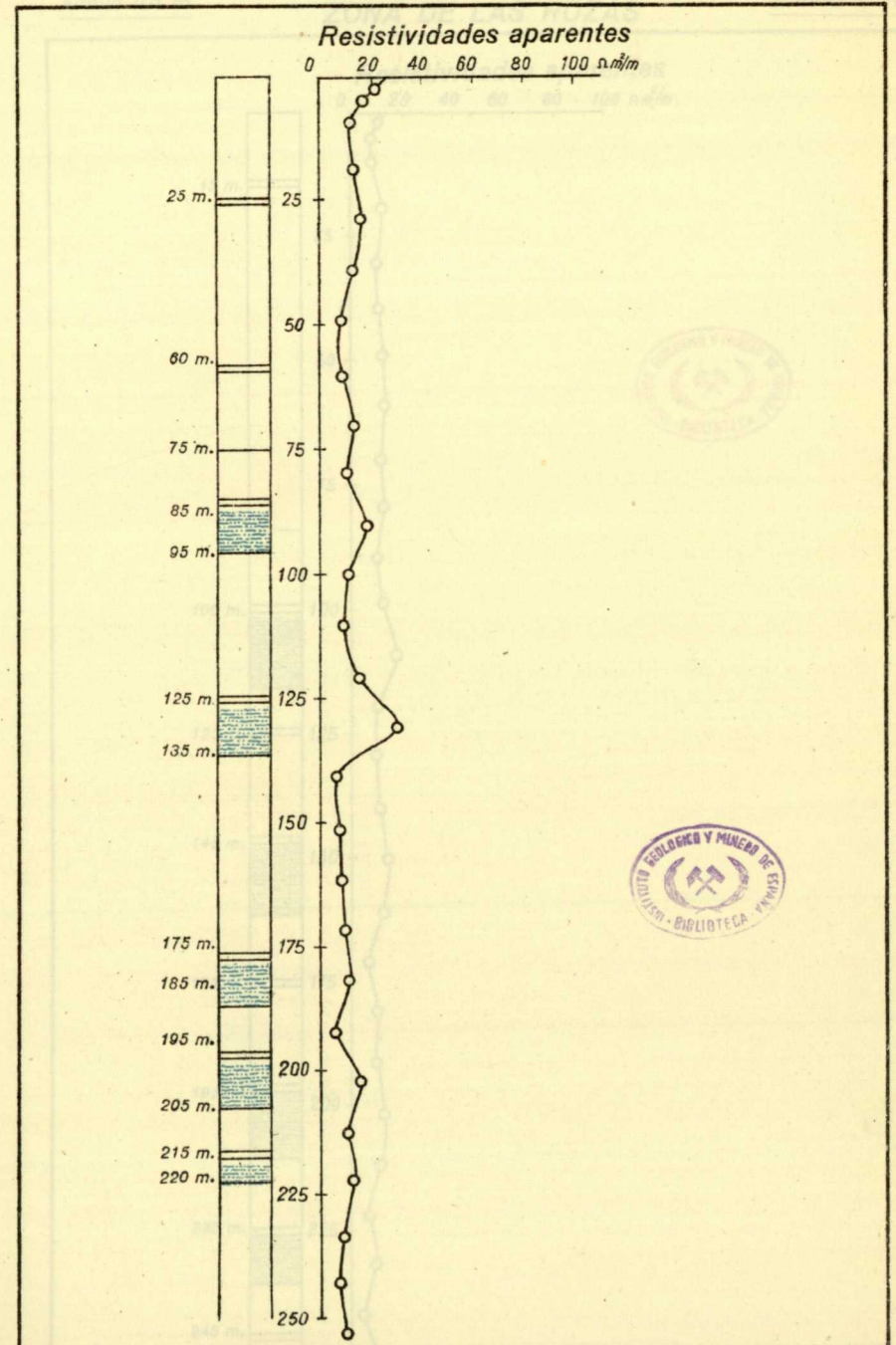
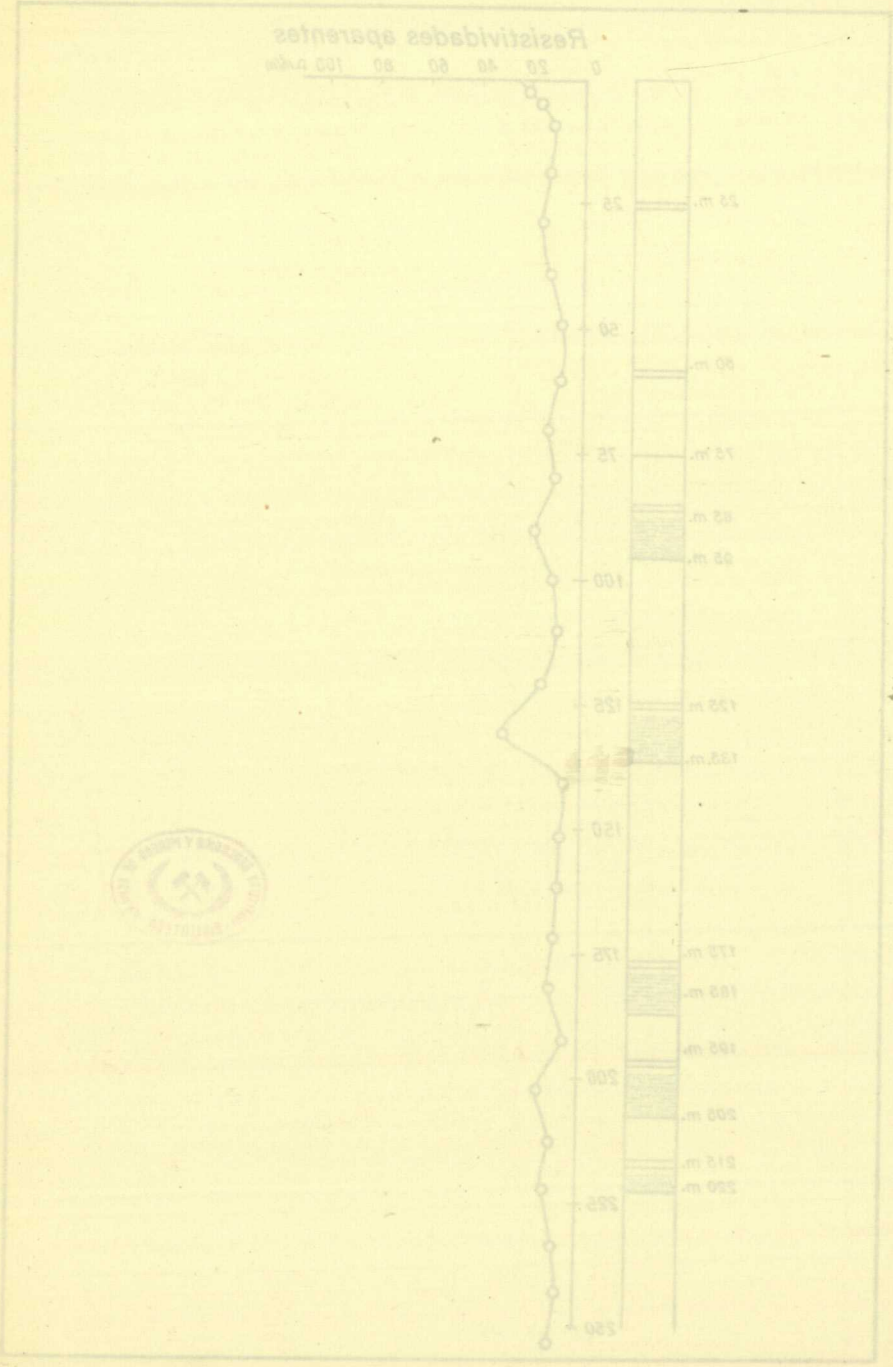


Fig. 42

ZONA DE LAS ROZAS Altitud 702 m. Sondeo n.º 9



INVESTIGACIÓN ELÉCTRICA EN LAS ROZAS (MADRID)

ZONA DE LAS ROZAS Altitud 701 m. Sondeo n.º 10

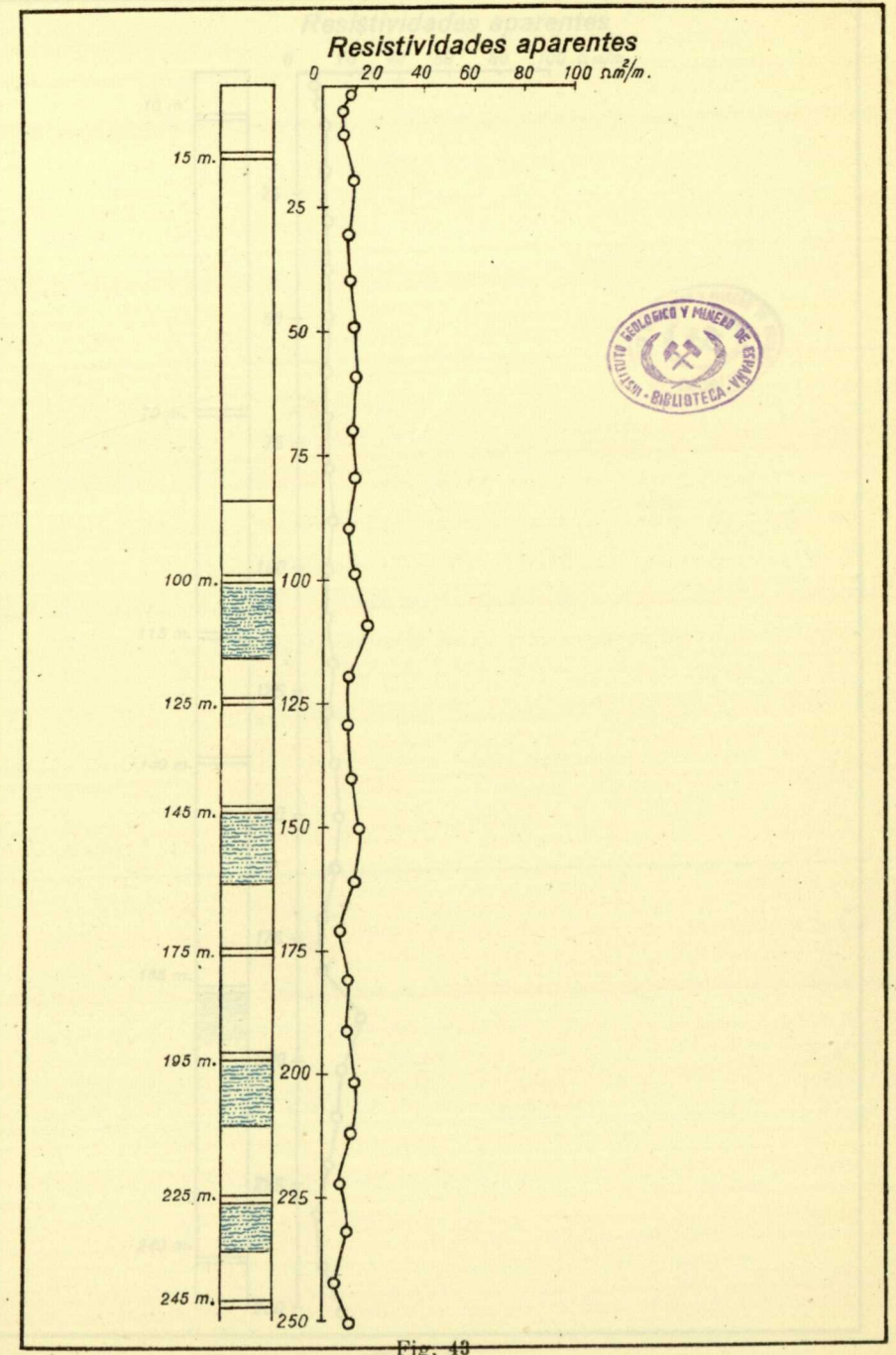
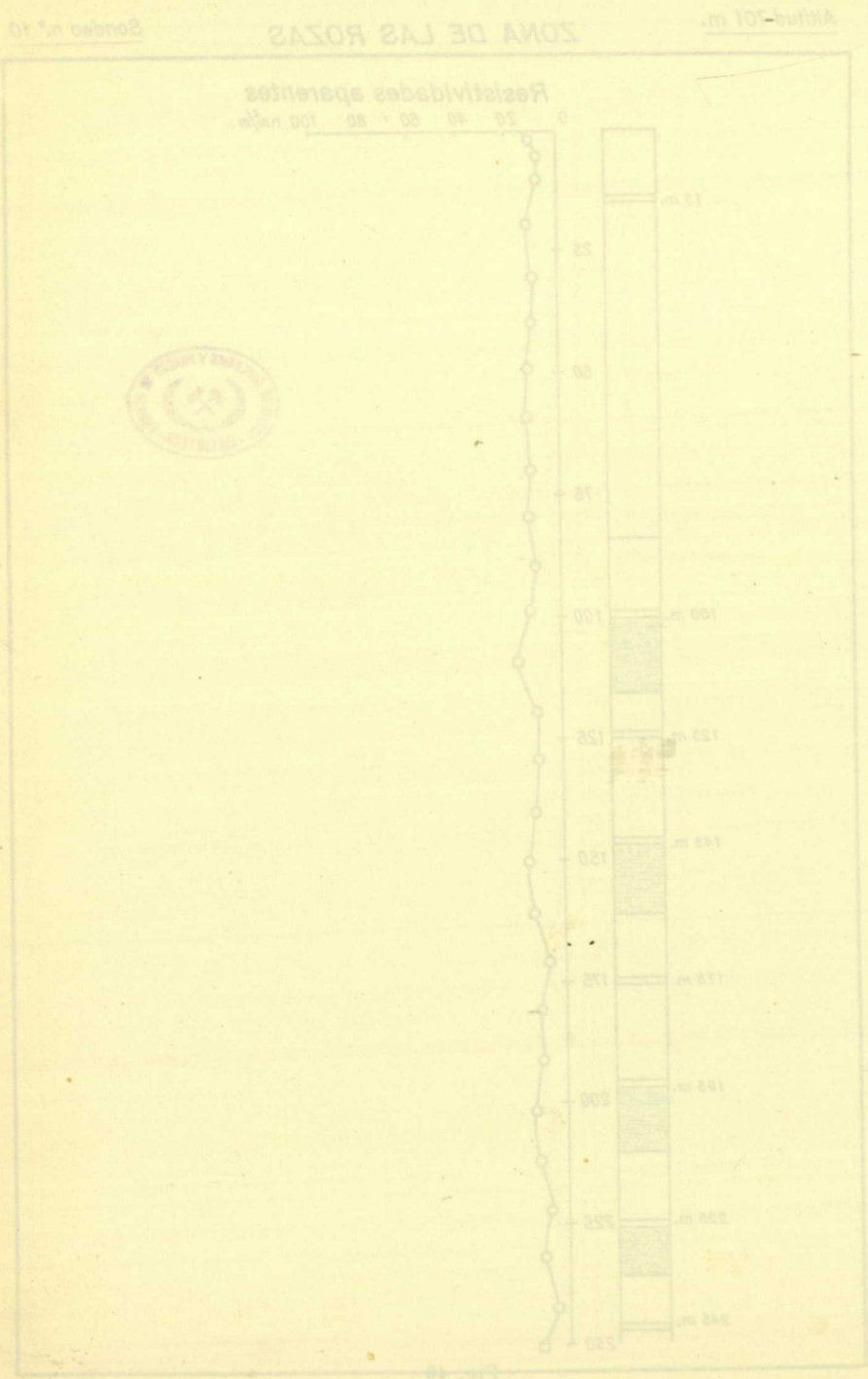


Fig. 48



INVESTIGACIÓN ELÉCTRICA EN LAS ROZAS (MADRID)

Altitud 691 m.

ZONA DE LAS ROZAS

Sondeo n.º 11

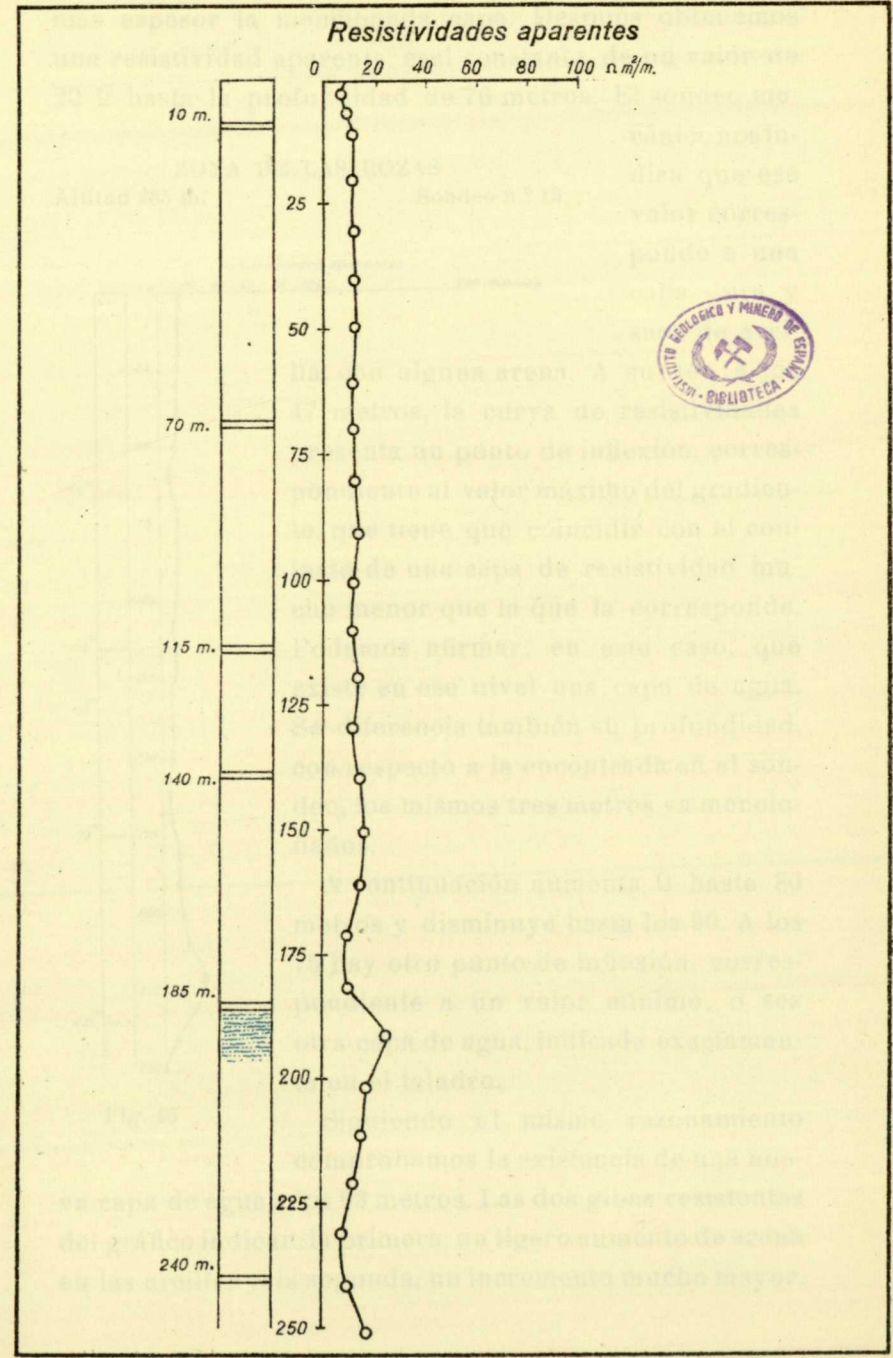
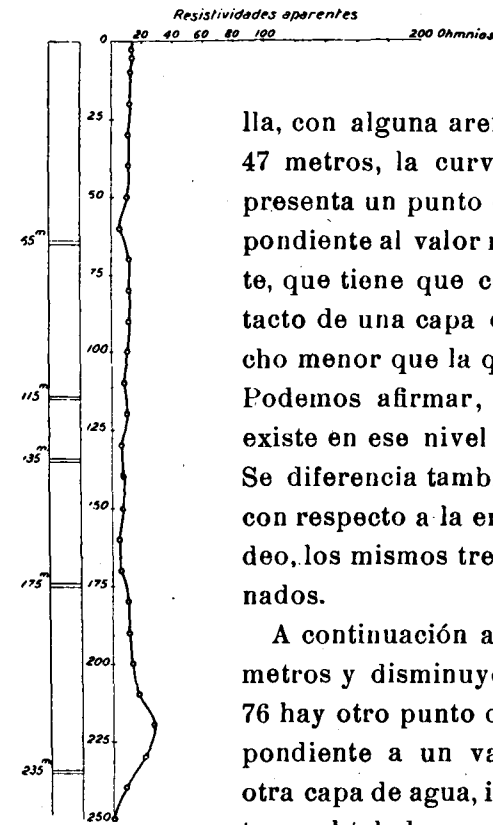


Fig. 44

más espesor la mencionada capa. Después obtenemos una resistividad aparente, casi constante, de un valor de 20 Ω hasta la profundidad de 76 metros. El sondeo me-

ZONA DE LAS ROZAS
 Altitud 685 m. Sondeo n.º 13

cánicos indica que ese valor corresponde a una capa dura y seca de arcilla,



lla, con alguna arena. A su vez, a los 47 metros, la curva de resistividades presenta un punto de inflexión, correspondiente al valor máximo del gradiente, que tiene que coincidir con el contacto de una capa de resistividad mucho menor que la que la corresponde. Podemos afirmar, en este caso, que existe en ese nivel una capa de agua. Se diferencia también su profundidad, con respecto a la encontrada en el sondeo, los mismos tres metros ya mencionados.

A continuación aumenta Ω hasta 80 metros y disminuye hasta los 90. A los 76 hay otro punto de inflexión, correspondiente a un valor mínimo, o sea otra capa de agua, indicada exactamente en el taladro.

Fig. 46

Si siguiendo el mismo razonamiento comprobamos la existencia de una nueva capa de agua a los 93 metros. Las dos gibas resistentes del gráfico indican: la primera, un ligero aumento de arena en las arcillas y, la segunda, un incremento mucho mayor.

A partir de la profundidad de 100 m., Ω decrece rápidamente hasta los 180, con el pequeño valor de un ohmio. Esto nos indica que existe un horizonte muy conductor debajo de

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 680 m. Sondeo n.º 14

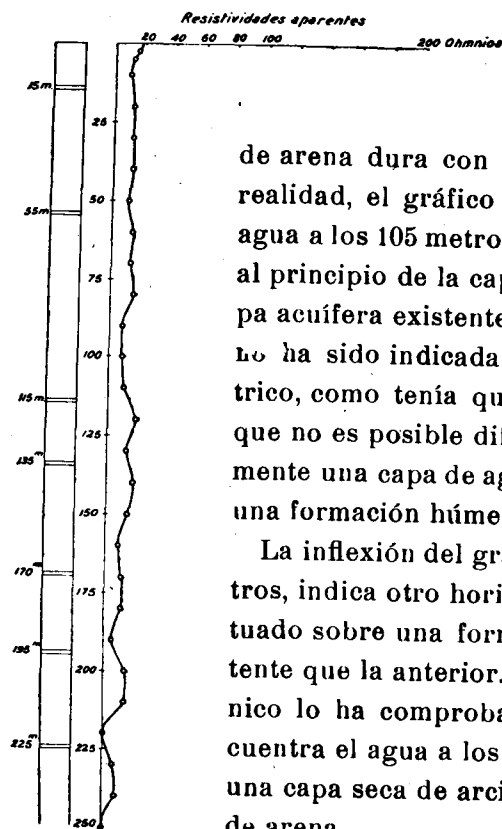


Fig. 47

El gráfico indica otros dos niveles acuíferos, situados a las profundidades de 204 y 240 metros, respectivamente, que no han sido alcanzados por la sonda por haber terminado el taladro a los 190 metros.

tor debajo de los estudiados. El taladro nos ha puesto de manifiesto una capa húmeda de arena dura con algo de arcilla. En realidad, el gráfico indica un nivel de agua a los 105 metros, que corresponde al principio de la capa húmeda. La capa acuífera existente a los 128 metros no ha sido indicada en el sondeo eléctrico, como tenía que suceder, puesto que no es posible diferenciar eléctricamente una capa de agua, intercalada en una formación húmeda.

La inflexión del gráfico, a los 184 metros, indica otro horizonte acuífero, situado sobre una formación más resistente que la anterior. El taladro mecánico lo ha comprobado. En él se encuentra el agua a los 175 metros sobre una capa seca de arcilla dura con algo de arena.

También nos indica que la capa de arcilla dura, con algo de arena, cortada por la sonda a los 175 metros, termina a los 204 y que debajo de ella existe otra arcilla dura

ZONA DE LAS ROZAS
Altitud 671 m. Sondeo n.º 15

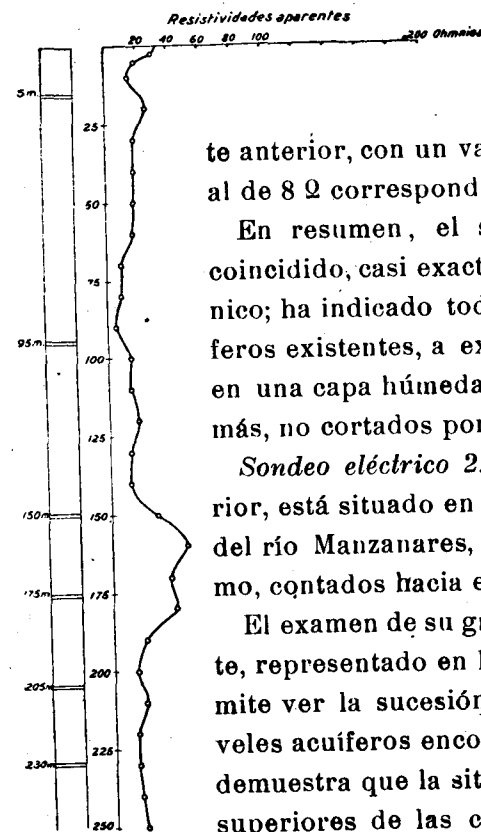


Fig. 48

te anterior, con un valor de 6 Ω , casi igual al de 8 Ω correspondiente a aquél.

En resumen, el sondeo eléctrico ha coincidido, casi exactamente, con el mecánico; ha indicado todos los niveles acuíferos existentes, a excepción del situado en una capa húmeda y prevé otros dos más, no cortados por la sonda.

Sondeo eléctrico 2.—Al igual del anterior, está situado en la margen izquierda del río Manzanares, a 50 metros del mismo, contados hacia el NE.

El examen de su gráfico correspondiente, representado en la figura 31f, nos permite ver la sucesión de los distintos niveles acuíferos encontrados. También nos demuestra que la situación de los niveles superiores de las capas acuíferas no es exactamente la misma, tanto por la pendiente natural que deben tener hacia el río como por el diferente reparto de los lentejones impermeables de arcilla.

Este distinto reparto nos ha permitido encontrar el ni-

ra con mucha arena, hasta los 223 m. A continuación en profundidad, se repite el horizon-

vel acuífero de los 125 metros, que pasó desapercibido en el sondeo 1.

Otra particularidad digna de mención es la concordancia completa de los niveles 204 y 240, así como de las características eléctricas de las capas correspondientes.

