

551.77866

MEMORIA

SOBRE LAS OSCILACIONES DE LA BRUJULA EN QUITO,

CONSIDERADAS EN SU RELACION CON LOS TEMBLORES
DE TIERRA Y SEGUIDAS EN SU MARCHA PARALELA
CON LAS FLUCTUACIONES DEL BAROMETRO. —

— AÑÁDESE UN BREVE RESUMEN
DE LOS PRINCIPALES FENOMENOS QUE ACOMPAÑARON
AL TERREMOTO DEL 16 DE AGOSTO DE 1868,
Y DE SUS MAS NOTABLES ESTRAGOS EN EL ECUADOR. —

A. M. D. G.



15726106

IMPRESA NACIONAL DE DON MARIANO MOSQUERA.

1868.

INTRODUCCION.

La espantosa catástrofe que el 16 de agosto próximo pasado cubrió de ruinas una parte considerable de la República del Ecuador; hace que continuemos con el mayor empeño las observaciones sobre la aguja magnética. Este maravilloso instrumento que tantos servicios ha prestado desde varios siglos atras á la navegacion y á la topografía, parece estar llamado al presente para un alto destino. "Ahora, dice el R. P. Secchi, famoso astrónomo director del Observatorio del Colegio romano; ahora el magnetómetro indicará las variaciones lejanas que se preparan en remotas regiones, y bien estudiado y conocido, acaso podrá un dia llegar á ser el *profeta del tiempo é indicador de lo futuro* por medio del telégrafo. Y no solo con ayuda de las variaciones extraordinarias se llegará á ese resultado, sino muy especialmente con su marcha diurna, examinada mejor que lo practicado hasta la fecha." No hay duda, y la ciencia lo tiene ya demostrado que hay una conexion íntima entre el magnetismo y los grandes fenómenos de la naturaleza. Los temblores, ese formidable azote que ha causado tantos estragos en todos tiempos y por todas partes, (*)

[*] Para que se vea cuanta verdad tiene esta asercion, y para que no se piense que solo la cordillera de los Andes es el asiento de los grandes terremotos, haré aquí una breve reseña de los mas principales. Sin contar los que en diversas épocas han arruinado poblaciones enteras á lo largo de la Cordillera americana; tales como los de 26 de octubre de 1646 y 28 del mismo mes de 1746 que arruinaron á Lima; los de 26 de marzo de 1812 y posterior que destruyeron á Carácas y algunas otras ciudades; los que á fines del siglo pasado convirtieron en escombros á la ciudad de Guatemala; los que hace catorce ó quince años arruinaron la ciudad capi-

ejercen una influencia marcada sobre las oscilaciones de la aguja magnética; así lo han comprobado las observaciones del R. P. Cappelletti en Santiago de Chile; así lo manifestaremos nosotros en la presente Memoria.

La ciencia, comprendiendo en nuestro siglo las grandes ventajas que se pueden obtener con el conocimiento de las leyes del magnetismo terrestre, ha establecido observatorios magnéticos en todo el mundo; en Inglaterra, en Francia, en Prusia, en Italia, en Rusia, en Alemania, en Holanda, en Austria, en Dinamarca, en el Indostan, en la China, en el Cabo de Buena Esperanza, en Australia, en Guatemala, en los Estados Unidos, en Chile, en el Ecuador, &c. &c. Esa fuerza misteriosa que constituye, por decirlo así, la vida de la materia, fué conocida de los antiguos, quienes la llamaron con Aristóteles *espíritu*. El origen y las leyes de sus variaciones periódicas forman al presente uno de los ramos mas importantes de las ciencias naturales; y su oculta virtud, tan especial en su carácter y tan general en su acción, es considerada por los sabios

tal de la República del Salvador; los que han sacudido en diversas épocas furiosamente la República de Méjico; tales, en fin, como los que repetidas veces han cubierto de ruinas esta República; la historia nos conserva el recuerdo de una multitud de espantosos terremotos. En efecto, 17 años antes de Jesucristo un temblor destruyó en Asia doce ciudades; 124 años despues otro arruinó otras cuatro en Asia, dos en Grecia, tres en Galacia; en 115 de nuestra era, despues de varios dias de violentos sacudones de tierra, se arruinó la populosa ciudad de Antioquia de Siria; los años de 129, 221 y 341 de Jesucristo hubo grandes terremotos en el Oriente y en Roma. Ciento cincuenta ciudades del Asia fueron tragadas por la tierra en 358 de Jesucristo; en 391, despues de dos meses de temblores, desaparecieron varias ciudades en Oriente; diversas otras en Palestina el año 419, y en Constantinopla en 446 se arruinaron los muros. En *setiembre* de 458 Antioquia, el Helesponto, la Tracia, la Jonia y las Cícladas sufrieron grandes estragos por causa de un terremoto; igualmente Constantinopla en 477 y 479. En 494 Laodicéa, Hierápolis, Trípoli y otras ciudades quedaron en escombros por efecto de los temblores. En Antioquia murieron el año de 528, en *mayo*, 250,000 personas bajo las ruinas causadas por un terremoto. En *setiembre* de 542, temblores casi universales; en 550 formidables sacudimientos de tierra en Palestina, Siria y Mesopotamia; en julio de 551, Berita quedó arruinada, y, despues de 40 dias de movimientos del suelo en 553, se arruinó en parte