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 747 m. Sondeo n.º 1

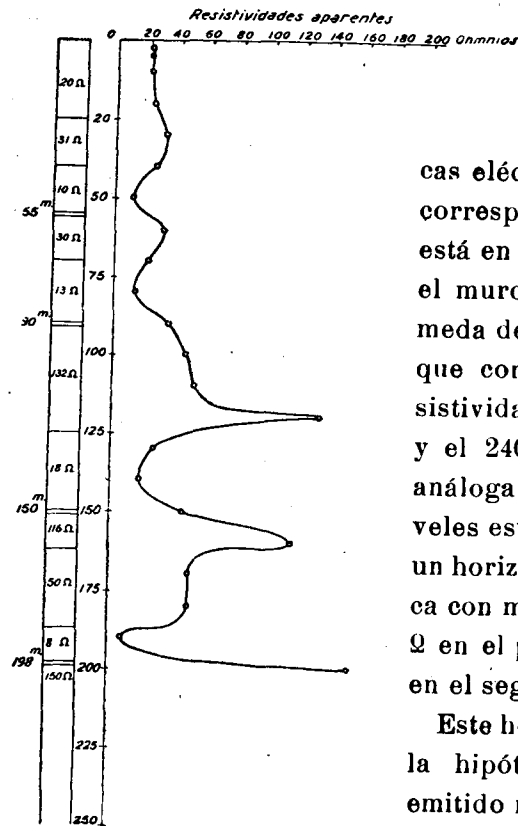


Fig. 49

Sondeo eléctrico 3.—Está situado en la margen derecha del río Manzanares y, por consiguiente, son esencialmente distintas todas las condiciones de la observación, situa-

ción de los electrodos, etc. También han sido efectuados por operadores distintos y con diferentes aparatos; a pesar de ello, su concordancia con el sondeo mecánico es casi completa, como puede comprobarse al examinar el gráfico que le corresponde, representado en la figura 32. Los niveles acuíferos encontrados son los situados a 45, 65, 85, 135, 180, 215 y 235 metros.

Este hecho nos confirma la hipótesis que hemos emitido respecto a los dos niveles acuíferos de que tratamos, que no han sido cortados por la sonda.

ción de los electrodos, etc. También han sido efectuados por operadores distintos y con diferentes aparatos; a pesar de ello, su concordancia con el sondeo mecánico es casi completa, como puede comprobarse al examinar el gráfico que le corresponde, representado en la figura 32. Los niveles acuíferos encontrados son los situados a 45, 65, 85, 135, 180, 215 y 235 metros.

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 741 m. Sondeo n.º 2

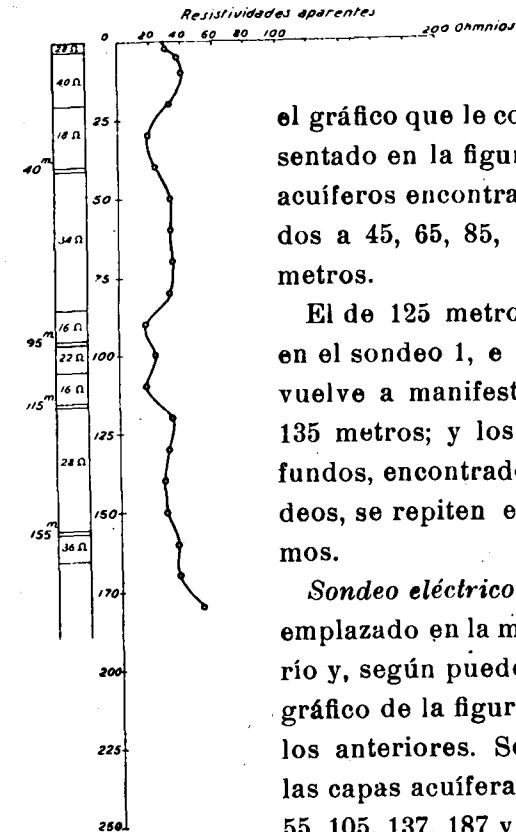


Fig. 50

no se ha indicado; pero si tenemos en cuenta que la resistividad aparente de las capas que la comprenden ha descendido a cero Ω , o sea que todas ellas están embebidas de agua, no sólo creemos que existe, sino

que en el emplazamiento del sondeo 4 esta capa acuífera es aún más importante que las anteriores.

Como resumen de este estudio previo efectuado, podemos adoptar para los valores de las resistividades específicas aparentes, aproximadas, de los distintos niveles estratigráficos encontrados, los valores siguientes:

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 742 m. Sondeo n.º 3

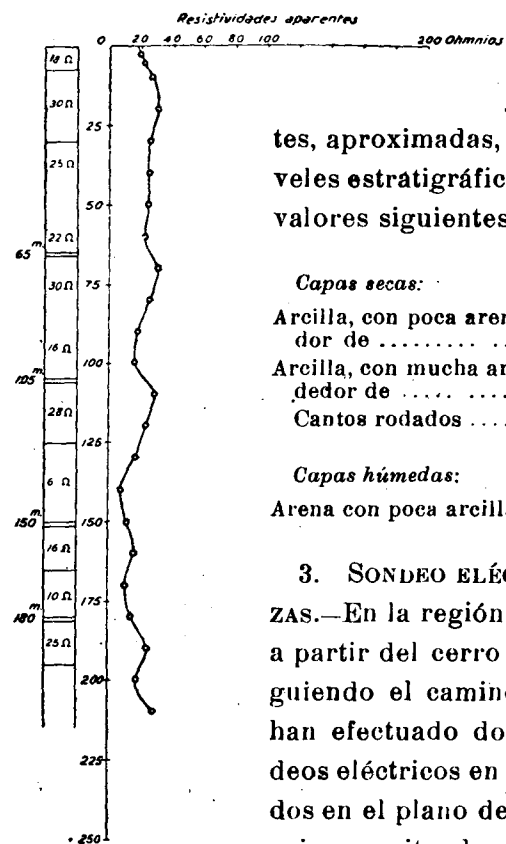


Fig. 51

casi coincidiendo con el camino anteriormente citado, los restantes, desde el 7 hasta el 15 (figs. 34 a 48).

Los cálculos de los estados situados al final de este Ca-

- Capas secas:*
- Arcilla, con poca arena, alrededor de 6-20 Q m²/m.
 - Arcilla, con mucha arena, alrededor de 20-70 >
 - Cantos rodados 90 >
- Capas húmedas:*
- Arena con poca arcilla 0-6 >

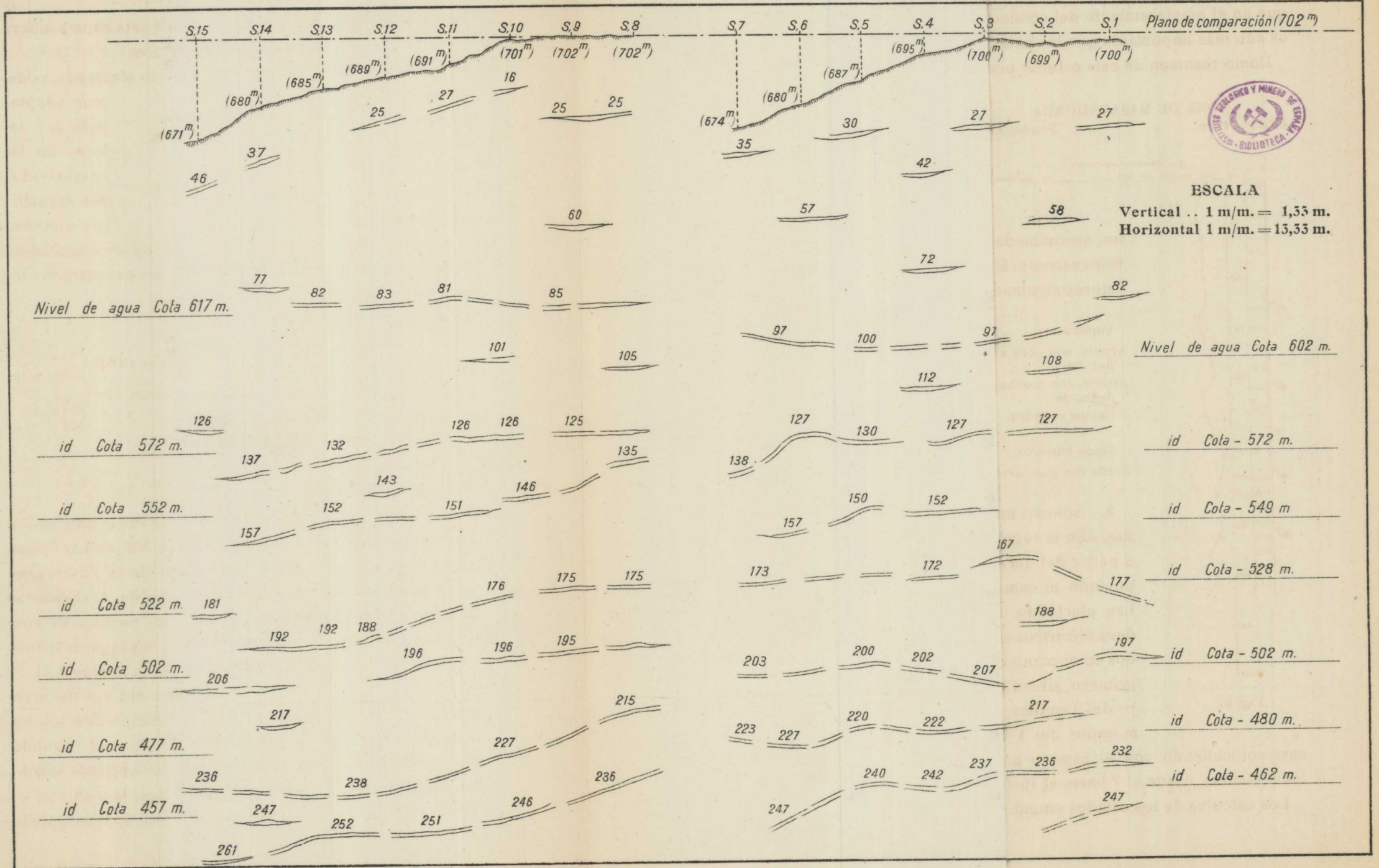
3. SONDEO ELÉCTRICO EN LAS ROZAS.—En la región NE. de Las Rozas, a partir del cerro de la Paloma, siguiendo el camino de Arenajón, se han efectuado dos perfiles de sondeos eléctricos en los lugares indicados en el plano de la lámina XXI. El primero, situado a lo largo del arroyo del Tomillar, comprende los numerados del 1 al 7; y el segundo,

INVESTIGACIÓN ELÉCTRICA EN LAS ROZAS (MADRID)

Perfil 2 de los sondeos eléctricos

ZONA DE LAS ROZAS

Perfil 1 de los sondeos eléctricos

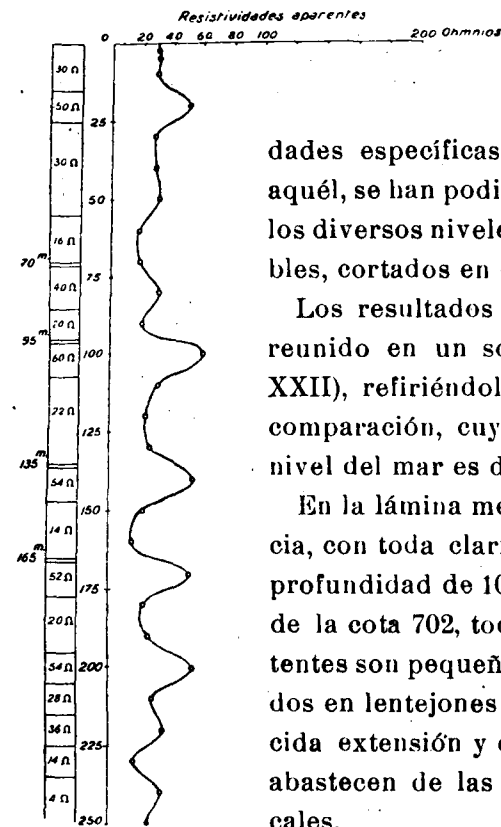


pítulo nos han permitido construir los 15 gráficos correspondientes a los sondeos mencionados.

Estudiados detenidamente por un método análogo al

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 728 m. • Sondeo n.º 4

descrito en los sondeos de El Pardo y teniendo en cuenta las resistivi-



dades específicas determinadas en aquél, se han podido señalar en ellos los diversos niveles acuíferos probables, cortados en cada uno.

Los resultados obtenidos se han reunido en un solo dibujo (lámina XXII), refiriéndolos a un plano de comparación, cuya altitud sobre el nivel del mar es de 702 metros.

En la lámina mencionada se aprecia, con toda claridad, que hasta la profundidad de 100 metros, respecto de la cota 702, todas las aguas existentes son pequeños depósitos situados en lentejones de arcilla de reducida extensión y que únicamente se abastecen de las aguas de lluvia locales.

De una de esas bolsadas se extrae actualmente el agua que abastece

Las Rozas, y otra análoga es la que se encontró en las obras del puente de la carretera en construcción, un poco más hacia el NE.

Fig. 52

A partir de dicha profundidad se encuentran varios niveles acuíferos a las altitudes indicadas en los cuadros siguientes:

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 750 m. Sondeo n.º 5.

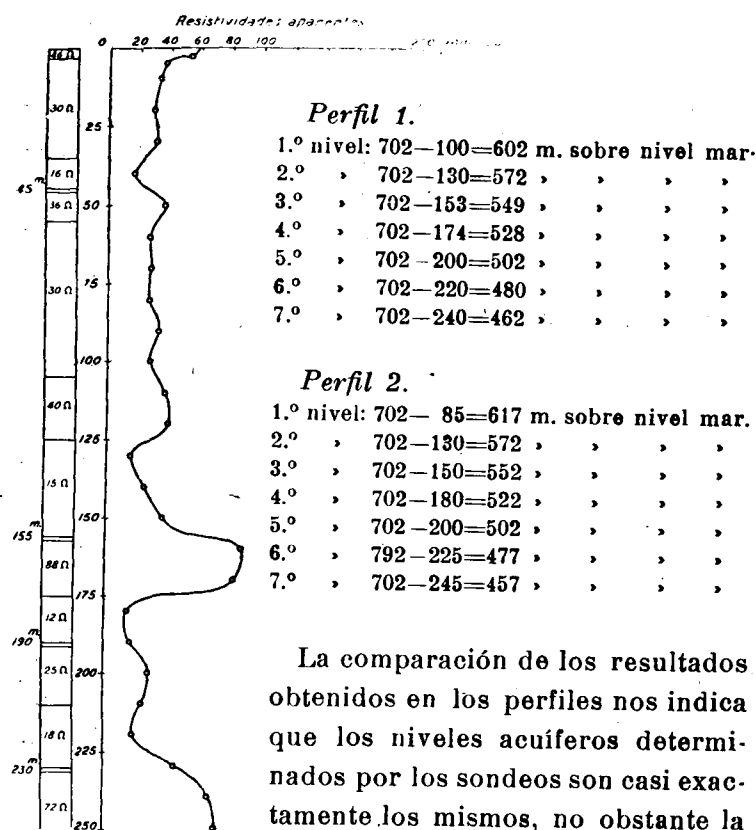


Fig. 53

Esta coincidencia es una garantía de la continuidad de los niveles encontrados y, por consiguiente, de su aptitud para el abastecimiento de aguas buscado.

Para asegurar más esta continuidad hemos efectuado

otros dos perfiles de sondeos en el pueblo de Majadahonda, a unos cinco kilómetros de distancia de los anteriores y en un terreno de mayor altitud, que describiremos en

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 741 m. Sondeo n.º 6

los párrafos siguientes:

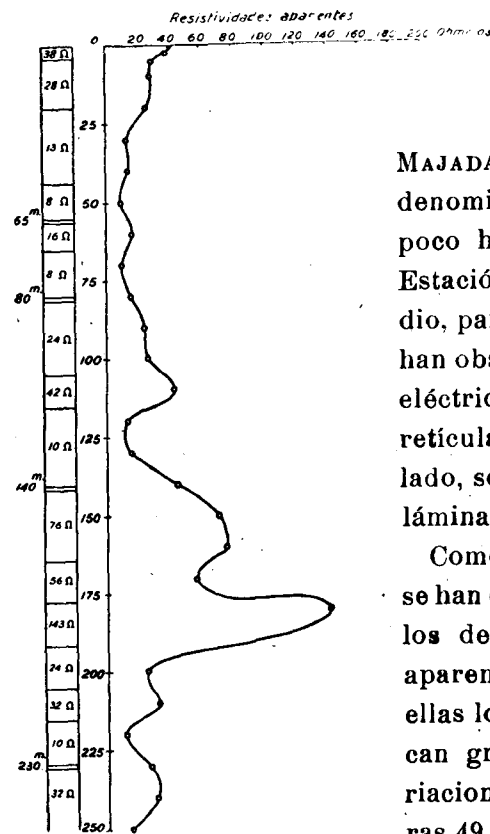


Fig. 54

4. SONDEOS ELÉCTRICOS EN

MAJADAHONDA.—En el alto denominado El Cristo, un poco hacia el Sur de la Estación Emisora de Radio, para Buenos Aires, se han observado 12 sondeos eléctricos, situados en una retícula de 200 metros de lado, según se indica en la lámina XXI.

Como en los anteriores, se han efectuado los cálculos de las resistividades aparentes y construido con ellas los perfiles que indican gráficamente las variaciones de aquéllas (figuras 49 a 60).

La posición relativa de los sondeos, unos respecto de otros, no nos permite estudiar perfiles independientes, como hemos hecho con los situados en Las Rozas. Estudiaremos los diversos niveles acuíferos encontrados en

cada uno de ellos para resumir, después, los resultados obtenidos y compararlos con los ya citados de Las Rozas,

Los cuadros numéricos siguientes resumen los valores encontrados:

Sondeo 1 de Majadahonda.—Altitud 747 m.; plano de comparación 702 m.; diferencia = 45 metros.

Nivel 1. $55 - 45 = 10$. $702 - 10 = 692$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $90 - 45 = 45$. $702 - 45 = 657$, , ,
 , 3. $150 - 45 = 105$. $702 - 105 = 597$, , ,
 , 4. $198 - 45 = 153$. $702 - 153 = 549$, , ,

Sondeo 2.—Altitud 741 m.; diferencia = 39 m.

Nivel 1. $40 - 39 = 1$. $702 - 1 = 701$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $95 - 39 = 56$. $702 - 56 = 646$, , ,
 , 3. $115 - 39 = 76$. $702 - 76 = 626$, , ,
 , 4. $155 - 39 = 116$. $702 - 116 = 586$, , ,

Sondeo 3.—Altitud 742 m.; diferencia = 40 m.

Nivel 1. $65 - 40 = 25$. $702 - 25 = 677$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $105 - 40 = 65$. $702 - 65 = 637$, , ,
 , 3. $150 - 40 = 110$. $702 - 110 = 592$, , ,
 , 4. $180 - 40 = 140$. $702 - 140 = 562$, , ,

Sondeo 4.—Altitud 728 m.; diferencia = 26 m.

Nivel 1. $70 - 26 = 44$. $702 - 44 = 658$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $95 - 26 = 69$. $702 - 69 = 633$, , ,
 , 3. $135 - 26 = 109$. $702 - 109 = 593$, , ,
 , 4. $165 - 26 = 139$. $702 - 139 = 563$, , ,

Sondeo 5.—Altitud 750 m.; diferencia = 48 m.

Nivel 1. $45 - 48 = -3$. $702 + 3 = 705$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $155 - 48 = 107$. $702 - 107 = 595$, , ,
 , 3. $190 - 48 = 142$. $702 - 142 = 560$, , ,
 , 4. $230 - 48 = 182$. $702 - 182 = 520$, , ,

Sondeo 6.—Altitud 741 m.; diferencia = 39 m.

Nivel 1. $55 - 39 = 16$. $702 - 16 = 686$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $80 - 39 = 41$. $702 - 41 = 661$, , ,
 , 3. $140 - 39 = 101$. $702 - 101 = 601$, , ,
 , 4. $230 - 39 = 191$. $702 - 191 = 511$, , ,

Sondeo 7.—Altitud 743 m.; diferencia = 41 m.

Nivel 1. $135 - 41 = 94$. $702 - 94 = 608$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $230 - 41 = 189$. $702 - 189 = 513$, , ,

Sondeo 8.—Altitud 740 m.; diferencia = 38 m.

Nivel 1. $45 - 38 = 7$. $702 - 7 = 695$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $125 - 38 = 87$. $702 - 87 = 615$, , ,

Sondeo 9.—Altitud 738 m., diferencia = 36 m.

Dos niveles muy inseguros.

Sondeo 10.—Altitud 737 m.; diferencia = 35 m.

Nivel 1. $105 - 35 = 70$. $702 - 70 = 632$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $145 - 35 = 110$. $702 - 110 = 592$, , ,

Sondeo 11.—Altitud 738 m.; diferencia = 28 m.

Nivel 1. $45 - 28 = 17$. $702 - 17 = 685$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $65 - 28 = 37$. $702 - 37 = 665$, , ,
 , 3. $85 - 28 = 57$. $702 - 57 = 645$, , ,
 , 4. $145 - 28 = 117$. $702 - 117 = 585$, , ,
 , 5. $165 - 28 = 137$. $702 - 137 = 565$, , ,
 , 6. $200 - 28 = 172$. $702 - 172 = 530$, , ,

Sondeo 12.—Altitud 738 m.; diferencia = 36 m.

Nivel 1. $95 - 36 = 59$. $702 - 59 = 643$ m. sobre el nivel del mar.
 , 2. $175 - 36 = 139$. $702 - 139 = 563$, , ,
 , 3. $225 - 36 = 189$. $702 - 189 = 513$, , ,

El estudio de los datos anteriores nos manifiesta que los dos primeros niveles, correspondientes a las cotas medias de 680 y 647 metros, están formados por aguas discontinuas colgadas y que no tienen continuación hacia Las Rozas, donde el primer nivel acuífero corresponde a la cota media de 602 metros.

El tercer nivel encontrado es ya casi continuo, puesto que se le ha cortado en todos los sondeos, a excepción del 9 y 12. Su cota media es de 600 metros, casi igual a la del primero de Las Rozas, y debe ser su prolongación hacia esta zona.

La cota media del cuarto es de 565 metros, correspondiente al segundo de aquéllos, cuya altitud sobre el nivel del mar era de 572 metros. Este nivel tampoco es completamente

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 743 m. Sondeo n.º 7

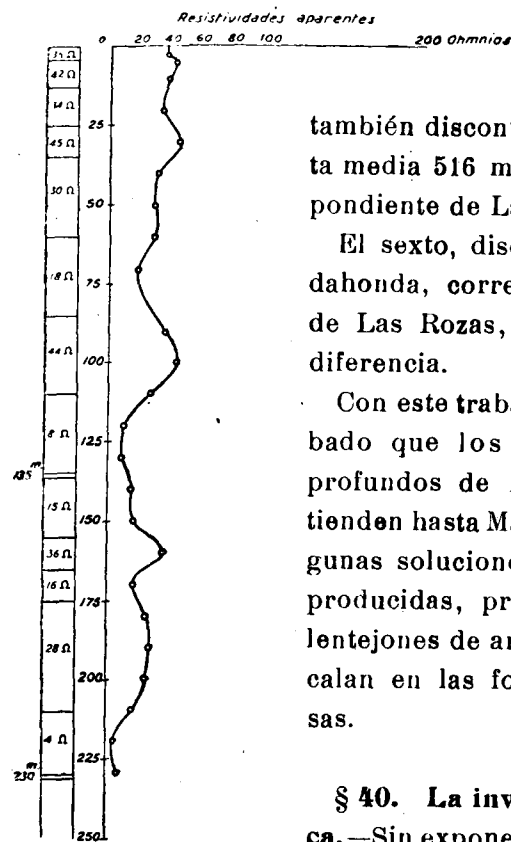


Fig. 55

otros trabajos, recordaremos solamente que cada hilada estratigráfica se caracteriza por la velocidad de propagación de las ondas sísmicas artificiales a través de su masa.

El quinto nivel, también discontinuo, tiene de cota media 516 metros y el correspondiente de Las Rozas 525.

El sexto, discontinuo en Majadahonda, corresponde al quinto de Las Rozas, con pequeñísima diferencia.

Con este trabajo queda comprobado que los niveles acuíferos profundos de Las Rozas se extienden hasta Majadahonda con algunas soluciones de continuidad, producidas, probablemente, por lentejones de arcilla, que se intercalan en las formaciones arenosas.

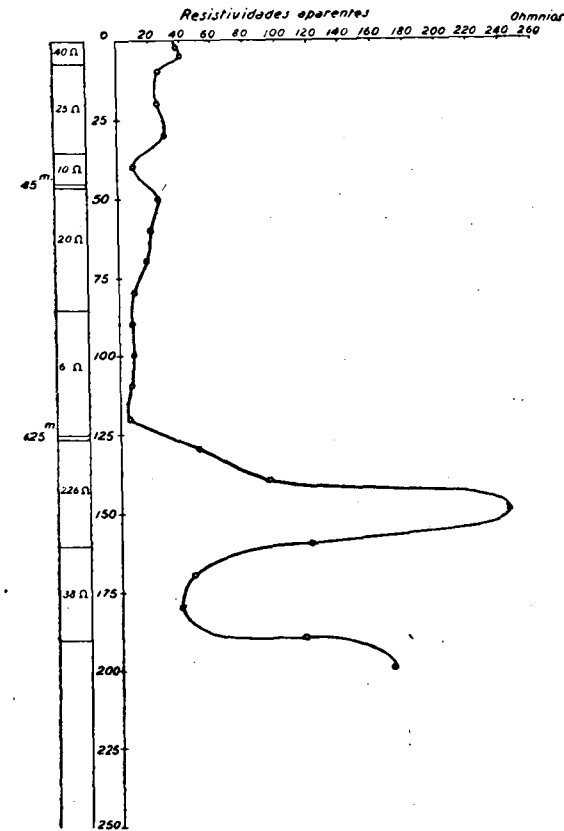
§ 40. La investigación sísmica.—Sin exponer los fundamentos del método sísmico de prospección, por haberlo efectuado ya en

Fig. 56: Resistividad aparente vs profundidad para el Sondeo n.º 8 en la Zona de Majadahonda. El eje vertical muestra profundidades de 0 a 250 metros en intervalos de 25 metros. El eje horizontal muestra resistividades aparentes de 0 a 260 Ohmios. La curva de resistividad muestra un descenso general con profundidad, con un notable aumento entre 125 y 150 metros.

Fig. 56

El estudio efectuado por el Instituto Geológico y Minero de España, nos manifiesta que en la zona de investigación puede encontrarse el sistema Cretáceo, constituido

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 740 m. Sondeo n.º 8



por areniscas y calizas, debajo de las arenas y arcillas terciarias. A su vez, aquel sistema descansa directamente sobre la formación granítica.

Las calizas y, sobre todo, las areniscas del Cretáceo, pueden contener una gran cantidad de agua en la base granítica o neísica; es muy probable también la existencia de otro nivel acuífero.

ZONA DE MAJADAHONDA

Altitud 737 m.

Sondeo n.º 10

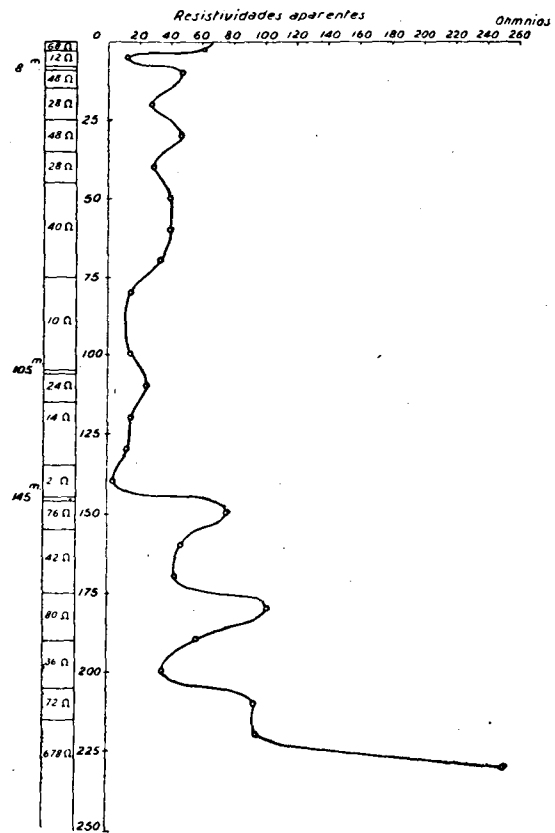


Fig. 58

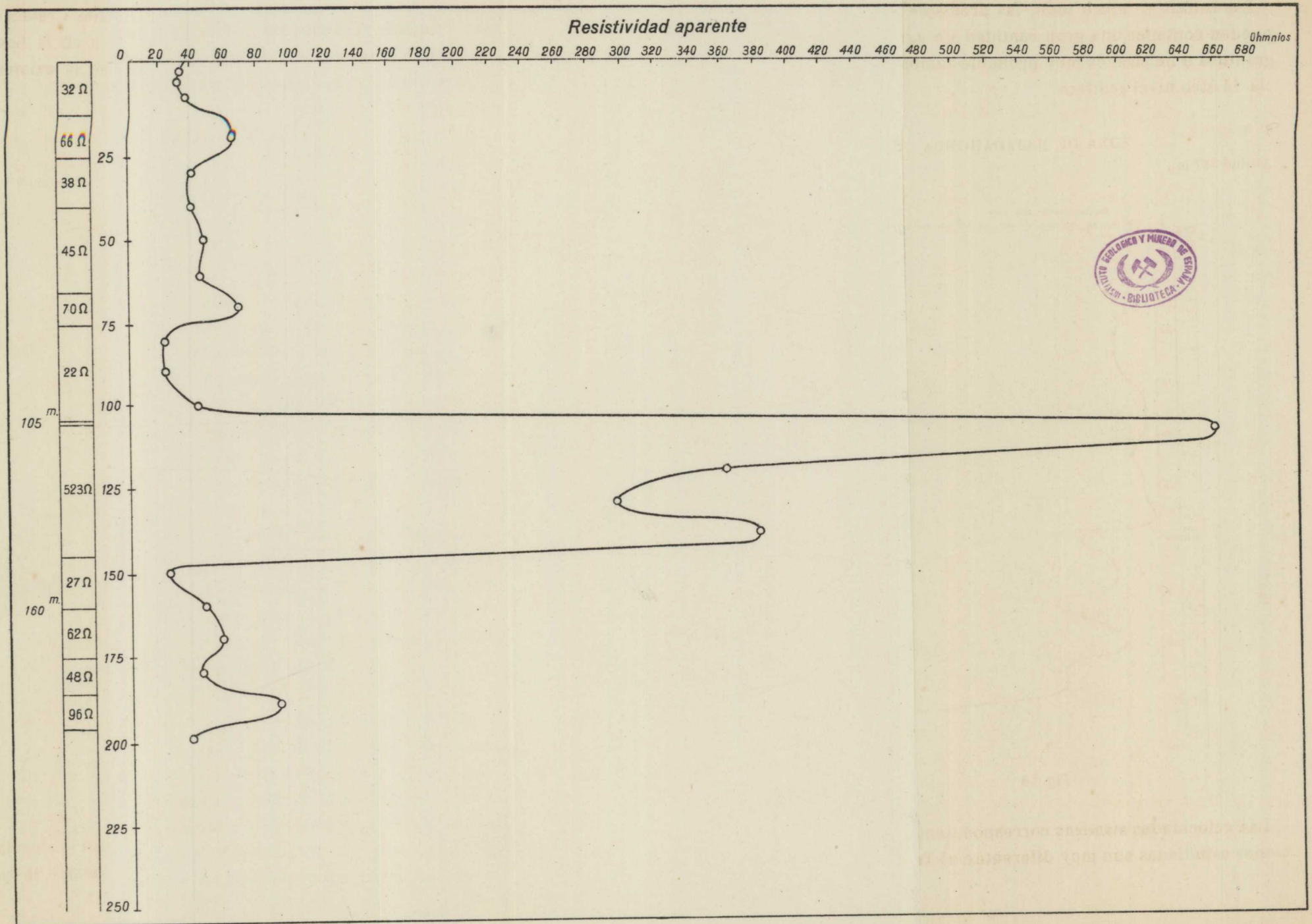
Las velocidades sísmicas correspondientes a las formaciones estudiadas son muy diferentes: al Terciario le co-

INVESTIGACIÓN ELÉCTRICA EN LAS ROZAS (MADRID)

ZONA DE MAJADAHONDA

Sondeo n.º 9

Altitud 738 m.



responden unos 2.700 m/s.; a las calizas cretáceas unos 4.500; y, al granito, más de 6.000, así que será fácil comprobar la existencia de estas formaciones, si no se encuentran a una

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 730 m. Sondeo n.º 11

profundidad mayor de la investigación. Como límite má-

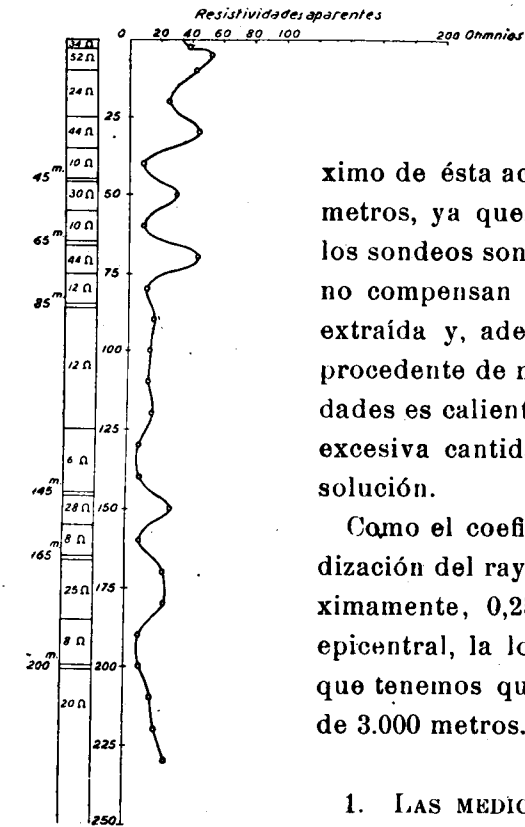


Fig. 59

ximo de ésta aceptamos la de 750 metros, ya que, pasando de ella los sondeos son tan costosos que no compensan el valor del agua extraída y, además, que el agua procedente de mayores profundidades es caliente y contiene una excesiva cantidad de sales en disolución.

Como el coeficiente de profundización del rayo sísmico es, próximamente, 0,25 de la distancia epicentral, la longitud del perfil que tenemos que investigar será de 3.000 metros.

1. LAS MEDICIONES SISMICAS.—

La línea sísmica observada consta de 15 estaciones y tiene la longitud total de 3.000 metros. Está dirigida desde el NE. al SO., o sea paralelamente a la dirección de estratificación probable de las capas infrayacentes. Los pozos para los hornillos explosivos se efectuaron en la cañada de la

Cuesta (véase la lámina XXI) y desde allí se colocaron las estaciones a lo largo de la línea, que atraviesa la carretera de El Escorial, poco después del kilómetro 3, y

ZONA DE MAJADAHONDA
Altitud 738 m. Sondeo n.º 12

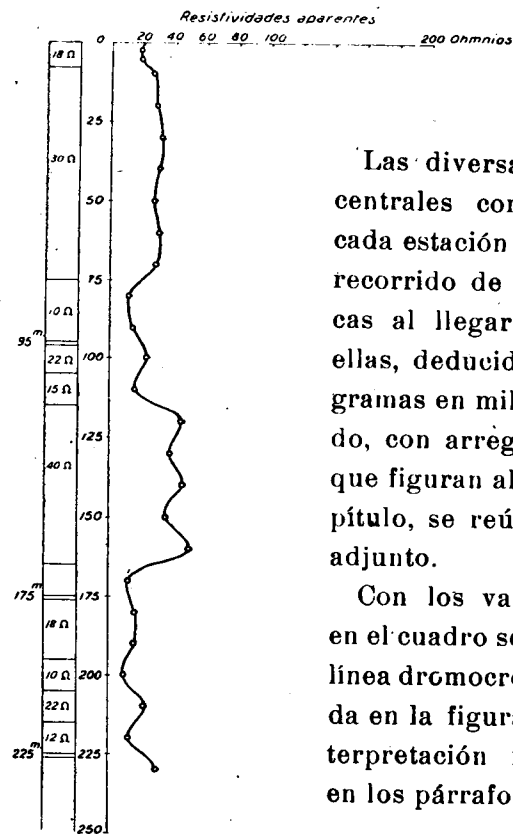


Fig. 60

de el origen de la línea hasta la estación 1 se encuentra una velocidad sísmica:

2. LA INTERPRETACIÓN DE LAS MEDICIONES SÍSMICAS.—Des-

de el origen de la línea hasta la estación 1 se encuentra una velocidad sísmica: sigue por la de Villanueva del Pardillo, hasta el camino de Picolejo. Las diversas distancias epicentrales correspondientes a cada estación y los tiempos de recorrido de las ondas sísmicas al llegar a cada una de ellas, deducidos de los sismogramas en milésimas de segundo, con arreglo a los cálculos que figuran al final de este Capítulo, se reúnen en el cuadro adjunto.

Con los valores contenidos en el cuadro se ha construido la línea dromocrónica representada en la figura 61, de cuya interpretación nos ocuparemos en los párrafos siguientes.

sigue por la de Villanueva del Pardillo, hasta el camino de Picolejo.

$$V_1 = \frac{0,200}{0,156} = 1.300 \text{ m/s.}$$

correspondiente a los aluviones cuaternarios que constituyen la superficie del terreno.

A partir de ella, todas las estaciones restantes constituyen una alineación única; la 13 y 14 están en una paralela a aquélla, a causa de un pequeño retraso en las dos estaciones, producido por la naturaleza del terreno donde se colocaron los sismógrafos, que originaba una amortiguación; en la 15, se manifiesta un efecto contrario, también, a causa de la estructura del terreno.

Estaciones	Kms.	T''
1	0,200	0,156
2	0,400	0,234
3	0,600	0,343
4	0,820	0,406
5	1,000	0,504
6	1,200	0,558
7	1,400	0,622
8	1,600	0,703
9	1,800	0,775
10	2,000	0,868
11	2,200	0,897
12	2,400	0,999
13	2,580	1,112
14	2,800	1,188
15	3,000	1,183

Las 1 y 2 tienen pequeñas diferencias de tiempo, respecto al correspondiente a la alineación, por causas análogas a las anteriores y por dificultades en la obtención de los sismogramas.

El conjunto, sin embargo, es de una concordancia completa, indicándonos la existencia de una formación estratigráfica única, a la que corresponde la velocidad característica

$$V_2 = V_{1-12} = \frac{2,400 - 0,200}{0,999 - 0,156} = \frac{2,200}{0,843} = 2.600 \text{ m/s.}$$

Esle parámetro sísmico caracteriza la formación terciaria superior, constituida por arenas y arcillas.

Queda, pues, demostrado que a la profundidad de 750 metros no se han cortado las capas acuíferas buscadas y que, por consiguiente, no podemos contar con la existencia de agua artésiana en la zona de Las Rozas.

§ 41. **Resumen.**—El trabajo sísmico nos ha manifestado la imposibilidad de encontrar agua artesiana en la zona estudiada, hasta la profundidad de 750 metros, que es más que suficiente para desechar la idea de un abastecimiento de esta naturaleza.

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS (MADRID)

Línea dromocrónica

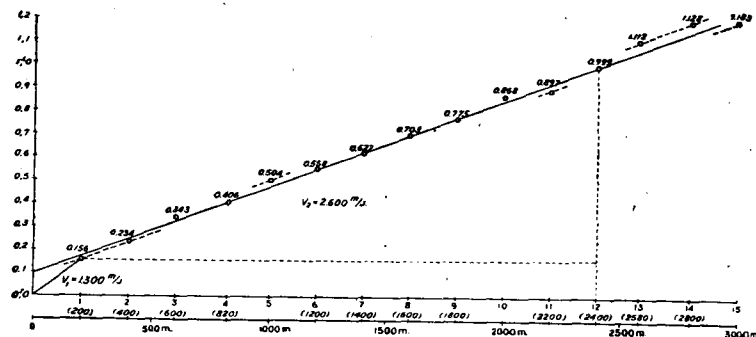


Fig. 61

La investigación eléctrica nos indica que existen varios niveles acuíferos, hasta la profundidad de 260 metros, que fué la adoptada como límite del trabajo.

No se puede afirmar que todos los niveles encontrados sean beneficiables para el abastecimiento de aguas del pueblo de Las Rozas, ya que las mediciones eléctricas no indican la cantidad de agua existente en un horizonte estratigráfico, sino que éste se encuentra húmedo o seco. Sin embargo, no es probable tampoco que todos sean tan escasos en su contenido de agua que no se puedan tener esperanzas fundadas de conseguir el deseado abastecimiento, por medio de un pozo maestro de 260 metros y galerías de captación en los diversos niveles.

Pudiera suceder que solamente uno de los niveles su-

periores bastase para suministrar toda el agua necesaria para el consumo de Las Rozas, y, en ese caso, el pozo no tendría más que unos 100 metros de profundidad.

Es muy probable que las capas situadas a más profundidad de los 100 metros sean ascendentes hasta ese nivel próximamente.

Es también muy probable que haya otros niveles acuíferos análogos, a mayor profundidad de la mencionada.

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de El Pardo

Sondeo eléctrico n.º 1

Observador Sr. Siñeriz

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centiamperios	ΔV Milivolios		K. l. Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centiamperios	ΔV Milivolios		K. l. Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
			E	I							E	ΔV			
2	10	1	3,1	20,370	3,77			20	480	1	15,0	1,0,08	903	4,8	4,8
		1	1,0	20,1,22		92,7	92,5								
2	20	1	2,2	5,1,40	15,6			20	320	1	16,0	1,0,05	1060		
				1,40		49,5	49,5							3,3	3,3
2	40	1	3,0	1,2,55	62,6			20	560	1	28,0	1,0,05	1229		
				1,2,55		53,5	53,3							2,2	2,2
2	80	1	12,0	1,1,80	251			20	600	1	6,5	1,0,01	1411		
				1,80		37,6	37,6							2,2	2,2
20	80	1	12,0	5,3,50	23,5			20	640	1	28,5	1,0,01	1506		
				5,3,52		34,3	34,3							0,5	0,5
20	120	1	12,0	5,0,92	54,9			20	680	1	11,0	1,0,01	1813		
						21	21,9							1,6	1,6
20	160	1	37,0	5,1,45	98,9			20	720	1	23,5	1,0,01	2033		
				1,45		19,3	19,3							0,9	0,9
20	200	1	27,0	1,4,05	155			20	760	1	2,7	1,0,01	2265		
				1,3,90		22,0	22,4							8,5	8,6
20	240	1	22,0	1,2,30	234			20	800	1	3,5	1,0,01	2510		
				2,30		23,5	23,5							7,4	7,3
20	280	1	35,0	1,2,27	306			20	840	1	7,0	1,0,07	2768		
				35,0		19,3	19,2							27,7	27,7
20	320	1	17,0	1,1,20	400			20	880	1	5,0	1,0,07	3038		
						28,2	28,2							42,5	42,8
20	360	1	6,0	1,0,15	507			20	920	1	30,0	1,0,05	3320		
				1,0,20		14,4	14,6							5,5	5,5
20	400	1	6,0	1,0,70	626			20	960	1	25,0	1,0,05	3616		
				1,0,60		67,5	67,2							7,2	7,2
20	440	1	32,0	1,0,90	758			20	1000	1	18,5	1,0,07	3923		
				1,0,90		21,2	21,2							14,8	14,8

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de El Pardo

Sondeo eléctrico n.º 2

Observador Sr. Targhetta

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centiamperios	ΔV Milivolios		K. l. Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centiamperios	ΔV Milivolios		K. l. Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
			E	I							E	ΔV			
2	10	1	1,5	200,0,50	3,77			20	480	1	8,7	1,0,10	903		
		1	1,2	200,0,45		261	261			1	5,0	1,0,09		10,0	10,1
		1	1,5	200,0,50						1	8,7	1,0,10			
2	20	1	0,8	50,0,15	15,6			20	520	1	7,5	1,0,10	1060		
		1	0,7	50,0,14		156	156			1	5,0	1,0,09		15,4	15,4
		1	0,8	50,0,15						1	7,5	1,0,10			
2	40	1	1,0	5,0,28	62,6			20	560	1	6,7	1,0,10	1229		
		1	0,9	5,0,25		87,0	87,2			1	7,5	1,0,09		17,0	16,6
		1	1,0	5,0,27						1	6,7	1,0,10			
2	80	1	1,2	1,0,10	251			20	600	1	7,5	1,0,09	1411		
		1	1,0	1,0,09		21,2	21,1			1	5,0	1,0,08		18,4	18,5
		1	1,2	1,0,10						1	7,5	1,0,09			
20	80	1	1,2	1,0,78	23,5			20	640	1	1,8	1,0,04	1506		
		1	1,0	0,0,77		16,3	16,2			1	1,6	1,0,03		31,9	31,9
		1	1,2	1,0,78						1	1,8	1,0,04			
20	120	1	4,5	1,0,92	54,9			20	680	1	2,2	1,0,03	1813		
		1	3,5	1,0,83		11,8	12,0			1	2,6	1,0,04		25,7	25,6
		1	4,5	1,0,92						1	2,2	1,0,03			
20	160	1	2,4	1,0,20	98,9			20	720	1	4,0	1,0,03	2033		
		1	2,0	1,0,17		8,2	8,2			1	4,0	1,0,03		15,8	15,9
		1	2,4	1,0,20						1	5,0	1,0,04			
20	200	1	3,5	1,0,18	155			20	760	1	7,4	1,0,03	2265		
		1	3,0	1,0,16		8,0	7,8			1	6,0	1,0,03		9,8	9,8
		1	3,5	1,0,18						1	7,4	1,0,03			
20	240	1	2,2	1,0,09	224			20	800	1	7,6	1,0,03	2510		
		1	2,0	1,0,08		9,0	8,9			1	6,0	1,0,03		10,4	10,2
		1	2,2	1,0,09						1	7,6	1,0,03			
20	280	1	1,3	1,0,08	306			20	840	1	1,9	1,0,02	2768		
		1	1,2	1,0,07		18,5	18,5			1	1,7	1,0,02		34,6	34,8
		1	1,3	1,0,08						1	2,0	1,0,03			
20	320	1	2,0	1,0,08	400			20	880	1	10,0	1,0,04	3038		
		1	1,8	1,0,07		15,8	15,8			1	7,5	1,0,04		13,2	13,1
		1	2,0	1,0,08						1	10,0	1,0,04			
20	360	1	1,8	1,0,08	507			20	920	1	20,0	1,0,04	3320		
		1	1,5	1,0,07		23,2	23,3			1	15,0	1,0,03		6,6	6,6
		1	1,8	1,0,08						1	20,0	1,0,04			
20	400	1	15,0	1,0,18	626			20	960	1	23,7	1,0,05	3616		
		1	12,5	1,0,15		7,5	7,5			1	17,5	1,0,04		7,8	7,8
		1	15,0	1,0,17						1	23,7	1,0,05			
20	440	1	18,7	1,0,15	758			20	1000	1	21,2	1,0,05	3923		
		1	15,0	1,0,14		6,6	6,8			1	15,0	1,0,04		9,6	9,6
		1	18,7	1,0,15						1	21,2	1,0,05			

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 1

Observador Sr. Siñeriz

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{A B}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centímetros		Δ V Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centímetros		Δ V Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I							E	I				
2	10	1	4,0	5 2,65	3,77			20	480	1	40,0	1	1,87	903	
.	.	.	.	.	.	12,0	12,2	.	.	.	140,0	.	11,90	.	44,0 43,7
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	140,0	.	12,00	.	.
2	20	1	6,0	13,95	15,6			20	520	1	40,0	1	1,47	1060	
.	.	1	1,5	10,87	.	9,0	9,4	.	.	.	140,0	.	11,45	.	38,0 37,6
.	.	1	1,5	10,90	.	.	.	.	.	.	140,0	.	11,30	.	.
2	40	1	4,0	10,87	62,6			20	560	1	35,0	1	0,95	1229	
.	.	1	12,5	12,68	.	12,0	12,7	.	.	.	35,0	.	1,10	.	36,0 35,8
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	35,0	.	1,1,00	.	.
2	80	1	10,0	10,95	251			20	600	1	30,0	1	0,82	1411	
.	.	1	1,5	10,10	.	19,0	19,6	.	.	.	30,0	.	0,80	.	37,0 37,4
.	.	1	5,0	10,30	.	.	.	.	.	.	30,0	.	0,80	.	.
20	80	1	5,0	5 1,35	23,5			20	640	1	50,0	1	1,15	1506	
.	.	1	5,0	5 1,22	.	29,0	29,6	.	.	.	50,0	.	11,20	.	37,0 36,9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50,0	.	.	.	.
20	120	1	3,0	13,10	54,9			20	680	1	8,0	1	1,02	1813	
.	.	.	.	3,97	.	65,0	64,0	.	.	.	8,0	.	1,05	.	7,7 7,9
.	.	.	.	3,30	.	.	.	.	.	.	8,0	.	.	.	.
20	160	1	8,0	5 1,15	98,9			20	720	1	6,0	1	1,05	2033	
.	.	1	7,5	5 1,15	.	77,0	76,0	.	.	.	6,0	.	.	.	17,0 17,0
.	.	1	1,5	1 0,95	.	.	.	.	.	.	6,0	.	.	.	.
.	.	1	1,5	1 1,50	.	.	.	.	.	.	6,0	.	.	.	.
20	200	1	6,5	5 0,75	155			20	760	1	8,0	1	1,05	2265	
.	.	1	6,5	5 0,75	.	90,0	89,8	.	.	.	8,0	.	.	.	14,0 14,1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,0	.	.	.	.
20	240	1	3,0	10,90	224			20	800	1	4,0	1	1,05	2510	
.	.	1	15,0	14,20	.	66,0	66,0	.	.	.	4,0	.	.	.	31,0 31,2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,0	.	.	.	.
20	280	1	3,0	10,30	306			20	840	1	50,0	1	0,80	2768	
.	.	.	.	0,27	.	28,0	27,5	.	.	.	50,0	.	0,80	.	43,0 43,7
.	.	1	15,0	1,15	.	.	.	.	.	.	50,0	.	.	.	.
20	320	1	12,5	1 1,25	400			20	880	1	6,0	1	1,05	3038	
.	.	.	.	.	.	40,0	40,0	.	.	.	6,0	.	.	.	78,0 77,0
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6,0	.	.	.	.
20	360	1	7,0	1 0,85	507			20	920	1	50,0	1	0,80	3320	
.	.	1	7,5	1 0,80	.	58,0	57,9	.	.	.	50,0	.	0,80	.	53,0 53,0
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50,0	.	.	.	.
20	400	1	9,0	10,60	626			20	960	1	35,0	1	1,02	3616	
.	.	1	9,0	10,80	.	43,7	43,7	.	.	.	35,0	.	.	.	2,5 2,4
.	.	1	30,0	12,00	.	.	.	.	.	.	35,0	.	.	.	.
20	440	1	15,0	1 0,82	758			20	1000	1	50,0	1	0,25	3923	
.	.	1	25,0	1 1,52	.	47,0	47,8	.	.	.	50,0	.	1,030	.	22,0 21,8
.	.	1	25,0	1 1,85	.	.	.	.	.	.	50,0	.	.	.	.