como una manifestacion de los agentes imponderables que animan á la naturaleza material.

El descubrimiento de Oersted y los trabajos de Ampère, identificando el magnetismo con la electricidad, dieron á su estudio un desarrollo prodigioso, el que se aumenta cada dia mas, merced á la grande idea de unificar el calor y la electricidad. Habiendo sido las variaciones magnéticas en nuestra época colocadas entre los grandes fenómenos cósmicos; si aun no es llegada la hora de adivinar sus arcanos, á lo ménos los actuales descubrimientos sobre el electromagnetismo, nos animan á estudiarle con ardor y constancia; pues no está léjos el dia de robar á la naturaleza su secreto.

Deseosos nosotros de penetrar ese misterio, que tanto interes excita por todo el mundo, y, conociendo la inmejorable situacion de Quito para estudios de esta clase; emprendimos una continuada serie de observaciones acerca de los movimientos, que de una ora á otra, y de un dia á otro tiene la aguja magnética; pues no hay duda,

la ciudad de Bizancio. El 26 de octubre de 740, Constantinopla, Nicéa y Nicomedia; en 742, el Egipto; en 746, la Siria y la Palestina sienten grandes temblores. El año de 749 en Siria, ciudades enteras fueron movidas de sus asientos y trasladadas á distancias considerables, sin padecer ruina ninguna. Francia, Alemania é Italia en abril de 801; Persia y Siria en 860; en 867 la Mecca; en 1117 Lombardia por 40 dias seguidos, y Francia en 1289 sintieron fuertes temblores. El 5 de diciembre de 1545 murieron sepultados en los escombros mas de 20,000 personas en Nápoles, y quedaron en parte arruinadas Benevento, Brindis y Gaeta; mas de 13,000 perecieron en Constantinopla en 1508 y 1509 por causa de los temblores. Iguales catástrofes en Alemania el año de 1517, y el de 1531 en Portugal. En 1537 temblores en Nápoles durante 20 meses consecutivos; los mismos, acompañados de horrendas tempestades de rayos en Niza y la Provenza, en julio de 1564. En Inglaterra el año de 1571 hácia el mes de febrero, por efecto de un terremoto, se abrieron enormes grietas, mudaron de lugar diversos terrenos y se levantaron enormes colinas en los antiguos planos. En marzo de 1584, ruinas y muertes en el Piamonte, la Suiza, el Delfinado y la Borgoña, por causa de los temblores; el mismo mes de 1584, violentos terremotos en Francia; en setiembre de 1590, un temblor se dejó sentir en Austria, Hungría, Moravia y Bohemia, y abrió horrosas grietas y barrancos. Inglaterra, en 1596; Calabria, durante varios dias, y acompañados de ruidos semejantes

que la clave del magnetismo terrestre se encuentra en las leyes que presiden á esos movimientos misteriosos. Por lo pronto en noviembre de 1863 dimos principio á nuestros nuevos trabajos con un instrumento construido por nosotros, cuyas indicaciones necesariamente tenían que ser muy imperfectas. Con todo, ya desde entónces distinguíamos al través de considerables errores los fenómenos que la aguja presenta en sus oscilaciones. Consignamos esos datos en nuestro primer *Boletín meteorológico*, publicado en 1865, y nos reservamos para ulteriores y mas esmerados estudios, que se débían hacer con los instrumentos pedidos á Europa por el Supremo Gobierno de la República. Además de las variaciones diurnas, advertimos, en el cúmulo de observaciones hechas desde noviembre de 1863 hasta junio de 1866, que la declinacion era mayor hácia los equinoccios, menor cerca de los solsticios; efecto, sin duda, de la diversa intensidad de las corrientes termoelectricas desarrolladas en la tierra, según las diferentes colocaciones del sol en la eclíptica.