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 2

Observador Sr. Siñeriz

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{A B}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centímetros		Δ V Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centímetros		Δ V Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I							E	I				
2	10	1	5,5	20 2,05	3,77			20	480	1	40,0	1	0,70	903	
.	.	1	2,0	5 2,40	.	26,6	25,8	.	.	1	40,0	1	0,70	.	16,0 16,0
2	20	1	7,0	5 2,35	15,6			20	520	1	40,0	1	0,85	1060	
.	.	1	7,0	5 2,42	.	26,6	26,3	.	.	1	40,0	1	0,85	.	22,5 22,2
2	40	1	3,5	11,27	62,6			20	560	1	8,0	1	0,10	1229	
.	.	1	13,7	5 1,20	.	26,4	26,2	.	.	1	8,0	1	0,10	.	15,6 15,3
2	80	1	17,5	1 1,18	251			20	600	1	20,0	1	0,22	1411	
.	.	1	17,5	1 1,20	.	17,2	17,6	.	.	1	20,0	1	0,22	.	15,5 15,5
20	80	1	17,5	5 2,5	23,5			20	640	1	6,0	1	0,10	1506	
.	.	1	17,5	5 2,4	.	16,5	16,5	.	.	1	6,0	1	0,10	.	25,1 25,1
20	120	1	22,0	5 1,22	54,9			20	680	1	2,5	1	0,05	1813	
.	.	1	22,0	5 1,20	.	15,2	15,1	.	.	1	2,5	1	0,05	.	36,2 36,1
20	160	1	30,0	5 0,95	98,9			20	720	1	2,0	1	0,02	2033	
.	.	1	30,0	5 0,95	.	15,6	15,8	.	.	1	2,0	1	0,02	.	20,3 20,1
20	200	1	4,5	1 0,25	155			20	760	1	2,0	1	0,05	2265	
.	.	.	.	.	.	8,7	8,7	.	.	.	2,0	1	0,05	.	56,5 56,5
20	240	1	15,0	1 1,45	224			20	800	1	4,5	1	0,07	2510	
.	.	1	15,0	1 1,40	.	21,2	21,2	.	.	1	4,5	1	0,07	.	39,0 39,0
20	280	1	24,0	1 1,30	306			20	840	1	3,0	1	0,02	2768	
.	.	1	24,0	1 1,30	.	16,6	16,8	.	.	1	3,0	1	0,02	.	18,4 18,2
20	320	1	9,0	1 0,25	400			20	880	1	9,0	1	0,10	3038	
.	.	.	.	.	.	11,1	11,0	.	.	1	9,0	1	0,10	.	34,0 34,0
20	360	1	7,5	1 0,15	507			20	920	1	19,0	1	0,05	3320	
.	.	.	.	.	.	10,2	10,1	.	.	.	19,0	1	0,05	.	8,7 8,6
20	400	1	8,0	1 0,10	626			20	960	1	17,5	1	0,01	3616	
.	.	1	8,0	1 0,10	.	7,9	8,0	.	.	1	17,5	1	0,01	.	20,6 20,8
20	440	1	50,0	1 1,20	758			20	1000	1	6,5	1	0,10	3923	
.	.	1	50,0	1 1,20	.	18,4	18,2	.	.	1	6,5	1	0,10	.	60,2 60,1

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 3

Observador Sr. Siñeriz

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l.$

$K = 0,785 \left[\left(\frac{A}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centiamperios		ΔV Milivolios	K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centiamperios		ΔV Milivolios	K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I								E	I					
		E	I								E	I					
2	10	1	6,0	20,285	3,77				20	480	1	25,0	1	0,25	903		
		1	6,0	20,280			36,3	36,6						0,25		9,0	9,0
2	20	1	4,2	5,145	15,6				20	520	1	15,0	1	0,32	1060		
				5,140			26,4	26,2						0,32		22,6	22,5
2	40	1	6,5	11,75	62,6				20	560	1	19,0	1	0,35	1229		
				1,70			16,6	16,8						0,35		22,6	22,6
2	80	1	8,0	10,30	251				20	600	1	23,0	1	0,35	1411		
				0,25			8,5	8,8						0,32		20,5	20,5
20	80	1	17,5	52,55	23,5				20	640	1	10,0	1	0,05	1506		
				2,60			17,3	17,2								7,6	7,8
20	120	1	23,5	51,40	54,9				20	680	1	12,0	1	0,15	1813		
				1,40			17,8	17,4						0,22		28,0	28,0
20	160	1	8,0	11,30	98,9				20	720	1	7,0	1	0,15	2033		
				1,30			16,1	16,0						0,10		36,3	36,3
20	200	1	22,0	12,00	155				20	760	1	10,0	1	0,15	2265		
				2,00			14,1	14,0						0,17		36,3	36,4
20	240	1	15,0	10,87	224				20	800	1	7,0	1	0,05	2510		
				0,90			13,2	13,2								17,9	18,0
20	280	1	4,0	10,12	306				20	840	1	7,0	1	0,05	2768		
				0,30			10,7	10,3								19,8	19,9
20	320	1	3,5	10,07	400				20	880	1	9,0	1	0,05	3038		
							8,0	8,0								16,9	17,0
20	360	1	4,0	10,05	507				20	920	1	22,0	1	0,15	3320		
							6,3	6,2						0,15		22,6	22,6
20	400	1	2,0	10,05	626				20	960	1	12,5	1	0,15	3616		
							15,6	15,8								43,5	43,5
20	440	1	40,0	11,00	758				20	1000	1	15,0	1	0,15	3923		
				1,00			19,0	19,0								39,2	39,2

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 4

Observador Sr. Siñeriz

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{A}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centiamperios		ΔV Milivolios	K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centiamperios		ΔV Milivolios	K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I								E	I					
		E	I								E	I					
2	10	1	1,0	15,00	3,77				20	480	1	5,5	1	0,10	903		
				50,95			18,4	18,5						0,10		16,4	16,5
2	20	1	4,0	5,107	15,6				20	520	1	7,0	1	0,10	1060		
				5,107			20,8	20,7						0,10		15,1	15,1
2	40	1	10,0	12,80	62,6				20	560	1	5,5	1	0,05	1229		
				12,77			17,4	17,5								11,2	11,1
2	80	1	35,0	12,20	251				20	600	1	12,0	1	0,12	1411		
				10,97			13,5	13,7						0,10		13,9	13,8
20	80	1	17,0	5,170	23,5				20	640	1	47,0	1	0,35	1506		
				5,165			11,6	11,5						0,17		11,7	11,8
20	120	1	7,5	5,017	54,9				20	680	1	15,0	1	0,14	1813		
				0,15			5,9	5,7						0,14		16,9	16,9
20	160	1	30,0	14,15	98,9				20	720	1	34,0	1	0,25	2033		
				14,10			13,5	13,7						0,22		14,0	13,8
20	200	1	25,0	12,12	155				20	760	1	8,0	1	0,05	2265		
				12,15			13,2	13,1								14,2	14,2
20	240	1	10,0	10,45	224				20	800	1	20,0	1	0,15	2510		
				10,50			10,6	10,5						0,17		20,1	20,0
20	280	1	35,0	11,45	306				20	840	1	30,0	1	0,13	2768		
				11,45			12,7	12,7						0,15		12,9	12,9
20	320	1	5,5	10,15	400				20	880	1	5,0	1	0,05	3038		
				10,15			10,9	10,9								30,4	30,4
20	360	1	40,0	11,27	507				20	920	1	30,0	1	0,17	3320		
				11,20			16,3	16,0						0,15		17,7	17,7
20	400	1	20,0	10,30	626				20	960	1	30,0	1	0,20	3616		
				10,40			11,0	11,0						0,20		24,1	24,0
20	440	1	3,0	10,05	758				20	1000	1	27,0	1	0,10	3923		
				10,15			17,8	17,9						0,10		14,5	14,5

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 7

Observador Sr. Bances

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centiamperios		ΔV Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centiamperios		ΔV Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I							E	I				
2	10	1	8,0	20 2,57	3,77			20	480	1	6,0	1 0,15	903		
				20 2,55		24,2	24,1							22,6	22,5
2	20	1	20,0	20 1,27	15,6			20	520	1	3,5	1 0,02	1060		
						19,8	19,8							6,1	6,1
2	40	1	14,0	1 4,72	62,6			20	560	1	3,0	1 0,01	1229		
				4,70		21,2	21,1							4,1	4,1
2	80	1	16	1 1,3	251			20	600	1	10,0	1 0,15	1411		
						20,4	20,5							21,1	21,0
20	80	1	16,0	5 2,55	23,5			20	640	1	7,0	1 0,07	1506		
						18,4	18,6							15,1	15,1
20	120	1	16,0	5 1,15	54,9			20	680	1	7,5	1 0,01	1813		
				5 1,15		19,7	19,7							2,4	2,4
20	160	1	19,0	5 0,67	98,9			20	720	1	5,7	1 0,02	2033		
						17,5	17,5							7,1	7,1
20	200	1	19,0	1 2,32	155			20	760	1	4,0	1 0,01	2265		
				2,40		19,3	19,3							5,7	5,7
20	240	1	4,5	1 0,27	224			20	800	1	15,0	1 0,50	2510		
				0,30		14,2	14,1							50,0	50,0
20	280	1	4,2	1 0,22	306			20	840	1	50,0	1 0,30	2768		
				4,2	1 0,25		17,2	17,0						16,6	16,6
20	320	1	10,0	1 0,32	400			20	880	1	43,0	1 0,25	3038		
				0,35		13,4	13,3					0,25		17,7	17,6
20	360	1	9,0	1 0,27	507			20	920	1	7,0	1 0,01	3320		
						15,2	15,2							4,7	4,7
20	400	1	9,0	1 0,02	626			20	960	1	15,0	1 0,05	3616		
						1,4	1,4							12,0	12,0
20	440	1	10,0	1 0,15	758			20	1000	1	2,4	1 0,01	3923		
						11,4	11,3							16,3	16,3

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 8

Observador Sr. Cantos

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centiamperios		ΔV Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centiamperios		ΔV Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I							E	I				
2	10	1	4,8	50 0,52	3,77	20,1	20,2	20	480	1	24,0	1 0,30	903	11,9	11,7
				50 0,51							1 25,0	1 0,30			
				50 0,80							1 8,3	1 0,13			
2	20	1	6,0	20 0,33	15,6	16,9	16,8	20	520	1	6,75	1 0,10	1060	14,5	14,7
				20 0,28							1 15,0	1 0,20			
				5 1,22							1 15,0	1 0,20			
2	40	1	3,8	1 0,80	62,6	13,4	13,3	20	560	1	4,0	1 0,08	1229	24,4	24,3
				1 0,80							1 3,0	1 0,07			
				1 0,85							1 4,0	1 0,07			
2	80	1	4,5	1 0,16	251	9,1	9,0	20	600	1	2,0	1 0,06	1411	39,3	40,0
				1 0,16							1 1,7	1 0,05			
				1 0,18							1 2,0	1 0,05			
20	80	1	5,0	5 0,50	23,5	11,6	11,5	20	640	1	10,0	1 0,10	1506	15,7	15,6
				5 0,50							1 8,0	1 0,09			
				1 2,40							1 10,0	1 0,10			
20	120	1	27,5	5 1,18	54,9	28,0	28,0	20	680	1	34,0	1 0,20	1813	11,6	12,0
				5 0,80							1 10,0	1 0,10			
				1 25,0	5 1,08						1 34,0	1 0,20			
20	160	1	9,75	5 0,28	98,9	11,6	11,3	20	720	1	11,0	1 0,12	2033	27,9	27,5
				5 0,28							1 11,5	1 0,13			
				1 1,08							1 6,0	1 0,06			
20	200	1	4,8	1 0,35	155	11,6	11,8	20	760	1	12,7	1 0,10	2265	18,4	19,0
				1 0,25							1 11,5	1 0,10			
				1 0,30							1 12,7	1 0,10			
20	240	1	4,9	1 0,28	224	11,8	11,5	20	800	1	25,0	1 0,17	2510	16,5	16,6
				1 0,18							1 8,2	1 0,05			
				1 0,18							1 12,5	1 0,08			
20	280	1	3,5	1 0,13	306	12,3	12,7	20	840	1	30,0	1 0,17	2768	15,5	15,5
				1 0,12							1 20,0	1 0,10			
				1 0,14							1 30,0	1 0,18			
20	320	1	4,5	1 0,15	400	12,9	12,4	20	880	1	26,0	1 0,11	3038	19,8	19,5
				1 0,10							1 20,0	1 0,10			
				1 0,15							1 20,0	1 0,09			
20	360	1	1,8	1 0,08	507	19,7	19,8	20	920	1	18,0	1 0,10	3320	19,0	19,0
				1 0,07							1 10,0	1 0,06			
				1 0,06							1 17,5	1 0,10			
20	400	1	14,0	1 0,28	626	13,4	13,3	20	960	1	6,5	1 0,09	3616	43,6	43,5
				1 0,16							1 5,0	1 0,06			
				1 0,15							1 5,0	1 0,05			
20	440	1	3,8	1 0,16	758	31,3	31,2	20	1000	1	8,0	1 0,05	3923	21,5	21,2
				1 0,16							1 7,5	1 0,03			
				1 0,15							1 8,0	1 0,05			

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 9

Observador Sr. Cantos

$$\text{Fórmulas: } \rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot L. \quad K = 0,785 \left[\left(\frac{A \cdot B}{l} \right)^2 - 1 \right]$$

l	AB	Centiamperos	Δ V		K.l	Decímetros	ρ Ohmios m²/m	ρ Promedios	l	AB	Centiamperos	Δ V		K.l	Decímetros	ρ Ohmios m²/m	ρ Promedios
			E	Δ V								E	Δ V				
2	10	1	4,2	50,0,48	3,77			20	480	1	10,5	1,0,18	903				
2	10	1	4,4	50,0,52				20	480	1	10,5	1,0,17			16,5	16,3	
2	10	1	4,4	50,0,52				20	480	1	7,5	1,0,17					
2	20	1	2,5	50,0,56	15,6			20	520	1	3,5	1,0,10	1060				
2	20	1	2,5	50,0,55			18,5	18,4	20	520	1	3,0	1,0,09			30,8	30,8
2	20	1	2,2	50,0,60					20	520	1	3,5	1,0,10				
2	40	1	2,8	10,60	62,6			20	560	1	17,5	1,0,08	1229				
2	40	1	3,6	10,74					20	560	1	15,0	1,0,08			5,9	6,0
2	40	1	3,0	10,64					20	560	1	17,5	1,0,08				
2	80	1	12,0	10,60	251			20	600	1	13,5	1,0,07	1411				
2	80	1	10,0	10,55					20	600	1	13,6	1,0,07			7,8	7,9
2	80	1	12,5	10,58					20	600	1	10,0	1,0,06				
20	80	1	13,2	20,0,32	23,5			20	640	1	6,2	1,0,04	1506				
20	80	1	10,5	20,0,25			11,5	11,6	20	640	1	5,0	1,0,03			9,5	9,6
20	80	1	13,0	20,0,33					20	640	1	6,2	1,0,04				
20	120	1	14,0	50,0,72	54,9			20	680	1	10,0	1,0,06	1813				
20	120	1	12,5	50,0,67			14,2	14,1	20	680	1	10,0	1,0,06			11,0	11,0
20	120	1	15,0	50,0,75					20	680	1	8,0	1,0,05				
20	160	1	10,0	50,0,22	98,9			20	720	1	9,0	1,0,06	2033				
20	160	1	9,2	11,30			11,8	11,7	20	720	1	7,0	1,0,05			12,9	13,0
20	160	1	9,2	50,0,20					20	720	1	6,0	1,0,03				
20	200	1	4,4	10,18	155			20	760	1	8,5	1,0,03	2265				
20	200	1	4,0	10,20			7,0	7,1	20	760	1	7,0	1,0,03			8,8	8,9
20	200	1	4,0	10,18					20	760	1	5,0	1,0,02				
20	240	1	5,7	10,20	224			20	800	1	16,2	1,0,12	2510				
20	240	1	4,0	10,16			8,5	8,6	20	800	1	12,5	1,0,09			18,1	18,0
20	240	1	4,0	10,16					20	800	1	7,5	1,0,05				
20	280	1	3,3	10,16	306			20	840	1	26,0	1,0,13	2768				
20	280	1	4,3	10,18			13,2	13,1	20	840	1	10,0	1,0,05			13,9	13,9
20	280	1	4,3	10,18					20	840	1	20,0	1,0,10				
20	320	1	6,8	10,16	400			20	880	1	45,0	1,0,20	3038				
20	320	1	7,0	10,17			10,4	10,2	20	880	1	30,0	1,0,14			14,3	14,2
20	320	1	5,0	10,16					20	880	1	20,0	1,0,10				
20	360	1	3,5	10,15	507			20	920	1	30,0	1,0,10	3320				
20	360	1	3,5	10,42			18,3	18,1	20	920	1	20,0	1,0,06			11,1	11,0
20	360	1	3,0	10,09					20	920	1	10,0	1,0,04				
20	400	1	6,5	10,10	626			20	960	1	10,0	1,0,04	3616				
20	400	1	9,8	10,17			10,6	10,4	20	960	1	26,0	1,0,07			11,0	11,1
20	400	1	9,8	10,17					20	960	1	20,0	1,0,06				
20	440	1	13,0	10,17	758			20	1000	1	28,0	1,0,10	3923				
20	440	1	10,0	10,16			10,5	10,3	20	1000	1	20,0	1,0,07			13,6	13,8
20	440	1	13,0	10,17					20	1000	1	15,0	1,0,05				

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 10

Observador Sr. Cantos

$$\text{Fórmulas: } \rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot L. \quad K = 0,785 \left[\left(\frac{A \cdot B}{l} \right)^2 - 1 \right]$$

l	AB	Centiamperos	Δ V		K.l	Decímetros	ρ Ohmios m²/m	ρ Promedios	l	AB	Centiamperos	Δ V		K.l	Decímetros	ρ Ohmios m²/m	ρ Promedios
			E	Δ V								E	Δ V				
2	10	1	13,0	50,0,72	3,77			20	480	1	4,2	1,0,04	903				
2	10	1	10,0	50,0,55				20	480	1	3,1	1,0,03			7,8	7,8	
2	10	1	12,5	50,0,72			10,6	10,5	20	480	1	3,1	1,0,02				
2	20	1	11,2	20,0,32	15,6			20	520	1	3,6	1,0,03	1060				
2	20	1	11,2	20,0,30			9,3	9,2	20	520	1	3,0	1,0,03			8,9	8,8
2	20	1	7,5	50,0,87					20	560	1	2,8	1,0,02				
2	40	1	23,0	50,0,67	62,6			20	560	1	11,5	1,0,09	1229				
2	40	1	11,2	50,0,32			8,9	8,8	20	560	1	7,5	1,0,05			8,8	8,8
2	40	1	15,0	12,0,5					20	560	1	11,5	1,0,08				
2	80	1	7,2	10,30	251			20	600	1	3,0	1,0,03	1411				
2	80	1	4,5	10,17			9,9	9,8	20	600	1	2,4	1,0,02			13,3	13,3
2	80	1	4,5	10,17					20	600	1	3,0	1,0,03				
20	80	1	10,0	50,0,90	23,5			20	640	1	2,4	1,0,02	1506				
20	80	1	7,2	50,0,60			10,3	10,5	20	640	1	2,0	1,0,02			11,5	11,4
20	80	1	10,0	50,0,87					20	640	1	2,0	1,0,01				
20	120	1	4,4	10,80	54,9			20	680	1	7,0	1,0,03	1813				
20	120	1	3,2	10,60			10,2	10,2	20	680	1	5,0	1,0,02			7,1	7,1
20	120	1	4,2	10,77					20	680	1	5,0	1,0,02				
20	160	1	10,5	10,98	98,9			20	720	1	7,2	1,0,03	2033				
20	160	1	7,2	10,69			9,5	9,5	20	720	1	5,0	1,0,03			11,0	11,0
20	160	1	10,5	11,02					20	720	1	5,0	1,0,03				
20	200	1	4,8	10,30	155			20	760	1	27,0	1,0,12	2265				
20	200	1	3,4	10,20			9,3	9,3	20	760	1	15,0	1,0,08			10,8	10,8
20	200	1	3,4	10,20					20	760	1	15,0	1,0,07				
20	240	1	4,1	10,18	224			20	800	1	5,0	1,0,03	2510				
20	240	1	6,4	10,28			9,9	9,6	20	800	1	5,0	1,0,03			14,0	14,0
20	240	1	4,1	10,18					20	800	1	4,0	1,0,02				
20	280	1	6,7	10,18	306			20	840	1	21,0	1,0,09	2768				
20	280	1	14,5	10,48			9,1	9,3	20	840	1	15,0	1,0,07			12,2	12,2
20	280	1	9,0	10,28					20	840	1	21,0	1,0,09				
20	320	1	8,0	10,18	400			20	880	1	5,0	1,0,02	3038				
20	320	1	5,0	10,13			9,8	9,6	20	880	1	3,6	1,0,01			8,5	8,6
20	320	1	7,5	10,19					20	880	1	5,0	1,0,01				
20	360	1	3,5	10,05	507			20	920	1	24,2	1,0,08	3320				
20	360	1	3,0	10,04			7,0	6,9	20	920	1	10,0	1,0,04			12,5	12,2
20	360	1	3,0	10,04					20	920	1	10,0	1,0,04				
20	400	1	6,2	10,10	626			20	960	1	3,6	1,0,01	3616				
20	400	1	9,8	10,16			10,1	10,1	20	960	1	3,0	1,0,01			7,0	7,0
20	400	1	9,8	10,16					20	960	1	3,6	1,0,00				
20	440	1	3,6	10,07	758			20	1000	1	3,3	1,0,01	3923				
20	440	1	3,0	10,06			15,0	14,8	20	1000	1	3,0	1,0,01			12,0	12,1
20	440	1	3,0	10,05					20	1000	1	3,3	1,0,01				

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 11

Observador Sr. Cantos

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K.l.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{A B}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centíam- perios		ΔV Milivol- tios		K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centíam- perios		ΔV Milivol- tios		K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I	E	ΔV							E	I	E	ΔV				
2	10	1	10,0	50	0,34	3,77				20	480	1	8,5	10,11	903				
		1	50,0	200	0,34			6,1	6,1			1	7,5	10,10		12,2	12,0		
		1	10,0	50	0,34							1	5,0	10,07					
2	20	1	26,0	20	0,53	15,6				20	520	1	12,5	10,14	1060				
		1	26,0	20	0,53			6,2	6,2			1	10,0	10,10		11,5	11,6		
		1	15,0	20	0,30							1	12,5	10,14					
2	40	1	40,0	20	0,25	62,6				20	560	1	5,4	10,07	1229				
		1	30,0	5	0,82			8,3	8,3			1	4,2	10,05		14,4	14,2		
		1	30,0	5	0,86							1	4,0	10,04					
2	80	1	80,0	5	0,65	251				20	600	1	3,8	10,04	1411				
		1	72,0	1	2,70			10,2	10,2			1	3,0	10,03		15,0	14,9		
		1	72,0	1	2,72							1	4,0	10,05					
20	80	1	82,0	50	0,72	23,5				20	640	1	5,0	10,06	1506				
		1	20,0	20	0,45			10,4	10,4			1	4,0	10,04		15,4	15,3		
		1	40,0	20	0,90							1	3,4	10,03					
20	120	1	60,0	20	0,58	54,9				20	680	1	9,0	10,04	1813				
		1	20,0	20	0,19			10,5	10,3			1	7,0	10,03		8,4	8,6		
		1	30,0	20	0,28							1	6,0	10,03					
20	160	1	12,5	1	1,35	98,9				20	720	1	19,5	10,10	2033				
		1	10,0	1	1,15			10,9	11,0			1	15,0	10,09		11,4	11,3		
		1	12,5	1	1,37							1	7,5	10,04					
20	200	1	7,2	1	0,50	155				20	760	1	3,2	10,04	2265				
		1	3,7	1	0,25			10,5	10,7			1	2,5	10,03		25,0	25,1		
		1	2,5	1	0,16							1	3,2	10,03					
20	240	1	5,8	1	0,25	224				20	800	1	5,4	10,04	2510				
		1	4,0	1	0,18			9,9	10,0			1	3,7	10,03		17,6	17,8		
		1	4,0	1	0,18							1	3,7	10,02					
20	280	1	7,0	1	0,26	306				20	840	1	4,0	10,02	2768				
		1	4,4	1	0,17			11,6	11,5			1	3,0	10,02		15,2	15,2		
		1	4,4	1	0,17							1	4,0	10,02					
20	320	1	5,7	1	0,17	400				20	880	1	3,7	10,02	3038				
		1	11,0	1	0,32			11,8	11,8			1	3,0	10,01		12,2	12,2		
		1	5,7	1	0,17							1	3,0	10,01					
20	360	1	3,6	1	0,10	507				20	920	1	9,0	10,02	3320				
		1	3,0	1	0,07			13,5	13,3			1	8,0	10,02		7,6	7,6		
		1	3,6	1	0,10							1	9,0	10,02					
20	400	1	9,6	1	0,18	626				20	960	1	4,0	10,01	3616				
		1	7,0	1	0,13			11,7	11,7			1	3,0	10,01		9,9	10,1		
		1	7,0	1	0,13							1	4,0	10,01					
20	440	1	50,0	1	0,75	758				20	1000	1	2,0	10,01	3923				
		1	40,0	1	0,59			11,3	11,5			1	2,0	10,00		18,6	18,6		
		1	50,0	1	0,80							1	2,0	10,00					

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Las Rozas

Sondeo eléctrico n.º 12

Observador Sr. Cantos

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K.l.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{A B}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centíam- perios		ΔV Milivol- tios		K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centíam- perios		ΔV Milivol- tios		K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I	E	ΔV							E	I	E	ΔV				
2	10	1	9,5	20	1,63	3,77				20	480	1	17,5	10,15	903				
		1	7,5	20	1,32			13,1	13,0			1	12,5	10,12		8,8	8,7		
		1	7,5	50	0,53							1	12,5	10,12					
2	20	1	17,2	50	0,19	15,6				20	520	1	17,5	10,15	1060				
		1	12,5	20	0,40			9,3	9,4			1	12,5	10,12		10,2	10,0		
		1	17,2	20	0,56							1	12,5	10,12					
2	40	1	13,2	11	0,90	62,6				20	560	1	25,0	10,20	1229				
		1	7,5	11	1,13			9,2	9,2			1	12,5	10,10		9,8	9,8		
		1	10,0	11	1,44							1	12,5	10,10					
2	80	1	9,2	10	0,36	251				20	600	1	28,0	10,18	1411				
		1	5,0	10	1,18			9,3	9,4			1	20,0	10,14		9,8	9,7		
		1	5,0	10	1,18							1	20,0	10,14					
20	80	1	7,0	12	0,33	23,5				20	640	1	11,0	10,08	1506				
		1	5,0	11	1,95			8,9	8,8			1	10,0	10,07		10,6	10,6		
		1	6,7	5	0,52							1	7,5	10,04					
20	120	1	19,2	5	0,72	54,9				20	680	1	32,0	10,16	1813				
		1	15,0	5	0,56			10,1	10,2			1	25,0	10,14		10,1	10,1		
		1	15,5	5	0,56							1	25,0	10,15					
20	160	1	5,7	5	0,13	98,9				20	720	1	15,0	10,10	2033				
		1	6,0	10	0,65			10,7	10,7			1	12,5	10,09		12,7	12,8		
		1	6,2	10	0,65							1	15,0	10,09					
20	200	1	2,8	10	0,17	155				20	760	1	16,0	10,09	2265				
		1	2,3	10	0,13			9,2	9,3			1	15,0	10,08		12,8	12,7		
		1	2,9	10	0,16							1	16,0	10,09					
20	240	1	12,5	10	0,60	224				20	800	1	25,0	10,09	2510				
		1	11,2	10	0,55			10,9	10,8			1	20,0	10,08		10,3	10,2		
		1	12,5	10	0,60							1	20,0	10,09					
20	280	1	50,0	11	1,72	306				20	840	1	5,0	10,01	2768				
		1	30,0	11	1,03			10,2	10,3			1	5,0	10,01		5,4	5,4		
		1	25,0	10	0,85							1	5,0	10,01					
20	320	1	30,0	10	0,78	400				20	880	1	5,0	10,01	3038				
		1	20,0	10	0,52			10,4	10,4			1	5,0	10,01		6,1	6,1		
		1	25,0	10	0,66							1	5,0	10,01					
20	360	1	30,0	10	0,57	507				20	920	1	4,8	10,00	3320				
		1	28,0	10	0,51			9,3	9,4			1	4,8	0,00		0,0	0,0		
		1	30,0	10	0,55							1	3,0	10,00					
20	400	1	27,9	10	0,40	626				20	960	1	3,0	10,00	3616				
		1	10,0	10	0,17			10,3	10,0			1	3,0	10,00		0,0	0,0		
		1	10,0	10	0,16							1	3,0	10,00					
20	440	1	7,6	10	0,09	758				20	1000	1	3,0	10,00	3923				
		1	6,0	10	0,08			10,0	9,9			1	3,0	10,00		0,0	0,0		
		1	7,6	10	1,00							1	3,0	10,00					

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS
Zona de Majadahonda

Sondeo eléctrico n.º 2

Observador Sr. Cantos

Fórmulas: rho = (Delta V / I) * K * l. K = 0,785 * [(A/B)^2 - 1]

Table with columns for l, AB, Centiam-perios, Milivol-tios, K.l, Decímetros, rho Ohmios m^2/m, Promedios, and a second set of identical columns.

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS
Zona de Majadahonda

Sondeo eléctrico n.º 3

Observador Sr. Cantos

Fórmulas: rho = (Delta V / I) * K * l. K = 0,785 * [(A/B)^2 - 1]

Table with columns for l, AB, Centiam-perios, Milivol-tios, K.l, Decímetros, rho Ohmios m^2/m, Promedios, and a second set of identical columns.