á descargas de artillería, en 1638; Noruega, en abril de 1657; Francia, en 1660; Ragusa, en abril de 1667; Nápoles, en junio de 1688, y Messina, en 1693, sintieron violentos terremotos. El año de 1699, un temblor hizo perecer en la China mas de 400,000 personas; otros aterraron á Palermo en *setiembre* de 1726; á la Inglaterra en octubre de 1731 y de 1734; á Liorna, durante once dias, en 1742; á la Inglaterra, en julio de 1748 y *febrero* de 1750, y al Cairo en 1754. Gran parte de Lisboa quedó arruinada en junio de 1755, muriendo en su recinto 30,000 personas, y elevándose el agua, como sucedió el 13 en el Perú, á una grande altura, sumergió muchos buques. El 5 de *febrero* de 1785 se sintieron en Calabria 190 sacudimientos y perecieron cerca de 50,000 personas. En España y varias otras costas del Mediterráneo se sintió un temblor violento en *agosto* de 1803. El 3 de julio de 1805 en Nápoles; el 2 de *febrero* de 1816 en Portugal; en *abril* de 1817 en China, y en *febrero* de 1818 en Sicilia, fuertes terremotos esparcieron el espanto. En la sola ciudad de Bhouj de la la Bengala fueron arruinadas 7,000 casas por causa de un terremoto en junio de 1819. Finalmente, en Martínica, el 11 de enero de 1839, quedó muy destruida la ciudad de Fuerte-Real y murieron en ella centenares de habitantes por causa de un terremoto. Paso en silencio varios otros temblores mas recientes, como el de San Tomas, el de las islas de Sandwich y otros. Nótese los 18 sublineados, acontecidos todos cerca de los equinoccios.

En febrero de 1867, teniendo ya á nuestra disposi-
cion un magnífico declinómetro y un excelente inclinóme-
tro contruidos en Paris en los talleres del Señor Secretan;
dimos principio á una nueva série de observaciones mu-
cho más perfecta que la precedente. Los trabajos de co-
locacion, estudio, correccion y manejo de los instrumentos
fueron largos y entrabados por una multitud de obstácu-
los y dificultades. En consecuencia, quedó interrumpida
por algun tiempo la serie principiada en febrero; y solo
en setiembre del mismo año de 1867 se pudo dar prin-
cipio á una cadena de observaciones diarias, las que se
continuaron sin interrupcion hasta el memorable 16 de ago-
sto de 1868 en que el terror, primero, y dispersion causa-
dos por el terremoto; y despues la ausencia de casi treinta
dias, por motivo nuestras expediciones á Imbabura, hi-
cieron que se suspendiesen hasta el 18 del próximo mes si-
guiente. En febrero de 1867 se hicieron por algunos dias
observaciones horarias, que no dieron gran resultado, por
no poseer todavía un perfecto conocimiento de los aparatos.
Terminada esa corta serie, se dió principio á otra, la
cual duró por mas de once meses continuos, en los que se
observaba el declinómetro tres veces al dia; á las seis de
la mañana, dos de la tarde y nueve de la noche. Las
erupciones del Pichincha en abril, y los pequeños tem-
blores de mayo de 1868, nos provocaron á dar principio
á nuevos y mas esmerados estudios sobre la declinacion
magnética. En efecto, el 17 de mayo, con motivo de un
remezon proveniente del Sur, y sucedido á la una y 30
minutos de la tarde, comenzamos una serie regular, con-
tinuada y exacta, la que duró hora por hora, y aun mas
frecuentemente, hasta despues del solsticio de junio, abra-
zando un total de 765 observaciones en 38 dias segui-
dos. El 25 de junio de 1868 se suspendió la serie hora-
ria, que nos habia dado excelentes resultados, y se con-
tinuó otra de tres observaciones diarias verificadas á las
siete de la mañana, doce del dia y nueve de la noche;
horas trópicas de las oscilaciones del declinómetro. El 18
de setiembre, con motivo del terremoto, principiamos otra

serie horaria mucho mas perfecta que las anteriores y la que aun hoy 30 del mismo mes continuamos. Desde mayo se observaron á la vez el declinómetro, el barómetro y el termómetro, teniéndose cuenta al propio tiempo de los vientos y del aspecto del cielo.

Antes de entrar en el estudio de las observaciones acumuladas en muchos meses, daremos una breve descripción de los instrumentos, de su colocacion y de la manera de observarlos; pues, por una parte, siendo nosotros los primeros que nos hayamos ocupado de observaciones magnéticas seguidas en Quito, debemos abrir y señalar el camino á los que nos sigan; y por otra, es preciso que los inteligentes en la materia, sepan nuestros medios de observacion y conozcan nuestros procedimientos, para que puedan recibir sin desconfianza los trabajos que por primera vez les ofrecemos en este vasto campo del magnetismo terrestre.