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Majadahonda

Sondeo eléctrico n.º 4

Observador Sr. Cantos

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{A B}{l} \right)^2 - 1 \right]$

I	AB	Centiamperios		$\frac{\Delta V}{I}$	K. l	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	I	AB	Centiamperios		$\frac{\Delta V}{I}$	K. l	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I							E	I				
2	10	1	3,0	20	1,15	3,77	29,9	30,0	20	480	1	17,5	10,45	903	23,0 22,8
		1	2,5	20	1,00						1	17,5	10,45		
		1	3,1	20	1,25						1	8,0	10,20		
2	20	1	5,0	5	2,05	15,6	31,2	31,2	20	520	1	5,0	10,15	1060	26,2 26,2
		1	5,6	20	0,55						1	6,0	10,15		
		1	3,5	20	0,35						1	6,0	10,12		
2	40	1	3,2	5	0,30	62,6	29,1	29,2	20	560	1	2,1	10,10	1229	55,2 54,0
		1	4,3	5	0,40						1	2,1	10,10		
		1	4,0	5	0,37						1	2,5	10,10		
2	80	1	0,8	10	0,20	251	62,9	63,0	20	600	1	10,0	10,15	1411	21,9 21,8
		1	0,7	10	0,18						1	7,5	10,14		
		1	0,8	10	0,20						1	11,0	10,15		
20	80	1	0,7	11	0,00	23,5	38,0	38,8	20	640	1	10,5	10,10	1506	14,5 14,5
		1	0,6	11	0,00						1	8,2	10,08		
		1	0,5	11	0,90						1	10,0	10,10		
20	120	1	7,0	13	5,00	54,9	27,5	27,5	20	680	1	3,0	10,09	1813	52,5 52,3
		1	7,0	13	5,00						1	3,0	10,09		
		1	10,0	5	1,10						1	3,0	10,08		
20	160	1	7,0	5	0,40	98,9	29,1	29,0	20	720	1	1,6	10,02	2033	22,5 22,6
		1	5,6	5	0,35						1	1,9	10,02		
		1	6,6	5	0,38						1	1,9	10,02		
20	200	1	9,0	5	0,35	155	31,3	31,1	20	760	1	2,2	10,02	2265	25,2 25,1
		1	8,5	5	0,35						1	2,0	10,03		
		1	8,0	11	1,65						1	2,0	10,02		
20	240	1	2,0	10	0,15	224	18,6	18,3	20	800	1	2,0	10,05	2510	53,9 54,0
		1	1,9	10	0,16						1	2,0	10,05		
		1	1,9	10	0,17						1	2,0	10,03		
20	280	1	2,3	10	0,16	306	19,5	19,2	20	840	1	5,9	10,07	2768	27,7 27,7
		1	3,0	10	0,18						1	5,0	10,05		
		1	3,0	10	0,19						1	5,0	10,04		
20	320	1	2,0	10	0,16	400	31,1	31,1	20	880	1	6,5	10,08	3038	35,0 35,0
		1	2,0	10	0,15						1	6,5	10,07		
		1	1,8	10	0,14										
20	360	1	4,0	10	0,16	507	21,2	20,6	20	920	1	11,5	10,06	3320	16,2 16,1
		1	4,0	10	0,15						1	11,5	10,05		
		1	4,2	10	0,20						1	7,5	10,04		
20	400	1	1,3	10	0,13	626	61,2	61,1	20	960	1	58,0	10,50	3616	33,6 33,8
		1	1,3	10	0,13						1	40,0	10,40		
		1	1,3	10	0,12						1	40,0	10,40		
20	440	1	4,0	10	0,16	758	31,1	31,1	20	1000	1	15,0	10,10	3923	25,6 25,8
		1	4,0	10	0,16						1	12,5	10,08		
		1	3,5	10	0,15										

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Majadahonda

Sondeo eléctrico n.º 5

Observador Sr. Cantos

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{A B}{l} \right)^2 - 1 \right]$

I	AB	Centiamperios		$\frac{\Delta V}{I}$	K. l	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	I	AB	Centiamperios		$\frac{\Delta V}{I}$	K. l	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I							E	I				
2	10	1	8,4	50	2,4	3,77	53,5	53,5	20	480	1	3,7	10,12	903	38,6 39,2
		1	8,4	200	0,6						1	3,7	10,17		
		1	10,0	200	0,7						1	3,2	10,16		
2	20	1	2,5	20	0,3	15,6	37,4	37,5	20	520	1	20,0	10,30	1060	15,0 15,2
		1	2,5	5	1,2						1	25,0	10,34		
		1	2,5	5	1,2						1	25,0	10,35		
2	40	1	17,5	5	1,9	62,6	33,8	34,0	20	560	1	13,0	10,30	1229	24,6 23,8
		1	20,0	5	2,2						1	13,0	10,24		
		1	22,5	20	0,6						1	10,0	10,18		
2	80	1	3,8	10	0,5	251	29,4	29,3	20	600	1	4,1	10,10	1411	36,6 36,3
		1	3,0	10	0,3						1	4,3	10,12		
		1	3,0	10	0,35						1	4,0	10,10		
20	80	1	2,7	5	0,65	23,5	29,6	29,5	20	640	1	1,7	10,10	1506	87,4 87,2
		1	3,2	5	0,82						1	1,7	10,10		
		1	2,9	5	0,75						1	1,6	10,09		
20	120	1	3,6	5	0,37	54,9	30,4	30,4	20	680	1	2,3	10,11	1813	83,3 83,1
		1	4,0	5	0,45						1	2,0	10,10		
		1	3,0	5	0,35						1	2,0	10,08		
20	160	1	1,0	10	0,16	98,9	16,8	16,4	20	720	1	4,1	10,03	2033	13,9 13,8
		1	1,0	10	0,17						1	4,7	10,03		
		1	1,0	10	0,18						1	4,8	10,03		
20	200	1	2,0	10	0,50	155	36,8	36,4	20	760	1	4,0	10,03	2265	15,8 15,9
		1	2,2	10	0,50						1	3,8	10,03		
		1	2,2	10	0,50						1	3,8	10,02		
20	240	1	8,0	11	0,00	224	27,1	27,3	20	800	1	2,0	10,03	2510	28,7 28,5
		1	6,0	10	0,73						1	2,0	10,02		
		1	9,0	11	0,05						1	2,0	10,02		
20	280	1	7,2	10	0,65	306	27,7	27,6	20	840	1	2,2	10,02	2768	25,2 25,1
		1	6,2	10	0,57						1	2,2	10,02		
		1	8,2	10	0,74										
20	320	1	9,0	10	0,60	400	26,6	26,6	20	880	1	3,9	10,02	3038	19,4 19,3
		1	9,0	10	0,60						1	4,0	10,03		
		1	9,0	10	0,60										
20	360	1	2,0	10	0,15	507	32,9	32,4	20	920	1	2,7	10,03	3320	46,0 46,2
		1	2,1	10	0,12						1	2,7	10,04		
		1	2,0	10	0,12						1	2,7	10,04		
20	400	1	2,5	10	0,12	626	27,6	27,5	20	960	1	1,8	10,04	3616	68,5 68,4
		1	2,1	10	0,09						1	1,7	10,03		
		1	2,5	10	0,10						1	1,7	10,03		
20	440	1	2,0	10	0,10	758	36,7	36,7	20	1000	1	2,0	10,04	3923	72,5 72,6
		1	2,0	10	0,10						1	2,0	10,03		
		1	2,0	10	0,09						1	2,0	10,04		

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Majadahonda

Sondeo eléctrico n.º 8

Observador Sr. Siñeriz

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centiamperios		Δ V Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	Promedios ρ	l	AB	Centiamperios		Δ V Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	Promedios ρ	
		E	I							E	I					
2	10	1	2	5,3,90	3,77			20	480	1	8	1	0,05	903		
			1	,1,95		37,6	37,9								5,6	5,6
			1	2,3	5,4,92											
2	20	1	3,5	20,0,47	15,6			20	520	2,5	6	1	0,90	1060		
			3,5	5,1,80		39,6	39,8				1	7	1	0,27		49,5 49,4
			3,5	5,1,70							1	9	1	0,27		
2	40	1	4,0	12,15	62,6			20	560	2,5	6	1	0,9	1229		
			4,0	5,0,30		26,1	26,5				2,5	8	1	0,9		93,9 94,5
			1	3,0	5,0,22											
2	80	1	7,0	11,0	251			20	600	1	7	1	0,9	1411		
			1	5,0	10,25		23,4 23,5				1	5	1	0,9		246 246
			1	5,0	10,35						1	5	1	1,15		
20	80	1	3,5	5,0,7	23,5			20	640	1	3,8	1	0,37	1506		
			3,0	13,35		26,7	26,7				1	4	1	0,32		120 120,5
			2,0	2,80							1	4,8	1	0,32		
20	120		6,0	13,25	54,9			20	680	1	4	1	0,09	1813		
			5,0	12,50		29,6	29,5				1	3	1	0,15		46,6 46,4
			4,0	1,2,3							1	3,7	1	0,05		
20	160		3	,0,25	98,9			20	720	1	4,4	1	0,03	2033		
			3	,0,25		9,5	9,4				1	3,2	1	0,12		38,2 38,3
			2	,0,25							1	2	1	0,08		
20	200	1	6	1,0,80	155			20	760	1	6,9	1	0,25	2265		
			4	1,0,87		25,1	25,1				6,9	1	0,30		117 117,4	
			1	6,5	1,0,90						1	4,5	1	0,40		
20	240	2,5	4	1,0,90	224			20	800	1	4,2	1	0,30	2510		
			2,5	3,5	1,0,92		19,8 20,3				1	4,5	1	0,22		173 172,5
			1	5	1,0,40						1	4,0	1	0,35		
20	280	1	8	1,0,30	306			20	840					2768		
			2,5	6	1,1,1		18,0 17,8									
			2,5	7	1,0,95											
20	320	2,5	3	1,0,27	400			20	880					3038		
			2,5	6	,0,37		9,6 9,6									
			2,5	6,5	,0,30											
20	360	2,5	4	1,0,27	507			20	920					3320		
			4,5	,0,15		7,9 7,9										
			5	1,0,15												
20	400	1	3	1,0,05	626			20	960					3616		
			1	3	,0,03		8,3 8,3									
20	440	1	3	1,0,03	758			20	1000					3923		
						7,5 7,6										

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Majadahonda

Sondeo eléctrico n.º 9

Observador Sr. Siñeriz

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centiamperios		Δ V Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	Promedios ρ	l	AB	Centiamperios		Δ V Milivol- tios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	Promedios ρ	
		E	I							E	I					
2	10	2,5	2,2	20,2,4	3,77			20	480	1	7	1	0,17	1411		
			2,5	2,3	20,2,4						1	7	1	0,17		903
			1	4,0	20,1,8						1	7	1	0,17		363 363
2	20	1	4,0	5,1,45	15,6			20	520	2,5	4	1	0,17	1060		
			1	2,0	1,3,9		31,6 31,5				2,5	4	1	0,17		296 296
			1	4,0	5,1,8						2,5	4	1	0,17		
2	40	1	4	12,25	62,6			20	560	1	4	1	0,17	1229		
			1	4	12,25		34,8 35,0				1	10	1	0,17		385 384,5
											1	9	1	0,17		
2	80	1	2	10,8	251			20	600	1	7	1	0,17	1411		
			1	2	10,77		89,0 89,0				2,5	6	1	0,17		27,6 27,6
			1	1	10,2						2,5	9	1	0,17		
20	80	1	1	11,65	23,5			20	640	1	6	1	0,17	1506		
			1	2	1,4,0		44 43,5				2,5	4	1	0,17		50 52
			1	2	13,5						2,5	4	1	0,17		
20	120	1	5	13,6	54,9			20	680	2,5	3	1	0,17	1813		
			6	4,3			40,3 40,2				2,5	3	1	0,17		61,4 61,5
			5	3,8							2,5	4	1	0,17		
20	160	1	5	12,4	98,9			20	720	10	2,5	1	0,17	2033		
			6	1,2,6			38,9 39,8				10	2,5	1	0,17		48,0 48,0
			8	2,8							1	5,0	1	0,17		
20	200	1	8	12	155			20	760	1	3,5	1	0,17	2265		
			6	1,75			46,7 46,8				1	3,5	1	0,17		96,4 96,5
			5	2							2,5	6	1	0,17		
20	240	1	5	11,25	224			20	800	2,5	4	1	0,17	2510		
			6	11,25			45,0 44,9				2,5	4	1	0,17		42,7 42,6
			1	8	11,30											
20	280	1	5	11,25	306			20	840					2768		
			4	0,95			69,0 69,0									
			5	0,95												
20	320	10	2,5	11,42	400			20	880					3038		
			2,5	6	11,10		23,4 23,4									
			1	6	10,15											
20	360	1	6	10,15	507			20	920					3320		
			2,5	6	10,8		23,8 23,5									
			10	3	11,4											
20	400	2,5	4	20,0,4	626			20	960					3616		
			2,5	4	51,25		43,9 44,2									
			1	4	12,85											
20	440	1	5	12,85	758			20	1000					3923		
			1	5	51,25		762 763									
			1	5	20,0,30											

INVESTIGACION ELECTRICA EN LAS ROZAS

Zona de Majadahonda

Sondeo eléctrico n.º 12

Observador Sr. Bances

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centímetros		Δ V Milivol-tios		K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centímetros		Δ V Milivol-tios		K. l	Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	
		E	I	E	Δ V							E	I	E	Δ V					
2	10	2,5	6	20	3,75	3,77				20	480	1	3	1	0,15	903				
		10	1,5	20	3,80		18,8	18,9				1	3	1	0,15		45,1	45,2		
2	20	2,5	4,5	50	0,32	15,6				20	520	1	4	1	0,15	1060				
		2,5	4,5	10	0,9		19,1	19,1									38,6	38,6		
		2,5	4,5			53,4														
2	40	2,5	4		14,25	62,6				20	560	1	4	1	0,15	1229				
		2,5	4		5	0,85		26,3	26,4								46,1	46,0		
2	80	2,5	3,5		5	0,2	251			20	600	1	6	1	0,15	1411				
		2,5	3,5		1	1,15		28,6	28,7			1	6	1	0,15		35,5	35,5		
20	80	2,5	3,5		5	2,1	23,5			20	640	2,5	4,5	1	0,37	1506				
		2,5	3,5		5	2,1		27,8	27,8			2,5	4,5	1	0,35		50	49,7		
		2,5	3,5		20	0,5														
20	120	1	3		11,45	54,9				20	680	2,5	6	1	0,10	1813				
		2,5	2		12,92		32	31,8									12,1	12,1		
		2,5	2		5	0,60														
20	160	2,5	5		5	0,75	98,9			20	720	2,5	7,5	1	0,15	2033				
		2,5	5		13,80		29,9	30,5									16,2	16,4		
20	200	10	6		20	0,52	155			20	760	2,5	6,5	1	0,12	2265				
		10	6		5	2,15		27,1	27,2								16,7	16,7		
20	240	2,5	3		5	0,2	224			20	800	10	2,5	1	0,10	2510				
		1	6		10,80		30	29,9									10	10,2		
20	280	2,5	4		1	0,85	306			20	840	2,5	5	1	0,10	2768				
		2,5	4		5	0,2		27,6	28,0								22	22,1		
20	320	2,5	3,5		1	0,25	400			20	880	1	3,5	1	0,15	3038				
		2,5	3,5		10,27			11,9	11,9								13	13,0		
20	360	2,5	4		1	0,27	507			20	920	1	5,5	1	0,05	3320				
		2,5	4		10,27			13,7	13,7								30	30,2		
20	400	10	3		5	0,25	626			20	960						3616			
		10	3		1	0,87		22,5	22,5											
		2,5	1		1	0,95														
20	440	2,5	4		1	0,20	758			20	1000						3923			
		2,5	4		1	0,22		16,4	15,8											

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 1

Línea 1

Δ 200 m.

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1230
 Registrador 16
 Radio 16
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	1,9	1,7	1,8	1,80	0,248		
Punto 1	7,3	7,2	7,25	7,25			
Punto							
Componente							
Componente	10,9	11,0	10,95	3,70	1,513	1,265	0,155
Punto 2	14,5	14,4	14,45	7,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 2.

Línea I

Δ 400 m.

Observador: Bances

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1180
 Registrador 13
 Radio 28
 Amplificador 16

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1.ª	2.ª	Media				
Origen							
Explosión	2,8	2,8	2,80	2,80	0,368		
Punto 1	7,7	7,5	7,60	7,60			
Punto 2	15,0	15,0	15,00				
Componente							
Componente	17,9	17,7	17,80	2,80	2,354	1,986	0,234
Punto 3	23,0	22,8	22,90	7,90			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Las Rozas*Posición 3.
Δ 600 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	1,1	1,1	1,10	1,10	0,173		
Punto 1	6,3	6,4	6,35	6,35			
Punto 2	12,6	12,6	12,60				
Componente							
Componente	18,2	18,3	18,25	5,65	2,876	2,703	0,343
Punto 3	19,1	19,0	19,05	6,45			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Las Rozas*Posición 4.
Δ 820 m.

Línea I

Observador: Targhetta

Sismógrafo 27 }
 Registrador 27 } Constante = 0,1268
 Radio 12
 Amplificador 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,0	3,0	3,00	3,00	0,484		
Punto 1	6,2	6,2	6,20	6,20			
Punto 3	18,6	18,5	18,55				
Componente							
Componente	22,9	22,8	22,85	4,30	3,688	3,204	0,406
Punto 4	24,8	24,8	24,80	6,25			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Las Rozas*Posición 5
Δ 1.000 m.

Línea I

Observador: Bances

Sismógrafo 15 }
 Registrador 13 } Constante = 0,1180
 Radio 28
 Amplificador 16

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,3	0,3	0,30	0,30	0,049		
Punto 1	6,2	6,0	6,10	6,10			
Punto 4	28,0	28,0	28,00				
Componente							
Componente	30,6	30,4	30,50	2,50	4,324	4,275	0,504
Punto 5	35,8	35,6	35,70	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

*Investigación sísmica en Las Rozas*Posición 6.
Δ 1.200 m.

Línea I

Observador: Cantos

Sismógrafo 12 }
 Registrador 16 } Constante = 0,1230
 Radio 16
 Amplificador 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	3,0	3,0	3,00	3,00	0,448		
Punto 1	6,7	6,7	6,70	6,70			
Punto 4	27,0	27,0	27,00				
Componente							
Componente	34,4	34,4	34,40	7,40	4,986	4,538	0,558
Punto 5	34,5	34,5	34,50	7,50			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 7.
Δ 1.400 m.

Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
Registrador..... 27 }
Radio..... 12
Amplificador.... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,808		
Explosión	5,1	5,0	5,05	5,05			
Punto 1	6,2	6,3	6,25	6,25			
Punto 5	31,8	31,9	31,85				
Componente.....					5,714	4,906	0,622
Componente.....	36,4	36,3	36,35	4,50			
Punto 6.....	38,2	38,1	38,15	6,30			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 8.
Δ 1.600 m.

Línea I
Observador: Bancos

Sismógrafo..... 15 } Constante = 0,1180
Registrador..... 13 }
Radio..... 28
Amplificador.... 16

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,205		
Explosión	1,60	1,50	1,55	1,55			
Punto 1	7,60	7,50	7,55	7,55			
Punto 6	46,0	45,8	45,90				
Componente.....					6,162	5,957	0,703
Componente.....	47,2	47,0	47,10	1,20			
Punto 7	53,4	53,2	53,30	7,40			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 9.
Δ 1.800 m.

Línea I
Observador: Cantos

Sismógrafo..... 12 } Constante = 0,1230
Registrador..... 16 }
Radio..... 16
Amplificador... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,351		
Explosión	2,5	2,4	2,45	2,45			
Punto 1	7,0	7,0	7,00	7,00			
Punto 6	41,8	41,8	41,80				
Componente.....					6,653	6,302	0,775
Componente.....	46,6	46,4	46,50	4,70			
Punto 7	49,1	48,9	49,00	7,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 10.
Δ 2.000 m.

Línea I
Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
Registrador..... 27 }
Radio..... 12
Amplificador... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen					0,118		
Explosión	0,7	0,50	0,60	0,60			
Punto 1	5,2	5,00	5,10	5,10			
Punto 6	37,0	36,80	36,90				
Componente.....					6,967	6,849	0,868
Componente.....	43,0	42,80	42,90	6,00			
Punto 7	43,2	43,00	43,10	6,20			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 11. Línea I
 Δ 2.200 m. Observador: Bancos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 28
 Amplificador ... 16

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	6,8	6,8	6,80	6,80	0,894		
Punto 1	7,6	7,6	7,60	7,60			
Punto 8	60,7	60,7	60,70				
Componente							
Componente	64,5	64,5	64,50	3,80	8,494	7,600	0,897
Punto 9	68,4	68,4	68,40	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 12. Línea I
 Δ 2.400 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1230
 Registrador 16 }
 Radio 16
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	0,4	0,4	0,40	0,40	0,057		
Punto 1	6,9	7,0	6,95	6,95			
Punto 8	56,0	56,0	56,00				
Componente							
Componente	57,2	57,2	57,20	1,20	8,178	8,121	0,999
Punto 9	62,8	62,7	62,75	6,75			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 13. Línea I
 Δ 2.580 m. Observador: Cantos

Sismógrafo 12 } Constante = 0,1302
 Registrador 28 }
 Radio 16
 Amplificador ... 15

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	5,60	5,40	5,50	5,50	0,612		
Punto 1	9,00	9,00	9,00	9,00			
Punto 9	79,00	79,10	79,05				
Componente							
Componente	80,40	80,40	80,40	1,95	9,151	8,539	1,112
Punto 10	88,00	88,00	88,00	8,95			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 14. Línea I
 Δ 2.800 m. Observador: Bancos

Sismógrafo 15 } Constante = 0,1180
 Registrador 13 }
 Radio 28
 Amplificador ... 16

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen							
Explosión	2,50	2,50	2,50	2,50	0,338		
Punto 1	7,40	7,40	7,40	7,40			
Punto 10	75,20	75,40	75,30				
Componente							
Componente	78,40	78,40	78,40	3,10	10,403	10,065	1,188
Punto 11	83,00	83,00	83,00	7,70			
Punto							
Sonido							
Punto							

Investigación sísmica en Las Rozas

Posición 15.

Línea I

Δ 3.000 m.

Observador: Targhetta

Sismógrafo..... 27 } Constante = 0,1268
 Registrador..... 27
 Radio..... 12
 Amplificador ... 27

	Lecturas			Diferencias	Partes de división	Corregidas	Segundos
	1. ^a	2. ^a	Media				
Origen.....							
Explosión.....	4,50	4,50	4,50	4,50	0,738		
Punto 1.....	6,10	6,10	6,10	6,10			
Punto 10.....	60,40	60,40	60,40				
Componente.....							
Componente.....	60,80	60,80	60,80	0,40	10,069	9,331	1,183
Punto 11.....	66,20	66,20	66,20	5,80			
Punto.....							
Sonido.....							
Punto.....							

INVESTIGACION ELECTRICA

EN

HIENDELAENCINA

DETERMINACION DEL FILON «RICO»

CAPITULO X

INVESTIGACION ELECTRICA EN HIENDELAENCINA

DETERMINACIÓN DEL FILÓN «RICO»

§ 42. **Prólogo.**—El año 1844, un agrimensor llamado Gorriz, descubrió un crestón baritoso de color blanco en las afueras del pueblo de Hiendelaencina, único punto visible del filón de plata que, después, recibió el nombre de «Rico», por su extraordinaria metalización. A poco de iniciarse las labores comenzaron a enriquecerse los explotadores, y el año 1851, cada acción de 500 pesetas daba 750 mensuales de beneficio y se cotizaba de 60 a 70 mil pesetas. De esta época data el sinnúmero de pozos y exploraciones que se observan en las cercanías de Hiendelaencina, parte de ellos efectuados sin motivo ni fundamento alguno, tanto por la mala fe como por la ignorancia de algunos especuladores.

El año 1845 se presentaron allí los negociantes ingleses para ensayar el beneficio del mineral por amalgamación, en una modesta caseta. Al poco tiempo transformaron ésta en una grandiosa fábrica, de un valor superior a 10 millones de pesetas llevándose a Inglaterra ganancias que exceden de 60.000.000 de pesetas.

Al llegar los trabajos de explotación de las minas a los niveles comprendidos entre 100 y 200 metros se empobreció el yacimiento y disminuyó la producción de mineral

hasta un grado tal que los ingleses tuvieron que abandonar la fábrica.

Desde entonces la minería de Hiendelaencina se reduce a la saca de género, o sea el arranque de los restos de minerales que aun quedan en las labores y en los rellenos, sin hacer ningún trabajo de investigación ni de preparación.

Así pasan los años hasta el 1883, en que Bontoux, financiero francés desterrado de su país, compró la mayor parte de las minas a bajo precio; y cuando después de iniciar sus trabajos ya pensaba abandonarlos, por no tener mineral suficiente, encontró, a los 470 metros de profundidad, una zona metalizada que le produjo más de 21 millones de pesetas, en un corto plazo.

Animados por el éxito de Bontoux, varios capitalistas españoles fundan la Sociedad «La Plata» el año 1889, que, al llegar a la misma profundidad citada, arrancó mineral por valor de 7.000.000 de pesetas, en una extensión de filón de poco más de 300 metros.

Unos años después, el 1905, se constituyó la Sociedad «San Carlos y Vascongada», continuadora de los trabajos de antiguos explotadores de la primera época de las minas, que habían perdido el filón al intestar con la célebre falla del mismo nombre de la segunda de las dos concesiones citadas; siendo inútiles todos los trabajos que se efectuaron por aquéllos para volverle a encontrar.

Varias Sociedades perforaron cientos de metros de pozos y galerías, en diferentes lugares; se efectuó una importante investigación geofísica, por los métodos sísmico y eléctrico, con personal alemán, dirigido por el geofísico de fama mundial Dr. Ambronn, que tampoco pudo emitir conclusión alguna sobre la situación del filón después de la falla.

Las Sociedades abandonaron los trabajos mineros y con ello se perdió el crédito que había tenido el distrito y pararon sus explotaciones, llegándose a creer que las minas de Hiendelaencina estaban agotadas y que por eso habían sido abandonadas. Nada más lejos de la realidad. Se puede afirmar que, apenas, están empezadas a explotar. El filón «Rico», que es solamente uno de los muchos que existen en la zona, se ha explotado en una profundidad media de 500 metros y una longitud de dos kilómetros, estando completamente sin explotar en el resto de su recorrido; y aun dentro de la zona explotada queda un campo virgen considerable, desde la superficie hasta la citada profundidad de 500 metros.

La causa de los éxitos y fracasos explicados reside en la irregularidad de las zonas metalizadas del filón; en el número excesivo de minas que estaban en explotación (pasan de 30 en dos kilómetros de filón), y en el pequeño capital de cada una de ellas. Cuando encontraban, recién iniciados los trabajos, una buena metalización, las ganancias eran fabulosas; y, en el caso contrario, agotaban el capital social y se veían forzadas al abandono de las minas.

Esto no hubiera sido posible si todas ellas hubiesen constituido un Sindicato sometido a una dirección única. Las zonas pobres se hubiesen pasado sin afectar nada a la marcha general del trabajo y la producción de plata hubiera sido regular y continua.

Concedores de estos detalles, así como de la enorme riqueza de las zonas metalizadas—el rendimiento de plata pura ha alcanzado y aun superado la cantidad de 200 kilos por metro cuadrado de filón, y la ley media, en peso, ha sido frecuentemente de 40 kilos de plata por tonelada de mineral—pensamos, secundando las iniciativas de los

entonces Directores Generales de Minas y del Instituto Geológico, nuestros queridos compañeros D. Agustín Marín y D. Alfonso del Valle, respectivamente, en la gran importancia que tendría, para el resurgimiento de nuestra Economía Nacional, la nueva puesta en marcha de las minas de Hiendelaencina.

Para ello era preciso localizar el filón perdido, pues sin ello era imposible recuperar el crédito y a ello se dirigieron todos nuestros esfuerzos, ideando un nuevo método eléctrico de investigación, cuyos fundamentos describiremos, antes de exponer la resolución del problema propiamente dicho.

La fórmula empleada para el cálculo de las resistividades de los terrenos, ha sido también deducida matemáticamente por nosotros; y en el aparato de medición que hemos empleado, construido en Alemania y precisamente por el Dr. Ambronn—el mismo que efectuó la investigación geofísica del filón, sin poder emitir conclusiones—hemos efectuado modificaciones fundamentales, que le han transformado en otro distinto, capaz de vencer las dificultades insuperables que se presentaban, con frecuencia, en el aparato original.

Finalmente, nos complace hacer constar la eficaz cooperación prestada en todo el trabajo por mi ayudante, el ya acreditado geofísico D. Juan B. Targhetta, con el que he compartido todos los sinsabores y satisfacciones que nos ha originado esta investigación.

§ 43. Teoría del método eléctrico de prospección por medio de corriente continua.

a) REPARTICION DE LOS POTENCIALES EN EL SUELO.—Si se aplica, entre dos puntos cualquiera del suelo, una diferencia de potencial, se establece, entre ellos, una corrien-

te eléctrica que produce variaciones de potencial, en aquél, a causa de su resistencia óhmica. Para representar la repartición de los potenciales en el subsuelo, lo más sencillo es considerar las superficies equipotenciales o bien la intersección de éstas con la superficie del suelo, que constituyen las curvas equipotenciales.

Quando el suelo es homogéneo y plano, la repartición de los potenciales entre dos tomas de tierra *A* y *B* puede ser calculada *a priori*.

Supongamos, figura 62, un terreno homogéneo e isótropo de resistividad ρ , limitado por una superficie plana en su contacto con el aire. Por medio de un electrodo puntiforme *A*, enviemos una corriente *continua* de intensidad *I*.

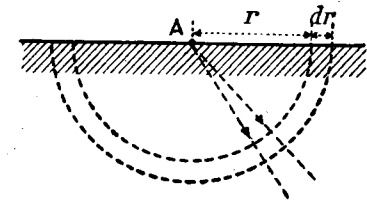


Fig. 62

En las cercanías de *A* la corriente se distribuirá en filetes rectilíneos, radiales alrededor de *A*. Las superficies equipotenciales, en el caso considerado, serán esferas cuyo centro coincide con *A*.

La aplicación de la ley de Ohm entre las esferas equipotenciales de radio r y $r + dr$, nos da el valor del decremento del potencial $-\Delta V$ en función de la resistividad específica.

$$-dV = \rho \frac{I}{\frac{1}{2} 4 \pi r^2} dr = \rho \frac{I}{2 \pi r^2} dr \quad (1)$$

puesto que la intensidad de la corriente, en un punto de la esfera de radio r , estará en relación inversa con el área de la semi-esfera de ese mismo radio.

Integrando la fórmula anterior se obtiene

$$V = \rho \frac{I}{2\pi} \cdot \frac{1}{r} + \text{constante} \quad (2)$$

Supongamos ahora un punto M cualquiera del subsuelo, situado a las distancias r y r' , de las tomas de tierra A y B , figura 63. La acción conjugada de los dos electrodos A y B , dará el potencial en M ,

$$V = \left(\rho \frac{I}{2\pi} \cdot \frac{1}{r} + \text{const} \right) - \left(\rho \frac{I}{2\pi} \cdot \frac{1}{r'} + \text{const} \right) = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} \right) + \text{const} \quad (3)$$

Las superficies equipotenciales definidas por la ecuación $\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} = \text{constante}$, son de cuarto grado y de revolución alrededor de la recta AB . En las cercanías de A y de B , se puede despreciar $\frac{1}{r}$ con relación a $\frac{1}{r'}$ y recíprocamente; por lo que las superficies equipotenciales son esferas cuyos centros coinciden con A y B . En la región media, las superficies son, por razón de simetría,

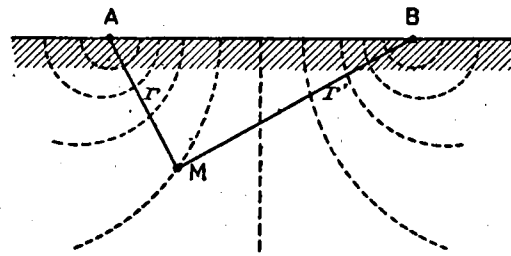


Fig. 63

planos verticales perpendiculares a AB . La carta de los potenciales superficiales se ha calculado en la figura 64 (*). También, representa los potenciales en el interior del terreno, puesto que, como las superficies equipotenciales, son de revolución alrededor

(*) Maxwell. *Traité d'Electricité*. (Trad. Seligman). T. I, pag. 194.

de AB , basta, para obtenerlo, hacer girar 90° la mitad de la figura, tomando como eje dicha línea.

La numeración de las curvas se ha hecho según el principio siguiente: Se toma como unidad de longitud $\frac{1}{100}$ de la distancia AB . Se da el valor 100 al potencial de un punto α situado a la distancia 1 de A , o al valor del po-

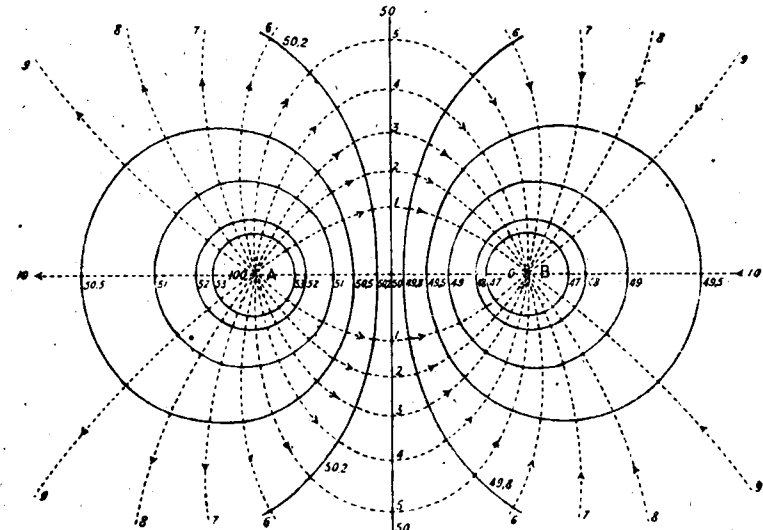


Fig. 64

tencial de un punto β , situado a la distancia 1 de B ; lo que equivale a escoger como unidad de potencial $\frac{1}{100}$ de la diferencia de potencial que existe entre α y β . En estas condiciones la fórmula fundamental (2) se convierte en

$$V = 50,5 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} \right) - 50 \quad (4)$$

que para ($r = 1$ y $r' = 99$) da $V = 100$; y $V = 0$ para

($r = 99$ y $r' = 1$). El potencial al centro ($r = r'$) y en el infinito ($\frac{1}{r} = \frac{1}{r'} = 0$), vale 50, media entre 0 y 100.

La ecuación (3) se puede representar gráficamente, con arreglo al mismo principio empleado para trazar las curvas equipotenciales. En la figura 65, se indican los valores

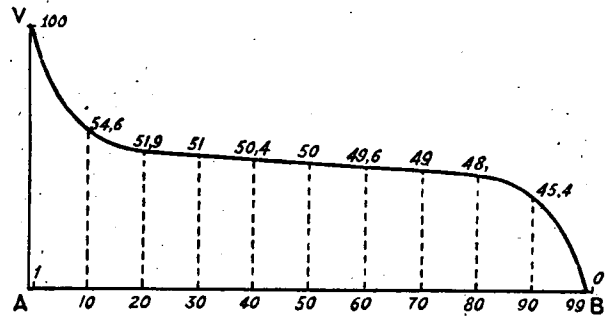


Fig. 65

del potencial que corresponden a cada una de las distancias 10, 20..... 90, 99. En las cercanías de los electrodos, la curva se aproxima, sensiblemente, a una hipérbola equilátera; y en la parte media, el potencial permanece casi constante.

b) REPARTICIÓN DE LA CORRIENTE EN EL SUELO.—En cada punto, la dirección de la corriente es normal a la superficie equipotencial que pasa por él. Los filetes de corriente representan, por lo tanto, las trayectorias ortogonales de las superficies equipotenciales y tienen la forma representada por las líneas 1-2-3-4-5..... en la figura 64. Es decir, que la corriente no pasa, directamente, de A a B, en forma de un haz estrecho alrededor de la recta A-B, sino que, por el contrario, se separa notablemente de este eje y penetra de una manera importante en el subsuelo. En las

cercanías de una toma de tierra puntiforme, la corriente se reparte simétricamente en todas direcciones. En la región media la corriente circula sensiblemente por filetes cilíndricos horizontales, de densidad uniforme, tanto en anchura como en profundidad, hasta un cierto límite.

La densidad de la corriente δ , o sea la intensidad por centímetro cuadrado normal al filete de corriente, es proporcional a la caída de potencial por unidad de longitud, o sea a la intensidad del campo eléctrico

$$H = \frac{dV}{dr}$$

y varía en razón inversa de la resistividad ρ , puesto que la ley de Ohm puede escribirse

$$H = \frac{dV}{dr} = \rho \cdot \delta$$

En un medio homogéneo la densidad de corriente es tanto más grande cuanto las superficies equipotenciales están más apretadas.

Para estudiar las variaciones de la densidad de corriente en los diferentes puntos del plano vertical de simetría CD, perpendicular a AB, figura 66, consideremos un cierto punto M del mismo, situado a las distancias r y r' de A y B, respectivamente.

La intensidad del campo H_r , se obtendrá de la fórmula (1)

$$H_r = \frac{dV}{dr} = \frac{\rho I}{2\pi r^2}$$

y lo mismo la $H_{r'}$: $H_{r'} = \frac{dV}{dr'} = \frac{\rho I}{2\pi r'^2}$

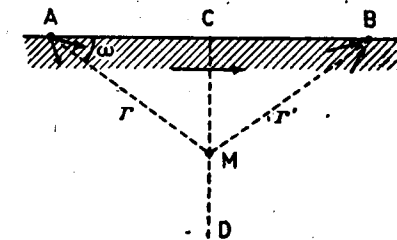


Fig. 66

La intensidad total H , será

$$H = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r'^2} \right) \quad (5)$$

Su valor máximo correspondiente al punto C , se obtendrá haciendo $r^2 = r'^2 = \frac{AB^2}{4}$ con lo que resulta

$$H_m = \delta_m \rho = \frac{4I\rho}{\pi} \frac{1}{AB^2}$$

o sea que el valor máximo de δ , δ_m , resulta

$$\delta_m = \frac{4I}{\pi} \cdot \frac{1}{AB^2} \quad (6)$$

Esta es la densidad que tendría la corriente que circula de A a B , si se repartiese uniformemente, en una sección de diámetro igual a AB .

Para los demás puntos, tales como el M , Schlumberger (*) establece la fórmula

$$\delta = \delta_m \cos^2 \omega \quad (7)$$

siendo ω el ángulo de AM con AC . Si el ángulo ω es muy pequeño, su coseno se aproxima a la unidad y la densidad de corriente permanecerá casi constante al aumentar la profundidad del punto considerado. Cuando CM es la cuarta parte de AB (0,27, exactamente), la densidad disminuye en un décimo de su valor y desciende hasta la mitad si CM alcanza las tres cuartas partes de AB .

La intensidad del campo eléctrico, o caída de potencial

(*) Etude sur la Prospection Electrique du sous-sol, par C. Schlumberger. París.

por unidad de longitud, se representa, también, por una curva. Como este campo H es la derivada del potencial, será tanto más grande cuanto más rápidas sean las variaciones de potencial, es decir, cuanto más apretadas estén las curvas.

La fórmula (5), en la hipótesis de $r - r' = 100$, es, con los convenios adoptados,

$$H = 50,5 \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{r'^2} \right)$$

La curva correspondiente se representa en la figura 67. De su examen se deduce que cerca de los electrodos el campo disminuye rápidamente, puesto que varía, sensiblemente, en razón inversa del cuadrado de la distancia, en la región media permanece casi uniforme.

En resumen, en la región central de la línea AB , tanto el potencial como la intensidad del campo eléctrico per-

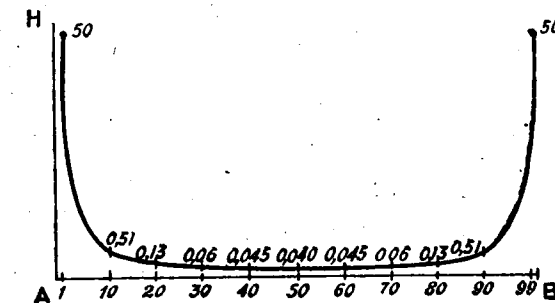


Fig. 67

manecen casi constantes y la densidad de la corriente sólo disminuye una décima de su valor, para una profundidad igual a la cuarta parte de la distancia que separa los electrodos. Como las superficies equipotenciales pueden, entonces, considerarse como planos verticales, re-

sulta que las mediciones de diferencia de potencial y de intensidad de la corriente que efectuamos en la superficie del terreno, son, sensiblemente, las mismas que si estas magnitudes estuviesen medidas a la profundidad mencionada de la cuarta parte de la distancia que separa los electrodos. Dicho de otra manera, en la prospección eléctrica, podemos admitir como primera aproximación que la corriente circula en un haz de filetes que va desde *A* hasta *B* a través del subsuelo, siguiendo un camino curvilíneo cuya flecha es la cuarta parte de *AB*.

c) SONDEO ELÉCTRICO.—Coloquemos dos piquetes de hierro *A* y *B*, bien clavados en el terreno, figura 68, unidos entre sí por un conductor aislado en el que se intercala un generador de corriente continua y un miliamperímetro.

Al cerrar el circuito, se establece una corriente entre *A* y *B* que crea un campo eléctrico cuya profundidad es

$$\frac{AB}{4}$$

Introduzcamos otros dos piquetes *MN* en el centro de la línea *AB* y a una distancia mutua, pequeña con relación a la longitud total de la línea.

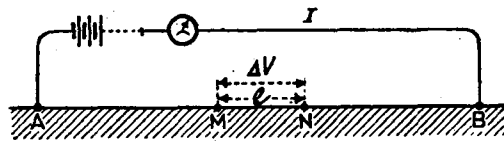


Fig. 68

Por medio de un puente de resistencias, midamos la diferencia de potencial

ΔV , que se ha producido entre *M* y *N*. Como la corriente *I* la indica el miliamperímetro, podemos calcular

el valor de la resistividad aparente de una faja de terreno cuya anchura es *MN* y cuya profundidad es

$$\frac{AB}{4}$$

Este parámetro nos permitirá caracterizar la formación geológica atravesada por el rayo eléctrico.

Repetamos las mediciones, dejando invariables los electrodos *M* y *N*, aumentando la distancia entre *A* y *B*, simétricamente con relación al punto medio. La resistividad aparente obtenida será la de una zona más profunda que la anterior, con relación al nuevo valor de la cuarta parte de *AB*, que corresponderá a la misma formación geológica anterior, si aun continúa en profundidad, o a otra nueva subyacente, en su caso. De esta manera obtenemos un corte estratigráfico del terreno, análogo al que se obtiene en un sondeo mecánico, por cuya razón se ha llamado *sondeo eléctrico* al trabajo que hemos descrito.

d) FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LAS RESISTIVIDADES.

La fórmula para el cálculo de la resistividad aparente se deduce de las expuestas en los párrafos anteriores. Según la fórmula (3) la acción conjugada de los electrodos *A* y *B*, dará el potencial en *M*, V_M y el de *N*, V_N .

$$V_M = \rho \frac{I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_M} - \frac{l}{r'_M} \right); \quad V_N = \rho \frac{I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_N} - \frac{l}{r'_N} \right)$$

y su diferencia

$$\Delta V = \rho \frac{I}{2\pi} \left(\frac{r'_M - r_M}{r'_M \cdot r_M} - \frac{r'_N - r_N}{r'_N \cdot r_N} \right) \quad (8)$$

de la que se deduce,

$$\rho = K \cdot \frac{\Delta V}{I} \tag{9}$$

La fórmula (8) es completamente general y de ella se deducen todas las empleadas por los distintos autores, según indicamos a continuación.

Fórmula de SIÑERIZ.—Corresponde al caso de estar los cuatro puntos *A, B, M* y *N* en línea recta y *MN*, centrado en *AB*.

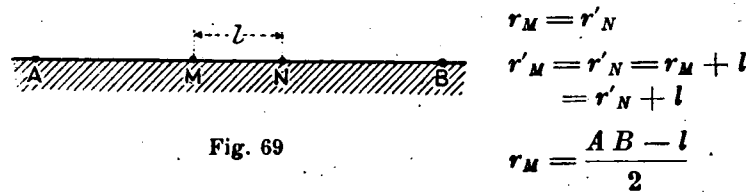


Fig. 69

Efectuando las substituciones indicadas en la fórmula (8), se obtiene

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot \pi \left(\frac{AB - l}{2} + \frac{AB^2 + l^2 - 2AB \cdot l}{4l} \right) = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right] \frac{\Delta V}{I} \cdot l \tag{10}$$

El valor del coeficiente

$$K = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right]$$

ha permanecido secreto, hasta el día de hoy, creyendo que lo publicamos nosotros por vez primera (*). Si en la

(*) Suponemos que éste es el coeficiente de la fórmula que emplea Schlumberger; pero no la ha publicado en ninguno de sus trabajos. Como nosotros la hemos deducido por los cálculos matemáticos explicados, creemos justificado darle nuestro nombre, al igual que todos los autores que citamos después.

fórmula (10) *V* se expresa en milovoltios; *I*, en centiamperios; *K*, en decámetros, se obtendrán las resistividades aparentes del subsuelo en ohmios-metro.

La resistividad aparente es una función de la disposición relativa de los cuatro puntos *A, B, M* y *N* y de las resistividades del subsuelo.

Se han publicado diversas fórmulas para el cálculo de la resistividad, exponiéndolas sus autores como si fuesen fórmulas empíricas propias, cuando en realidad todas se deducen de la fórmula general (8), según explicamos a continuación.

Fórmula de Werner o de Gish-Rooney.—Corresponde al caso en que los cuatro puntos

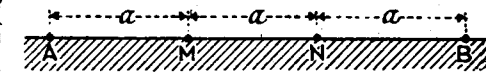


Fig. 70

A, B, M y *N*, están en línea recta y $AM = MN = NB = a$

es decir, que la distancia entre los electrodos primarios y secundarios es la misma.

$$r_M = a; r_N = 2a \quad \rho = 2\pi a \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

$$r'_M = 2a; r'_N = a$$

Fórmula de Lee.—El método de Lee es una modificación del anterior, que consiste en intercalar un electrodo secundario en el punto medio de la distancia *MN* y efectuar dos mediciones: una con el de la derecha y la otra con el de la izquierda. Así se

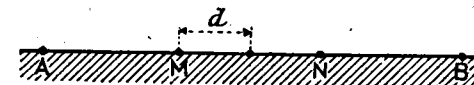


Fig. 71

pueden conocer las variaciones de resistividad hacia la derecha e izquierda del punto medio, que es preciso co-

nocer cuando las capas tienen inclinación o variaciones en sus propiedades físicas.

$$\rho = 4 \pi d \frac{\Delta V}{I}$$

Fórmula de Eve-Keys.—El electrodo primario *B*, se coloca a una distancia relativamente grande del *A*, que, prácticamente, puede considerarse como infinita y no se varía la situación de ambos durante todas las mediciones. Los electrodos secundarios *MN*, desplazan a lo largo de la base *AB*, sin variar su distancia mutua.



Fig. 72

de considerarse como infinita y no se varía la situación de ambos durante todas las mediciones. Los electrodos secundarios *MN*, desplazan a lo largo de la base *AB*, sin variar su distancia mutua.

$$\rho = 2 \pi \frac{cb}{c-b} \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

Fórmula de Watson.—La disposición de los electrodos es análoga a la anterior, pero su desplazamiento se efectúa en el sentido perpendicular a la base; y la distancia designada por *a* en la figura permanece constante.

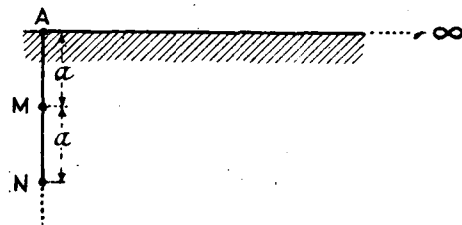


Fig. 73

$$\rho = 4 \pi a \frac{\Delta V}{I}$$

Tanto la fórmula de Siñeriz, como la de Wenner, o su modificación de Lee, se pueden emplear manteniendo fija

la distancia *AB*, o aumentándola progresivamente. En el primer caso, las resistividades obtenidas corresponden a la misma profundidad y su conjunto representa una carta de resistividades, análoga a un plano geológico; con la diferencia de caracterizar las distintas formaciones por sus caracteres eléctricos, en vez de hacerlo por los petrográficos o paleontológicos. En el segundo, los valores de las resistividades corresponden a profundidades cada vez mayores y se obtiene lo que puede llamarse, con propiedad, un *sondeo eléctrico*.

Las fórmulas de *Eve-Keys* y *Watson* sólo sirven para el segundo de los dos casos citados.

§ 44. La interpretación geológica de los resultados obtenidos.

—Una vez calculados los valores de las resistividades

aparentes en ohmios-metro, según se indica en los estados que figuran al final de este Capítulo, se construye una curva cuyas abscisas sean aquellas resistividades y cuyas ordenadas sean las profundidades a que corresponden, o sea la cuarta parte de la distancia entre los electrodos que crean el campo eléctrico. Así se obtiene una curva como, por ejemplo, la representada en la fig. 74.

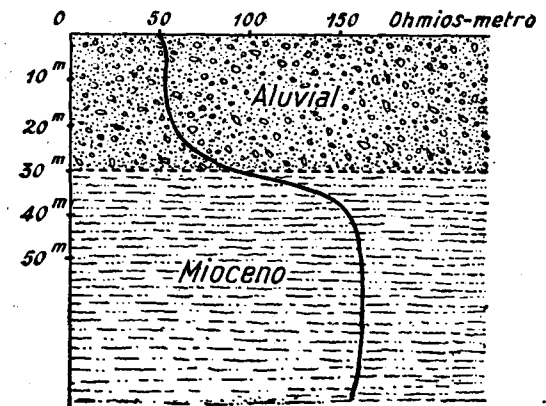


Fig. 74

des y cuyas ordenadas sean las profundidades a que corresponden, o sea la cuarta parte de la distancia entre los electrodos que crean el campo eléctrico. Así se obtiene una curva como, por ejemplo, la representada en la fig. 74.

En ella se observa que hasta los 20 metros de profundidad, la resistividad ha tenido un valor aproximado de 50 ohmios-metro que corresponde a un terreno de acarreo arcilloso. Después ha aumentado hasta 160 ohmios metro, a la profundidad de 45 metros correspondiente a unas margas. Sin embargo, ésta no es la profundidad exacta a la que se ha verificado el cambio de horizonte geológico.

La curva obtenida en la hipótesis de que el rayo eléctrico penetra en el terreno hasta una profundidad igual a la cuarta parte de AB , es una primera aproximación indispensable para calcular un valor más exacto. En realidad, el haz de filetes eléctricos alcanza la segunda formación geológica antes de que AB sea cuatro veces su profundidad y de ahí el aumento progresivo de la resistividad hasta llegar a un máximo, característico del nuevo horizonte geológico. El gradiente máximo de la resistividad corresponderá, evidentemente, a la profundidad exacta del contacto de ambos horizontes y este máximo valor del gradiente se alcanza en el punto de inflexión de la curva. Por consiguiente, la profundidad buscada es de 30 metros, en lugar de 45, como pudiera parecer a primera vista.

Las curvas obtenidas en la realidad, están afectadas por múltiples causas de perturbación, dependientes unas de las heterogeneidades del terreno y otras de las desigualdades superficiales. En general, no será posible obtener unas rectas, como las dibujadas en la figura 74, que caractericen los dos horizontes geológicos atravesados. Se obtendrán unas líneas más o menos sinuosas, cuya abscisa media es el parámetro de resistividad que debemos interpretar.

§ 45. Método Siñeriz, para la determinación de filo-

nes metálicos.—El sondeo eléctrico sólo se ha aplicado, hasta hoy, para la determinación de contactos horizontales entre las distintas formaciones geológicas. Para los verticales o muy inclinados, que es el más frecuente en los filones metálicos, se ha empleado el método de las resistividades, consistente en mantener fija la longitud de la línea AB , así como la de MN , y trasladar ambas a lo largo de una alineación, conservando su situación relativa en las distintas mediciones. Como todas ellas corresponden a la misma profundidad de investigación se obtiene un perfil de las resistividades del terreno a profundidad constante. En el caso de que la línea pase sobre un filón, se producirá una variación de la resistividad, que debe servirnos para localizarle.

En la realidad sucede que la anomalía producida por el filón es demasiado pequeña, como corresponde al pequeño recorrido del rayo eléctrico a través del mismo y su interpretación muy dudosa, por confundirse con las muchas irregularidades que se presentan en las curvas, por múltiples causas.

Para obviar este inconveniente he pensado en la conveniencia de que el haz de filetes eléctricos tuviese un recorrido importante en el filón mismo y para esto basta efectuar el sondeo eléctrico de tal manera que la alineación de las mediciones sea paralela a la traza del filón sobre el suelo. De esta manera, cuando la longitud de AB sea suficiente para que el rayo eléctrico alcance al filón, se conseguirá el objeto deseado. En la figura 75, la línea AB se proyecta en A . El rayo eléctrico descendente y el ascendente se proyectan en Aa y en a el recorrido horizontal según el filón mismo.

Esta idea ha sido aplicada en la investigación del filón de plata llamado «Rico», de Hiendelaencina, habiendo

quedado sorprendido, yo mismo, de los extraordinarios resultados obtenidos para localizar el filón con gran seguridad. Como no se conocía tampoco la dirección del

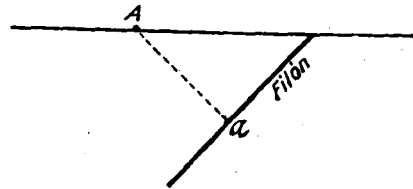


Fig. 75

filón, se hicieron sondeos sucesivos, a partir del mismo punto, girando un ángulo de 15° a cada uno de ellos. Cuando la dirección de la línea eléctrica era muy dis-

tinta de la del filón, la anomalía era insignificante y fué aumentando, hasta un máximo, para disminuir después, con lo que la dirección del último quedó perfectamente definida.

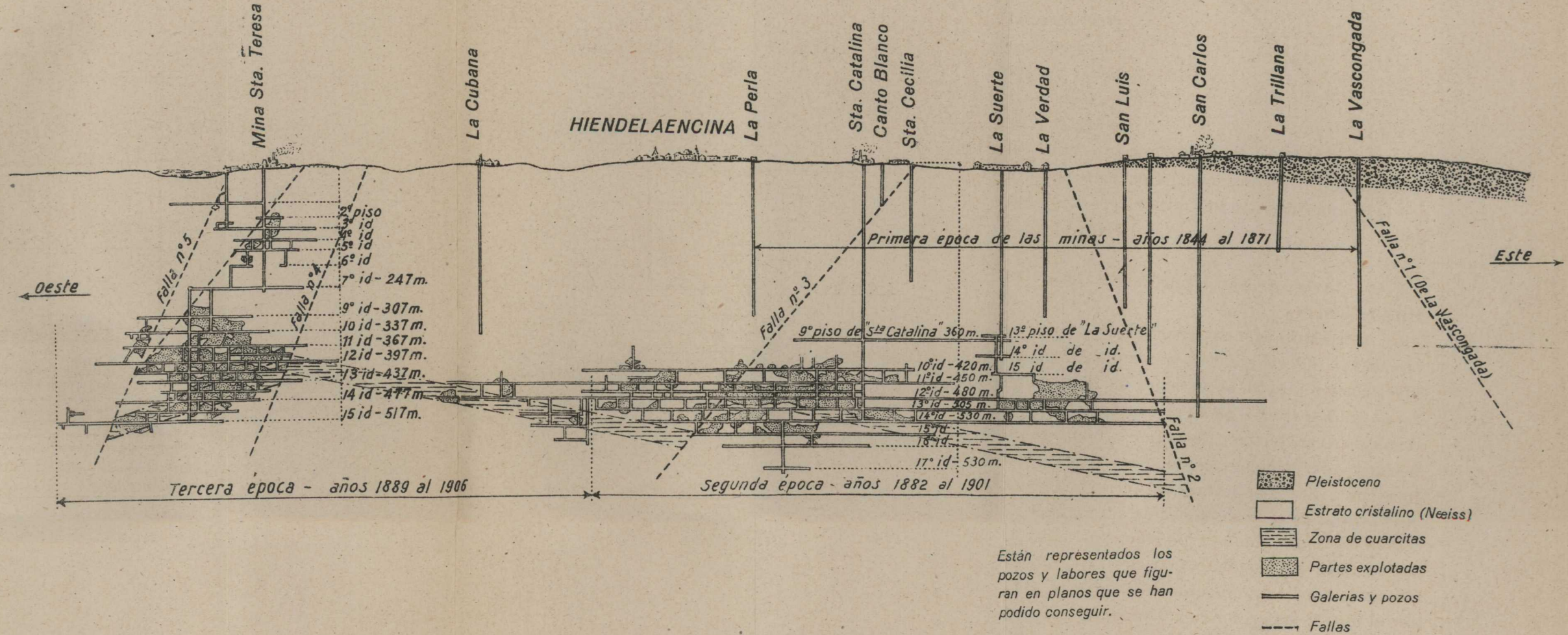
§ 46. Investigación eléctrica del filón «Rico» en Hiendelaencina.

a) DETERMINACIÓN DEL FILÓN «RICO», EN LA MINA «NOCHEBUENA».—Para ensayar, previamente, el método de investigación ideado, observamos un perfil eléctrico paralelo al filón «Rico», en su recorrido a través de la mina llamada «Nochebuena». Como por el plano de la mina conocíamos, exactamente, la situación del filón, pudimos colocarnos, sobre la superficie del terreno, a una distancia conveniente de la línea teórica de afloramiento, para que el filón cortase el plano perpendicular al mismo que pasa por la línea del sondeo eléctrico a la profundidad de 135 metros; es decir, que el sondeo eléctrico debía encontrar el filón a esa profundidad (véase la lámina XXIII).

Efectuadas las mediciones de intensidad de la corriente y de diferencia de potencial y las operaciones indicadas en la hoja de cálculo correspondiente, se obtuvieron

PLANO DE LABORES SOBRE EL FILON "RICO" EN PROYECCION VERTICAL.-E. O.

Escala 1:10.000



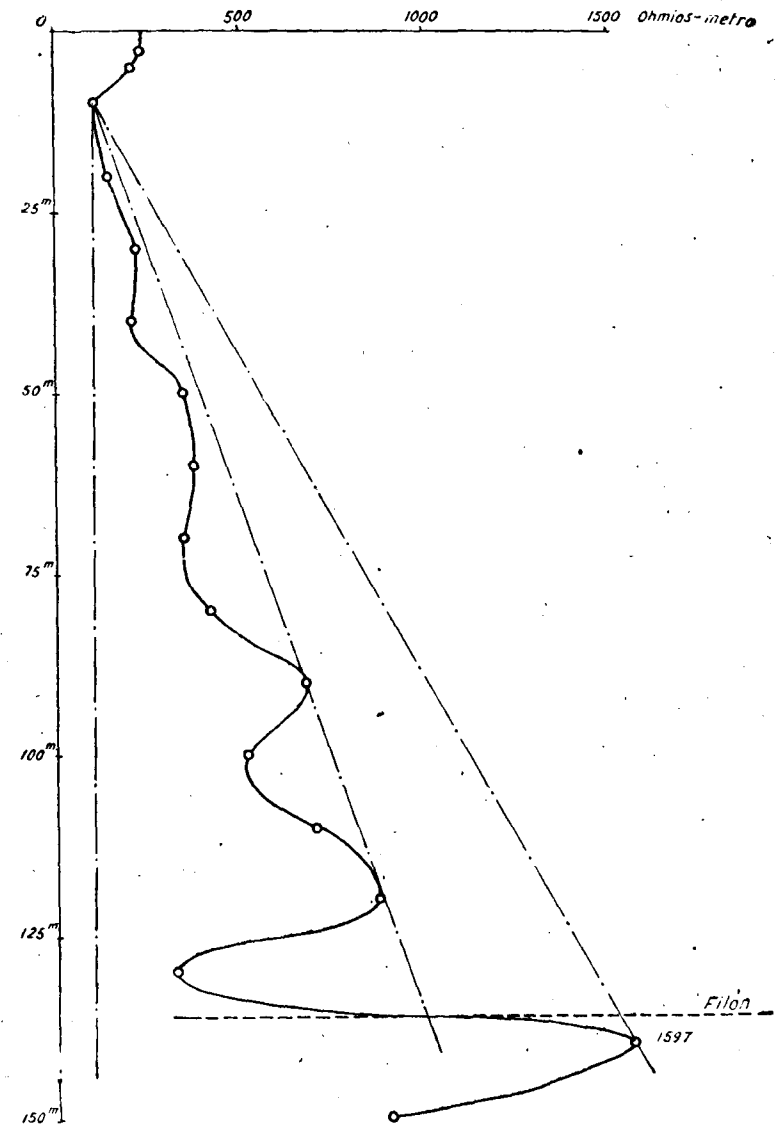


Fig. 76.—Sondeo eléctrico en la mina «Nochebuena»

los valores de la resistividad aparente que figuran en ella. Tomando estos valores como abscisas, en un sistema de ejes coordenados rectangulares, y como ordenadas los de las profundidades correspondientes, se ha dibujado el gráfico del sondeo (figura 76).

En él se observa que la resistividad disminuye primero rápidamente, hasta 100 ohmios a los 10 metros de profundidad, desde unos 250 que tiene en la superficie. Este efecto es debido, por una parte, a la sequedad del neis superficial y, por otra, a un débil manto acuifero situado entre la capa superficial descompuesta y la zona que no ha experimentado alteración.

A partir de la profundidad citada de 10 metros, la resistividad aumenta progresivamente, con un valor medio de 500 ohmios metro, hasta la profundidad de 130 metros. El valor de 500 ohmios metro corresponde al neis, según una determinación experimental, efectuada en otro lugar apropiado. Las ondulaciones observadas en la curva dependen de la falta de homogeneidad del terreno y de las irregularidades topográficas.

Al pasar el rayo eléctrico de 130 a 140 metros, el valor de la resistividad aparente aumenta bruscamente a 1.597 ohmios metro, para disminuir inmediatamente después. En la gráfica hay un punto de inflexión a los 137 metros de profundidad, que indica la que queremos determinar. Hay un error de dos metros y pudiera suceder que fuese el cometido en las operaciones gráficas para determinar la profundidad previa del filón.

b) DETERMINACIÓN DEL FILÓN «RICO» EN LA MINA «LA CUBANA».—Para cerciorarnos aun más de la seguridad con que nuestro método determinaba la profundidad del filón, repetimos el experimento anterior en su recorrido

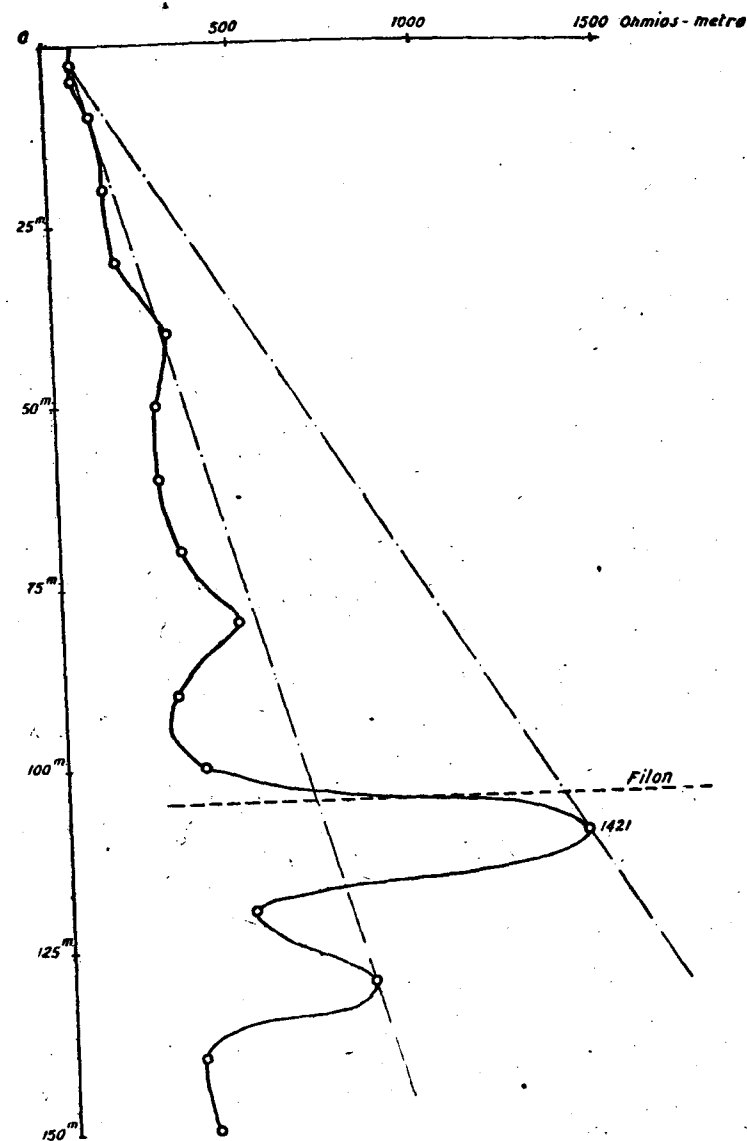


Fig. 77.—Sondeo eléctrico en la mina «La Cubana».

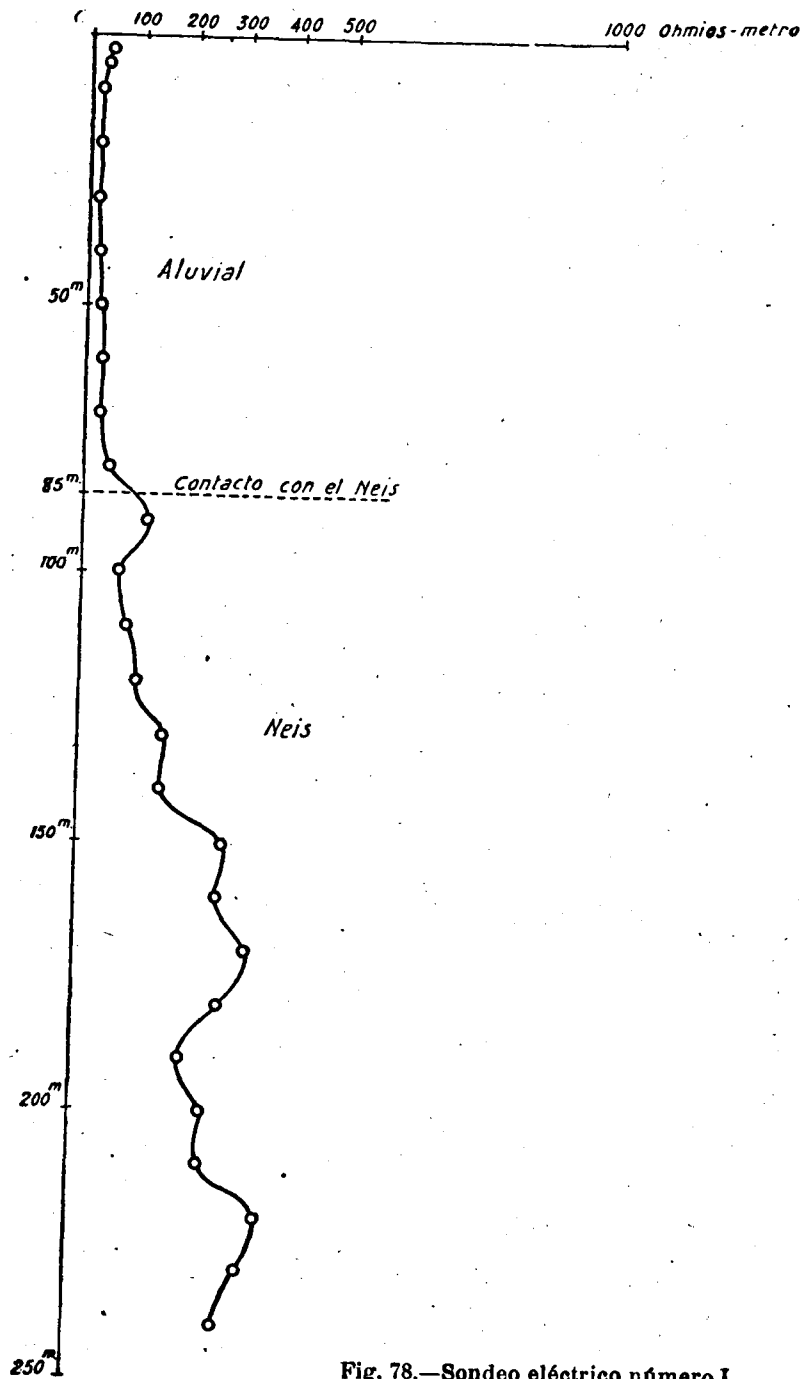


Fig. 78.—Sondeo eléctrico número I

a través de la mina «La Cubana», situando la línea eléctrica de modo que el filón cortase el plano perpendicular al mismo que pasa por aquélla a la profundidad de 105 metros. Se repitieron las mediciones y los cálculos,

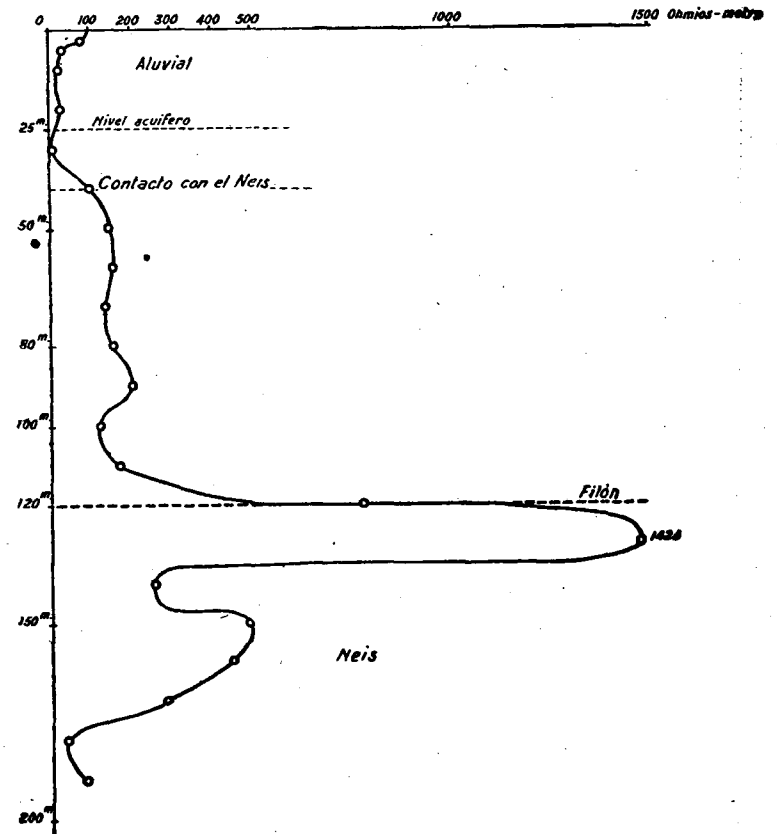


Fig. 79.—Sondeo eléctrico II

construyendo el gráfico con arreglo a los mismos principios.

De su examen se deduce que a los 105 metros se encuentra el horizonte que hace aumentar la resistividad a

1.421 ohmios-metro, que no es otro más que el filón, según sabemos de antemano. En este caso, sin duda por la mayor exactitud de los datos mineros, no ha habido error alguno.

Aún repetimos el experimento una tercera vez, en otro

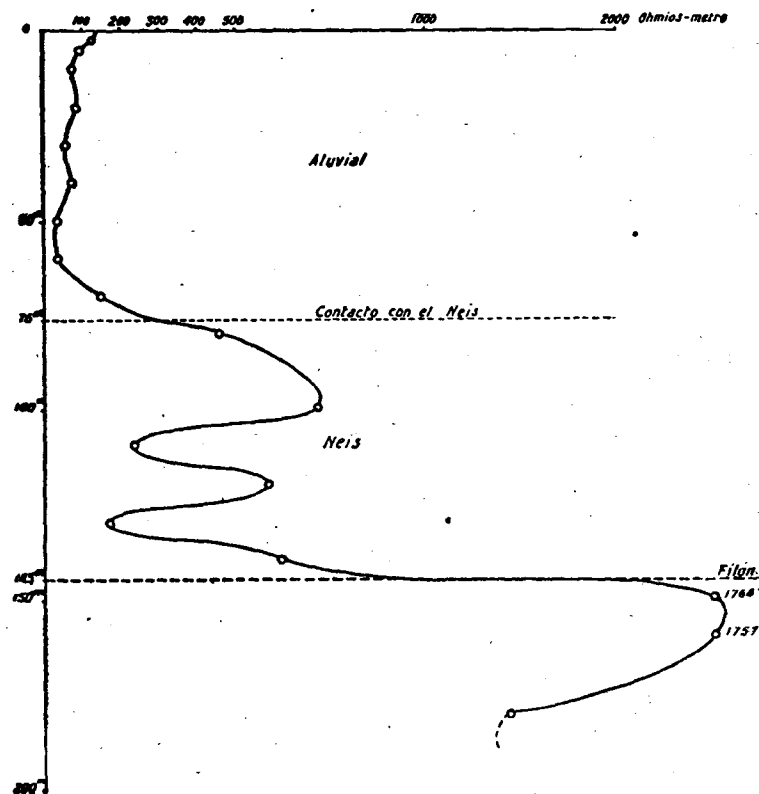


Fig. 80.—Sondeo eléctrico III

lugar próximo, obteniendo resultados análogos, en vista de los cuales creemos que el procedimiento puede extenderse a la parte desconocida del filón.

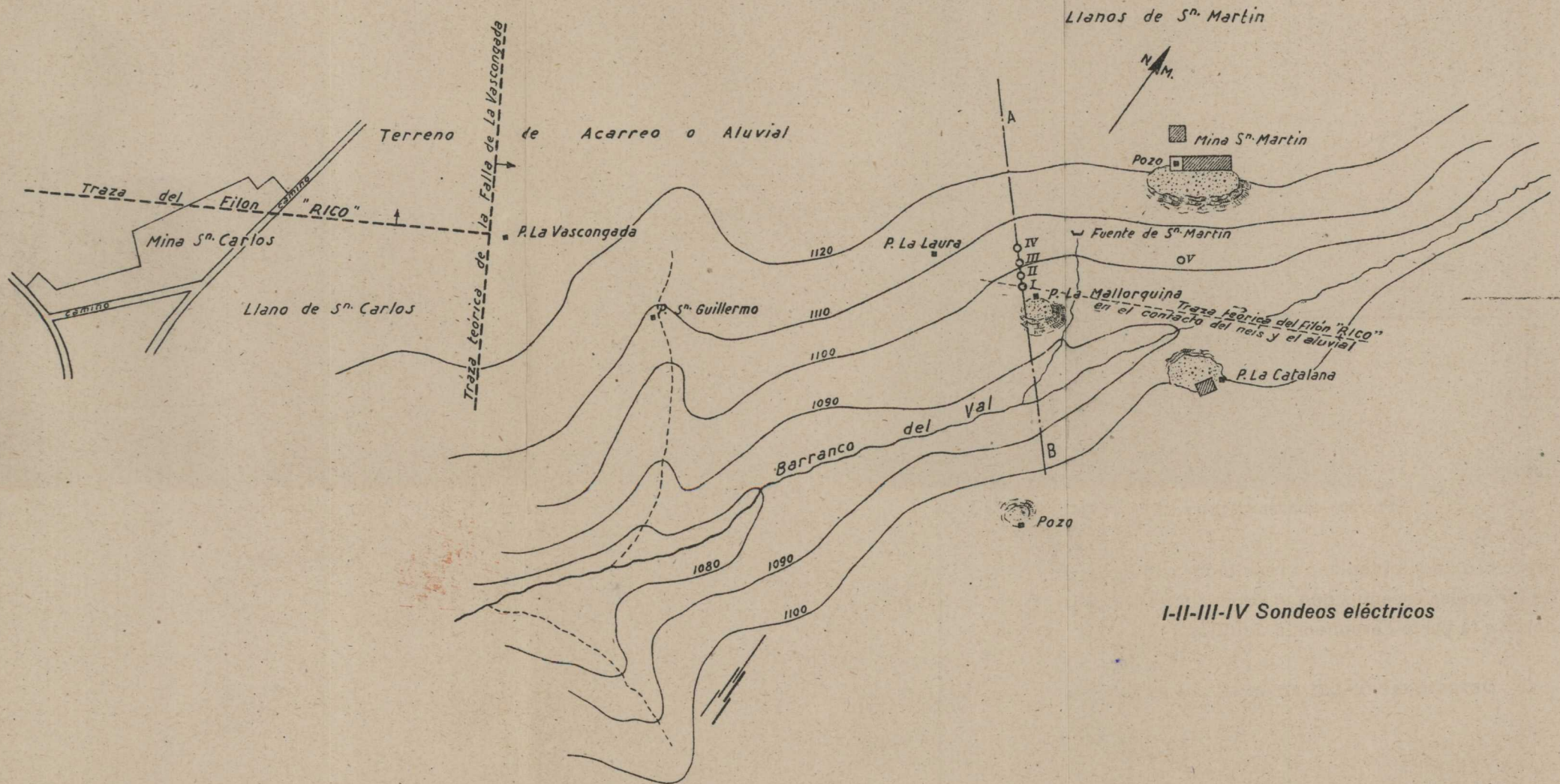
c) DETERMINACIÓN DEL FILÓN «RICO» EN LA ZONA DESCO-

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
INVESTIGACION ELECTRICA EN HIENDELAENCINA
DETERMINACION DEL FILON "RICO"



PLANO DE SITUACION DE LOS SONDEOS ELECTRICOS

Escala 1:4.500



NOCIDA AL ESTE DE LA FALLA DE «LA VASCONGADA».—La investigación se efectuó en una zona situada al Oeste del pozo «La Mallorquina» (véase en la lámina XXIV la situación de los sondeos eléctricos), y a unos 15 metros del mismo. Después de largos tanteos, puesto que cada uno de ellos exigía el estudio de una línea completa, elegimos

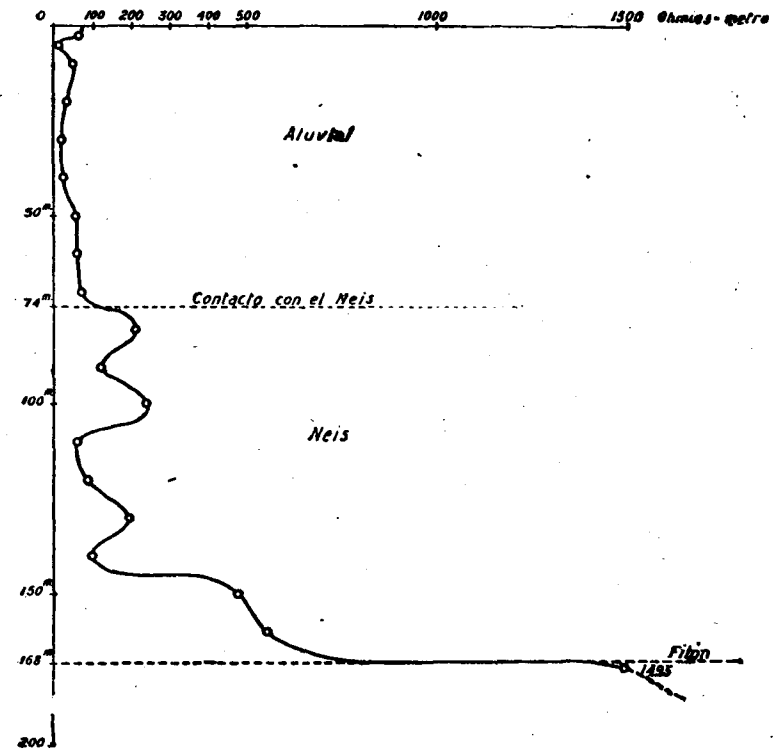


Fig. 81.—Sondeo eléctrico IV

para la dirección de los sondeos la perpendicular a la línea *AB*, según la cual las anomalías tenían el valor máximo encontrado. Una vez determinada dicha dirección se observaron los cuatro sondeos eléctricos I, II, III y IV, situados a 10 metros unos de otros.

Los resultados obtenidos en los gráficos correspondientes nos han permitido dibujar el corte geológico del terreno,

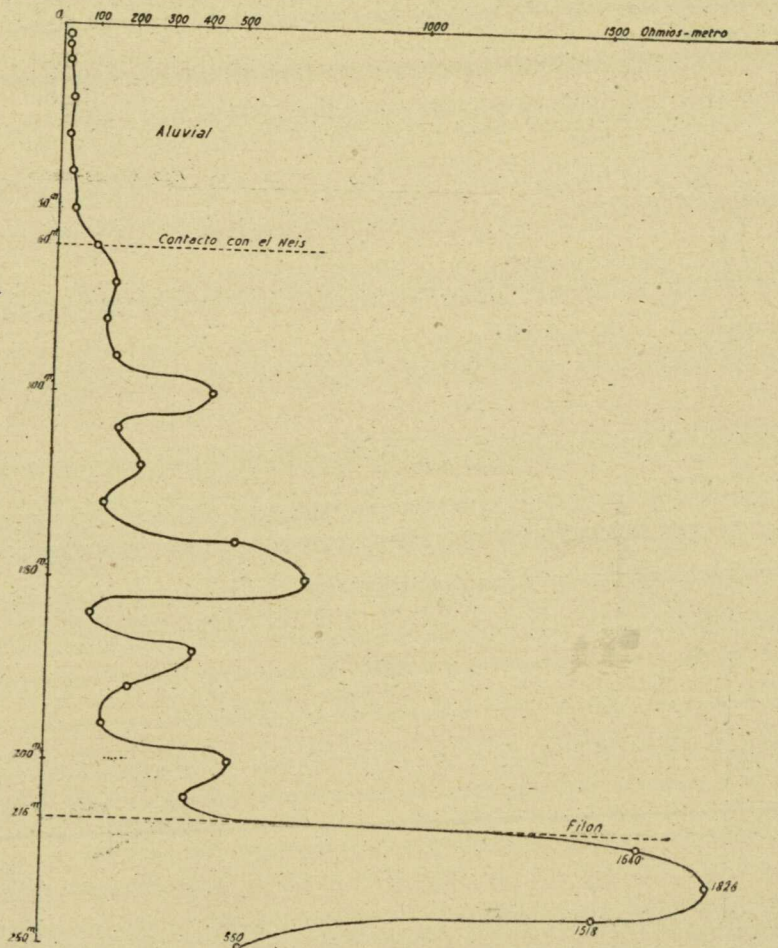


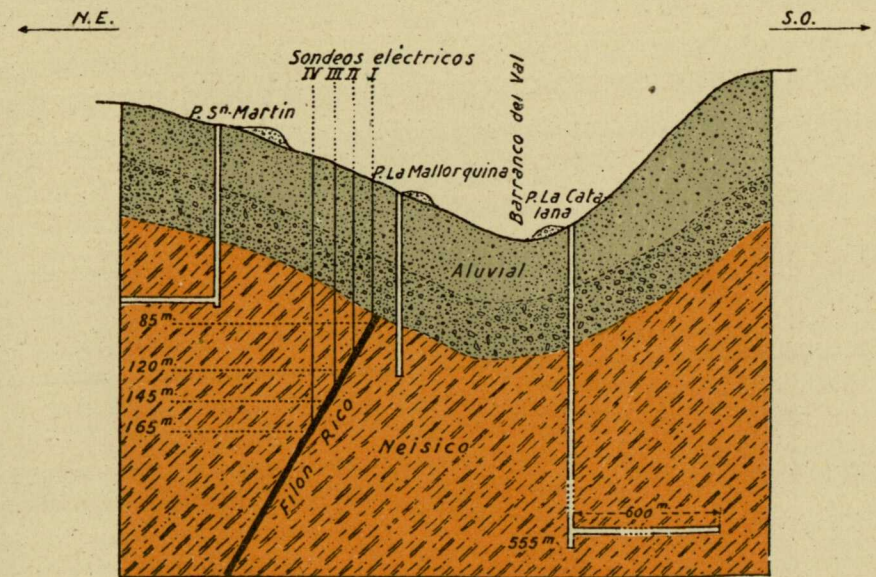
Fig. 82. — Sondeo eléctrico V

reno, según la línea AB, y la posición del filón, antes desconocida.

Haremos notar que las profundidades correspondien-

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
 INVESTIGACION ELECTRICA EN HIENDELAENCINA
 DETERMINACION DEL FILON «RICO»

Corte transversal A-B determinado por los sondeos eléctricos y labores antiguas efectuadas



Escala 1 : 4.500

tes a los cuatro sondeos han estado, exactamente, en línea recta y que el sondeo I ha correspondido, con el afloramiento del filón en el neis, debajo del recubrimiento aluvial. Este sondeo no era posible interpretarlo hasta después de terminar los otros tres.

Ha quedado determinada la traza del filón en la superficie del neis, el sentido de su buzamiento y el ángulo de inclinación.

También han quedado explicadas las causas de los fracasos en las investigaciones mineras y geofísicas anteriores. Los pozos de «La Catalana» y de «San Martín» hicieron las galerías transversales en la dirección opuesta a la situación del filón; el de «La Mallorquina», estaba al muro del filón y muy próximo al mismo, pero también iniciaron un transversal en sentido contrario; el de «La Laura» no tuvo profundidad suficiente, y el de «San Guillermo» estaba también al muro del filón (véase la lámina XXV).

Para adquirir una comprobación de los resultados obtenidos, hemos efectuado otro nuevo sondeo, al que corresponde el número V (figura 82), situado entre los pozos de «La Catalana» y «San Martín», que ha encontrado el filón en el lugar que le correspondía en relación con los anteriores.

NOTA BIBLIOGRAFICA. (*)

1. «Le Prospection électrique par les procédés Schlumberger».
2. «Phénomènes Électriques Produits par les Gisements Métalliques», par MM. C. et M. Schlumberger. — Paris. Académie des Sciences.
3. «Le Méthode de la Carte des Résistivités du Sol», par C. Schlumberger. — Paris, 1930.
4. «Étude sur la Prospection Électrique du sous-sol», par M. et C. Schlumberger. — Paris, 1920.
5. «Les Sondages électriques», par E. M. Poldini. — Lausanne, 1932.
6. «Études Géologiques et Prospections Minières par les Méthodes Géophysiques», par P. Geoffroy et P. Charrin. Préface de M. L. Pineau. — Alger, 1932.
7. «Geophysical Methods of Prospecting», by C. A. Heiland. Colorado School of Mines. — 1929.
8. «Advances in Technique and Application of Resistivity and Potential-Drop-Ratio Methods», by C. A. Heiland. — Golden, 1932.
9. «Swedish Geoelectrical Methods», by K. Sundberg, Lundberg and Eklund. — Stockholm, 1930.
10. «Methoden der angewandten Geophysik», Richard Ambronn.
11. «Über die elektrische Leitfähigkeit von Gesteinen und nutzbaren Mineralien», von H. Reich. — Berlin.
12. «Topographical Study of a Hidden Bedrock Surface by Resistivity Measurements», E. G. Leonardon. — New York, 1931.
13. «Aufsuchung von Wasser mit geophysikalischen Methoden», von J. Koenigsberger. — Leipzig, 1933.
14. «Interpretation of Three-layer Resistivity Curves», by Sylvain J. Pirson. — Golden, Colorado, 1934.

(*) No se citan más obras que las que poseo en mi poder.

15. «Exploring Down. The electrical methods of geophysical prospecting by Sherwin», F. Kelly.—New York, 1935.
 16. «Introduzione alle Geofisica Mineraria», Arnaldo Belluigi.
 17. «Los Métodos Geofísicos de Prospección», por José G. Siñeriz.—Madrid, 1928.

SONDEO EN ZONA CONOCIDA

Investigación eléctrica en Hiendelaencina (mina «Nochebuena» (*).—Fecha: abril, 1940.—Sondeo eléctrico previo A.—Observador: Sr. Siñeriz.

$$\text{Fórmulas: } \rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot l. \quad K = 0,785 \left[\left(\frac{AB}{l} \right)^2 - 1 \right]$$

l	AB	Centímetros		Δ V		K. l	Decímetros	ρ Ohmios	ρ Promedios	l	AB	Centímetros		Δ V		K. l	Decímetros	ρ Ohmios	ρ Promedios
		E	I	E	Δ V							E	I	E	Δ V				
2	10	1	3,5	200	1,2	3,77	237			20	280	1	6,0	5	1,4	306	355	342	
		1	3,5	200	1,2							1	6,0	5	1,3		330		
2	20	1	3,0	50	0,8	15,6	207			20	320	1	6,0	5	1,3	400	432		
		1	3,0	50	1,0							1	6,0	5	1,3				
2	40	1	3,0	5	1,1	62,6	112			20	360	1	6,0	5	1,6	507	674		
		1	3,0	5	1,1							1	6,0	5	1,6				
2	80	1	3,0	12	0	251	166			20	400	1	10,0	5	1,65	626	513		
		1	3,0	12	0							1	9,0	5	1,65				
20	80	1	6,0	50	0,85	23,5	167	171		20	440	1	9,0	5	1,87	758	788	808	
		1	6,0	50	0,90		176					1	9,0	5	1,50		829		
20	120	1	6,0	50	0,5	54,9	225			20	480	1	10,0	5	1,92	903	867		
		1	6,0	50	0,47							1	10,0	5	1,92				
20	160	1	6,0	5	2,6	98,9	208	215		20	520	1	10	5	0,45	1060	233	294	
		1	6,0	5	2,7		222					1	10	5	0,50		265		
20	200	1	6,0	5	2,5	155	325	346		20	560	1	10	5	2,52	1229	1548	1573	
		1	6,0	5	2,8		367					1	9	5	2,35		1597		
20	240	1	6,0	5	2,07	224	390	363		20	600	1	9	5	1,15	1411	824	899	
		1	6,0	5			336					1	9	5	1,25		973		

(*) Este sondeo se ha practicado en la superficie de la mina «Nochebuena», colocándose en el terreno de manera que, según el plano de la mina, el filón debía ser cortado por el plano vertical que pasa por la línea del sondeo a la profundidad de 135 metros.

SONDEO EN ZONA CONOCIDA

Investigación eléctrica en Hiendelaencina (mina «La Cubana» (*).—Fecha: abril, 1940.—Sondeo eléctrico previo B.—Observador Sr. Siñeriz.

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot L.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{A B}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centímetros		ΔV Millivolios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centímetros		ΔV Millivolios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I							E	I				
2	10	1	17,0	200	1,7	3,77	75	20	280	1	4,0	5	0,9	306	337
•	•	1	17,0	200	1,7	•	•	•	•	1	4,0	5	0,9	•	•
2	20	1	16,0	50	1,50	15,6	75	20	320	1	2,0	5	0,4	400	400
•	•	1	15,0	50	1,60	•	82	•	•	1	2,0	5	0,55	•	548
2	40	1	13,0	50	0,5	62,6	119	20	360	1	2,0	5	0,25	507	314
•	•	1	13,0	50	0,5	•	•	•	•	1	2,0	5	0,25	•	•
2	80	1	16	50	0,25	251	176	20	400	1	3,0	5	0,37	626	388
•	•	1	16	50	0,25	•	150	•	•	1	3,0	5	0,4	•	380
20	80	1	19,0	200	0,5	23,5	123	20	440	1	1,0	5	0,4	758	1516
•	•	1	19,0	200	0,5	•	•	•	•	1	1,0	5	0,35	•	1326
20	120	1	10,0	50	0,7	54,9	177	20	480	1	5,0	5	0,55	903	497
•	•	1	10,0	50	0,7	•	•	•	•	1	4,5	5	0,5	•	•
20	160	1	3,0	20	0,50	98,9	326	20	520	1	3	5	0,47	1060	826
•	•	1	3,0	5	1,75	•	306	•	•	1	3	5	0,45	•	•
20	200	1	5,0	5	1,8	155	279	20	560	1	14	5	0,85	1229	369
•	•	1	5,0	5	1,7	•	271	•	•	1	14	5	0,80	•	344
20	240	1	1,0	1	1,35	224	302	20	600	1	15	5	0,85	1411	381
•	•	1	1,0	1	1,15	•	280	•	•	1	15	5	0,82	•	•

(*) Este sondeo se ha practicado en la superficie de la concesión «La Cubana», colocándose en el terreno de manera que el filón debía ser cortado por el plano vertical que pasa por la línea del sondeo a la profundidad de 105 metros, con arreglo a los datos deducidos del plano de la mina.

Investigación eléctrica en Hiendelaencina (perfil transversal en «San Martín»).—Fecha: abril, 1940.—Sondeo eléctrico I.—Observador Sr. Siñeriz.

Fórmulas: $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K \cdot L.$ $K = 0,785 \left[\left(\frac{A B}{l} \right)^2 - 1 \right]$

l	AB	Centímetros		ΔV Millivolios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios	l	AB	Centímetros		ΔV Millivolios	K. l Decímetros	ρ Ohmios m ² /m	ρ Promedios
		E	I							E	I				
2	10	1	10	50	2,05	3,77	38	20	480	1	9,0	5	0,2	903	108
•	•	1	10	50	1,95	•	•	•	•	1	9,0	5	0,25	•	•
2	20	1	10	50	0,4	15,6	31	20	520	1	8,0	5	0,25	1060	159
•	•	1	10	20	1,02	•	•	•	•	1	8,0	5	0,25	•	•
2	40	1	7,0	20	0,1	62,6	18	20	560	1	12,0	5	0,35	1229	160
•	•	1	7,0	5	0,3	•	•	•	•	1	12,0	5	0,30	•	•
2	80	1	4,0	5	0,15	251	•	20	600	1	11,0	5	0,45	1411	280
•	•	1	4,0	10	4	•	25	•	•	1	11,0	5	0,40	•	•
20	80	1	4,5	5	0,75	23,5	•	20	640	1	10	5	0,35	1506	271
•	•	1	4,5	5	0,80	•	21	•	•	9,5	5	0,35	•	•	
•	•	1	4,5	5	0,70	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
20	120	1	4,5	5	0,4	54,9	28	20	680	1	7	5	0,25	1813	326
•	•	1	4,5	5	0,4	•	•	•	•	1	7	5	0,25	•	•
20	160	1	8,0	5	0,3	98,9	20	20	720	1	8	5	0,25	2033	285
•	•	1	8,0	5	0,3	•	•	•	•	1	8	1	1,05	•	•
20	200	1	9,0	5	0,3	155	25	20	760	1	16	1	1,05	2265	204
•	•	1	8,5	5	0,3	•	•	•	•	1	15	1	1,65	•	•
20	240	1	3,5	5	0,10	224	31	20	800	1	16,5	1	1,65	2510	251
•	•	1	3,5	5	0,10	•	•	•	•	1	16,5	1	1,65	•	•
20	280	1	6,5	5	0,12	306	31	20	840	1	16,0	1	1,30	2768	249
•	•	1	6,0	5	0,12	•	•	•	•	1	15,0	1	1,30	•	•
20	320	1	9,0	1	1,12	400	48	20	880	1	11,0	1	1,30	3038	364
•	•	1	7,0	1	0,85	•	•	•	•	1	11,0	1	1,27	•	•
20	360	1	4	5	0,2	507	121	20	920	1	11,0	1	1,00	3320	332
•	•	1	4	5	0,18	•	•	•	•	1	11,0	1	1,00	•	•
20	400	1	6,0	5	0,15	626	75	20	960	1	8,0	1	0,7	3616	289
•	•	1	5,7	1	0,6	•	67	•	•	1	8,0	1	0,56	•	•
•	•	1	5,7	1	0,6	•	62,6	•	•	•	•	•	•	•	•
20	440	1	6,5	1	0,8	758	91	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	1	6,5	1	0,78	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

BIBLIOGRAFIA (*)

- A. I. M. M. E. —Geophysical prospecting.—New York, 1929.
A. I. M. M. E. —Geophysical prospecting.—New York, 1932.
A. I. M. M. E.—Geophysical prospecting.—New York, 1934.
ALEXANIAN (C. D.).—Traité pratique de prospection géophysique.—Paris, 1932.
AMBRONN (R.).—Elements of Geophysics.—New York, 1928.
ANGENHEISTER (G.).—Handbuch der Experimentalphysik. XXV. Leipzig, 1928.
ANGENHEISTER (G.), HAALK, HEINE, HUMEL, JUNG, MARTIN, MEISSER und REICH.—Angewandte Geophysik. Handbuch der Experimentalphysik.—XXV. Bd. 3.º. Leipzig, 1930.
ANSEL, ver REICH.
ANSEL (E. A.), BARTELS (J.) und GUTENBERG (B.).—Geophysikalische Aufschliessungsmethoden. Lehrbuch der Geophysik von Prof. Gutenberg.—Berlin, 1929.
BARTELS, KROGNESS, BENNDORF und HESS.—Magnetische und elektrische Erscheinungen.
BARTELS.—Handbuch der Geophysik von Prof. Gutenberg. Berlin.
BARTELS, ver ANSEL.
-

(*) Tratados recibidos con posterioridad a la publicación de mi obra «Los métodos geofísicos de prospección» (Madrid, 1928).

- BELLUIGI (ARNALD).—Introduzione alla Geofisica Mineraria.—I/Industria Mineraria, 1929.
- BENNDORF, ver BARTELS.
- BERNEWITZ (M. W. VON).—Prospecting by Geophysical Methods.—New York, 1931.
- BOUTRY.—Les méthodes géophysiques de prospection.—Revue petrolifère. Paris, 1930.
- BROUGHTON (EDGE) and T. H. LABY.—Principles and Practice of Geophysical Prospecting.—Cambridge University Press, 1931.
- CASTILLO (W.).—Geofísica aplicada. Método gravimétrico. Madrid, 1932.
- CASTILLO (W.).—Geofísica aplicada. Método sísmico.—Madrid, 1932.
- CASTILLO (W.).—Geofísica aplicada. Método magnético.—Madrid, 1933.
- CASTILLO (W.).—Geofísica aplicada. Método eléctrico.—Madrid, 1934.
- CHARRIN (P.), ver GEOFFROY.
- EYE (A. S.) and KEYS (D. A.).—Applied geophysics in the search of minerals.—2.^a edi London, 1933.
- FOSI GUTIÉRREZ (J.).—Manual de magnetismo terrestre.—Madrid, 1940.
- GARCÍA SIÑERIZ (J.).—Interpretación geológica de las mediciones geofísicas.—Madrid, 1933.
- GEOFFROY (P.) et CHARRIN (P.).—Études géologiques et prospections minières par les méthodes géophysiques.—Bull. Serv. Carte Géol. de l'Algérie. 1932.
- GUTENBERG (B.).—Lehrbuch der Geophysik.—Berlin, 1929.
- GUTENBERG (B.).—Handbuch der Geophysik.—V y VI. Berlin, 1931.
- HAALCK (HANS).—Die magnetischen Verfahren der angewandten Geophysik.—Berlin, 1927.

- HAALCK (HANS).—Die Gravimetrischen Verfahren der angewandten Geophysik.—Berlin, 1930.
- HAALCK (HANS).—Lehrbuch der angewandten Geophysik. Berlin, 1934.
- HAALCK (H.), HEINE (W.), HUMMEL (J. N.), MARTIN (H.), MEISSER (O.) und REICH (H.).—Angewandte Geophysik. Handbuch der Experimentalphysik. XXV. Leipzig, 1930.
- HEILAND (C. A.).—Geophysical Methods of Prospecting.—Quarterly of the Colorado School of Mines. XXIV. n.º 1. 1929.
- HEILAND (C. A.).—Modern Instruments and Methods of Seismic Prospecting.—A. I. M. M. E., 1919.
- HEILAND (C. A.).—Advances in technique and applications of resistivity and potential drop ratio methods in oil prospecting.—Bul. A. A. P. G., 1932.
- HEILAND (C. A.).—Geophysikalische Aufschlussmethoden. Handbuch der Geophysik von Prof. Gutenberg. VI, Bd. 3.º, 1935.
- HEILAND (V.), ver MEISSER.
- HEINE, ver HAALCK.
- MEISSER, ver MEISSER.
- HESS, ver BARTELS.
- HUMMEL, ver HAALCK y REICH.
- HUNKEL, ver REICH.
- LAKOSKY (J. J.).—Fundamental Factors Underlying Electrical Methods of Geophysical Prospecting with special reference to the inductive processes.—Eng. and. Mini. Jour. Febr., 1928.
- JUNG (K.), ver HAALCK.
- KELLY (S. F.), ver LEONARDON.
- KOENIGSBERGER.—Aufsuchung von Wasser mit geophysikalischen Methoden. 1933.

- KROGNESS, ver BARTELS.
- LEONARDON (E. G.) und KELLY (S. F.).—Exploration for ore by potential methods.—Canad. Min. and Metal. Enero, 1928.
- LEONARDON (E. G.) und KELLY (S. F.).—Some applications of the methods to Structural Studies.—A. I. M. M. E. n.º 115. New York, 1928.
- MARTIN (H.). ver HAALCK.
- MAURAIN (CH.).—Les méthodes géophysiques.—L. Rev. Petro. Paris, 1929.
- MEISSER, HEILAND, REUTLINGER und HEISSER.—Geophysikalische Aufschlussmethoden. Handbuch der Geophysik.—VI, Bd. 3. Berlin.
- MEISSER (O.), ver HAALCK y REICH.
- REICH (H.).—Angewandte Geophysik für Bergleute und Geologen.—T. I y II. Leipzig, 1933.
- REICH, HUNKEL, ANSEL und MEISSER.—Geophysikalische Aufschlussmethoden. Handbuch der Geophysik. VI, Bd. 1.º Berlin, 1931.
- REICH, ver HEILAND.
- REUTLINGER, ver MEISSER.
- ROTHE.—Les Méthodes de Prospection du sous sol.—Paris, 1930.
- SCHLUMBERGER (C.).—Étude sur la prospection électrique du sous sol.—Paris, 1930.
- SCHLUMBERGER (C. et M.).—Electrical studies of the Earth's crust at great Depths.—A. I. M. M. E. New York, 1929.
- SCHLUMBERGER (C. et M.).—Communication sur le carottage électrique.—Cong. Int. de Forage. Paris, 1929.
- SCHLUMBERGER (C. et M.).—Les méthodes de la carte de résistivités et ses applications pratiques.—Ann. des Mines. 1930.

- SCHLUMBERGER (C. et M.), ver STEFANESCO.
- STEFANESCO (S.) et SCHLUMBERGER (C. et M.).—Sur la distribution électrique potentielle autour d'une prise de terre ponctuelle dans un terrain à couches horizontales, homogènes et isotropes.—Journ. Phys. et la Radium. I, fasc. 4. 1930.
- WILSON (J. H.).—Geophysical Prospecting.—Colorado S. of Mines Magazin. 1928 y 1929.
- La Bibliografía sobre método eléctrico se completa con la que figura en el capítulo de Investigación de Hiendelaencina.

INDICES

INDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
PRÓLOGO	v
Investigación de la cuenca potásica de Navarra	
CAPITULO I	
INVESTIGACIÓN SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA EN SANGÜESA Y SOS DEL REY CATÓLICO	3
§ 1. Prólogo	3
2. Reseña geográfica y geológica	4
3. La investigación sísmica	14
4. La investigación gravimétrica	20
5. Conclusiones	26
CAPITULO II	
INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN MONREAL	69
§ 6. Prólogo	69
7. Reseña geográfica y geológica	69
8. La investigación sísmica	72
9. Resumen	85
CAPITULO III	
INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN PUENTE LA REINA-OBANOS-TIRAPU	127
§ 10. Prólogo	127
11. Reseña geográfica y geológica	128
12. La investigación sísmica	136
13. Resumen	152
Investigación en la cuenca potásica de Huesca	
CAPITULO IV	
INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN TAMARITE DE LITERA	219
§ 14. Prólogo	219
15. Reseña geográfica y geológica	220
16. La investigación sísmica	222
17. Resumen	234
18. Sondeo de comprobación efectuado en Tamarite de Litera	234

Investigación sísmica en las salinas de Tollo de Cofrentes (Valencia)

CAPITULO V

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN LAS SALINAS DE TOLLO DE COFRENTES (VALENCIA)	265
§ 19. Prólogo	285
20. Reseña geográfica y geológica	267
21. La investigación sísmica	268
22. Resumen	275

Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar

CAPITULO VI

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR	291
§ 23. Prólogo	291
24. Reseña geológica	293
25. La investigación sísmica	302
26. Resumen	312
27. Sondeos de comprobación efectuados en Punta de las Palomas (Tarifa) y Cala Grande (Africa)	312

Investigación hidrológica por los métodos gravimétrico y sísmico en la llanura de León

CAPITULO VII

INVESTIGACIÓN HIDROLÓGICA EN LA LLANURA DE LEÓN, POR MEDIO DE LOS METODOS GRAVIMETRICO Y SÍSMICO	339
§ 28. Prólogo	339
29. Reseña geográfica y geológica	340
30. La investigación gravimétrica	345
31. La investigación sísmica	350
32. Resumen	354

Investigación sísmica en El Pardo (Madrid)

CAPITULO VIII

INVESTIGACIÓN SÍSMICA EN EL PARDO (MADRID)	503
§ 33. Prólogo	503
34. Reseña geológica	504
35. La investigación sísmica	507
36. Resumen	518

Investigación hidrológica en Las Rozas (Madrid)

CAPITULO IX

INVESTIGACIÓN HIDROLÓGICA EN LAS ROZAS (MADRID), POR EL MÉTODO ELÉCTRICO DE CORRIENTE CONTINUA Y POR EL MÉTODO SÍSMICO DE PROSPECCIÓN	551
§ 37. Prólogo	551
38. Reseña geográfica y geológica	553
39. La investigación eléctrica	558
40. La investigación sísmica	574
41. Resumen	580

Investigación eléctrica en Hiendelaecina. Determinación del filón Rico

CAPITULO X

INVESTIGACIÓN ELÉCTRICA EN HIENDELAECINA. DETERMINACIÓN DEL FILÓN RICO	623
§ 42. Prólogo	623
43. Teoría del método eléctrico de prospección por medio de corriente continua	626
44. La interpretación geológica de los resultados obtenidos	639
45. Método de Siñeriz para la determinación de filones metálicos	641
46. Investigación eléctrica del filón Rico en Hiendelaecina	642
Nota bibliográfica	653
BIBLIOGRAFÍA	668

INDICE DE LAMINAS

	<u>Páginas</u>
I.—Investigación sísmica y gravimétrica de la zona de Sangüesa y Sos del Rey Católico.—Plano de conjunto.....	4
II.—Investigación sísmica y gravimétrica de la zona de Sangüesa y Sos del Rey Católico.—Cortes geológicos 1, 2, 3 y 4	11
III.—Investigación sísmica y gravimétrica en la zona de Sangüesa y Sos del Rey Católico.—Corte geológico según un plano vertical desde Cáseda a la central eléctrica de Lumbier, en el río Trati. Corte geológico según un plano vertical NE.-SO. por el Monasterio de Javier ...	11
IV.—Investigación sísmica y gravimétrica en la zona de Sangüesa y Sos del Rey Católico.—Corte geológico según un plano vertical, que pasa por el sondeo número 1 de Sos del Rey Católico y la presa del pantano de Yesa ..	14
V.—Investigación sísmica en la cuenca potásica de Navarra. Zona de Monreal.—Plano horizontal	70
VI.—Investigación sísmica en la cuenca potásica de Navarra. Zona de Monreal.—Cortes geológicos	70
VII.—Investigación sísmica en la cuenca potásica de Navarra. Zona de Puente la Reina-Obanos-Tirapu.—Plano geológico de la zona comprendida entre Puente la Reina y Campanas	130
VIII.—Investigación sísmica en la cuenca potásica de Navarra. Zona de Puente la Reina-Obanos-Tirapu. — Corte geológico desde el río Arga hasta la carretera de Tafalla a Pamplona, pasando por las salinas de Obanos, las de Tirapu, San Martín de Añorbe, Oleoz y Muruarte de Reta (A-B del plano geológico número 1),	131
IX.—Investigación sísmica en la cuenca potásica de Navarra. Zona de Puente la Reina-Obanos-Tirapu. — Cortes geológicos 1, 2, 3, 4 y 5.....	135
X.—Investigación sísmica en la cuenca potásica de la provincia de Huesca. Zona de Tamarite de Litera.—Plano de los perfiles sísmicos	220

XI.—Investigación sísmica en la cuenca potásica de la provincia de Huesca. Zona de Tamarite de Litera.—Corte geológico según la dirección del anticlinal y de las líneas sísmicas. Corte natural del terreno a la salida de Tamarite hasta Alcampel	221
XII.—Investigación sísmica en las salinas de Tollo de Cofrentes.—Plano de los perfiles sísmicos	267
XIII.—Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar.—Plano de situación de los perfiles sísmicos	292
XIV.—Investigación sísmica en el Estrecho de Gibraltar.—Cortes 1 (costa española) y 2 (costa de Africa)	310
XV.—Investigación gravimétrica y sísmica en Mansilla de las Mulas (León).—Plano horizontal	341
XVI.—Investigación gravimétrica en Mansilla de las Mulas.—Corte geológico desde Comoza (Zamora) hasta Boñar (León).—Corte geológico entre Cistierna y Sorribas. Corte geológico según la línea sísmica número 1	342
XVII.—Investigación sísmica en El Pardo.—Plano de emplazamiento de las líneas sísmicas	505
XVIII.—Investigación sísmica en El Pardo.—Corte geológico según el meridiano que pasa por Colmenar Viejo (A-B del plano)	505
XIX.—Investigación sísmica en El Pardo.—Corte geológico según la dirección de las líneas sísmicas I y II (C-D del plano)	505
XX.—El Pardo.—Cortes geológicos transversales a las líneas I y II	505
XXI.—Investigación hidrológica en Las Rozas (Madrid).—Plano de la situación de los sondeos eléctricos y de la línea sísmica	553
XXII.—Investigación eléctrica en Las Rozas.—Perfiles 1 y 2 de los sondeos eléctricos	569
XXIII.—Investigación en Hiendelaencina.—Plano de labores sobre el filón Rico en proyección vertical E.-O.	642
XXIV.—Investigación eléctrica en Hiendelaencina.—Plano de situación de los sondeos eléctricos	649
XXV.—Investigación eléctrica en Hiendelaencina.—Corte transversal A-B determinado por los sondeos eléctricos y labores antiguas efectuadas	651