INSTRUMENTOS Y SU DISPOSICION.

Los tres elementos siguientes determinan la resultante de todas las fuerzas magnéticas del globo terrestre: azimut del meridiano magnético con relacion al astronómico; direccion relativamente á la vertical considerada en el plano del meridiano magnético; valor de la fuerza magnética en funcion de espacio, tiempo y peso. El primer elemento constituye la *declinacion*, el segundo la *inclinacion* y el tercero la *intensidad absoluta*. Todos tres siendo variables, exigen, despues del conocimiento de sus valores, el estudio de las leyes que rigen sus movimientos. Nosotros nos hemos ocupado hasta el presente, de las variaciones de declinacion mas que de las de intensidad é inclinacion.

Dos son los instrumentos de que disponemos hasta ahora para las observaciones magnéticas absolutas y diferenciales; un declinómetro y un inclinómetro. Para la colocacion del primero se han procurado llenar todas las condiciones de estabilidad, aislamiento y uniformidad de temperatura; y creemos haberlas llenado, en gran parte é lo ménos. En efecto, el aparato se halla colocado en un cuarto del primer piso sobre un zócalo firme de mampostería, léjos de todo objeto magnético, perfectamente resguardado de cualquier influencia extraña y con una temperatura, que no pasa de 16° centígrados, ni baja de ese número, quedando casi estacionaria. Las circunstancias de colocacion del inclinómetro son exactamente idénticas. Todavía no hemos estudiado la influencia mutua de los dos instrumentos, al encontrarse á tres metros de distancia uno del otro; pero esa influencia por ahora no existe, por estar en otro aposento distinto el inclinómetro. La sala del observatorio magnético tiene siete metros en cuadro, y su posicion geográfica es de 0°14' de latitud meridional y 81°5' de longitud occidental desde el Observatorio de Paris. Su altura

sobre el nivel del mar es de 2.894 metros y tiene el carácter del Pichincha 4.000 k. al Oeste.

DECLINÓMETRO.—Sobre una losa de mármol, larga de 0.6 decímetros, ancha de 0.24 centímetros y gruesa de 0.040 milímetros, se hallan fijas seis columinitas de cobre puro, de las cuales, dos sostienen el alidada y microscopio del polo Sur, dos iguales el alidada y microscopio del polo Norte, y las dos restantes, cuya altura es de 0.27 centímetros llevan el círculo de torsion y el mecanismo de suspension del hilo. Este se compone de varias hebras de seda destorcida, las que, partiendo del eje superior y pasando por el centro del círculo, van á parar en una chapa de laton bien purificado. En esta chapa está adaptada la barra magnética, cuya longitud es de 0.499 milímetros, cuyo grueso de 0.004 milímetros, y ancho de 0.0145 diez milímetros. Dos cajas de madera sólida y gruesa la defienden completamente de las influencias atmosféricas, y dejan ver á través de dos láminas de vidrio los polos de la barra, provistos ámbos de su respectiva *mira* de marfil. Estas, que tienen 0.044 milímetros de largo y 0.015 de ancho, están divididas en 200 espacios iguales del valor de 0.0002 décimos de milímetro cada uno, y sirven para medir la amplitud de las oscilaciones de la barra magnética. Los microscopios tienen sus correspondientes retículas y micrómetros, dando estos hasta centésimos de milímetro. Para proceder á la observacion se mueven los microscopios por medio de un tornillo lateral hasta colocar la línea media (20) de la escala de marfil en la mitad del crucero de la retícula; el número, que en esta posición señale el micrómetro, indicará la amplitud de las oscilaciones. Para mayor exactitud, y para eliminar los errores de construccion, se observa en ámbos microscopios, y se toma el medio de las dos indicaciones.

Para quitar la torsion del hilo se colocó una barra no magnética, casi idéntica á la de acero, en la chapa de laton, se dió vuelta al círculo de torsion y se leyeron las indicaciones de los micrómetros, las que marcaron un número igual á la desviacion media diurna. Esto relativamen-

te á las observaciones diferenciales; pues para la determinación de la declinación absoluta, se procedió de la manera siguiente: En consecuencia la declinación del término.
 Sobre el arteson de la iglesia de la Compañía, á una altura de 20 metros sobre el nivel de la plaza de Quito, se tomaron los días 26 y 27 de junio de 1868 cinco alturas aparentes del sol por medio del teodolito y se corrigieron del error de la declinación solar. Al Este se tomó el labio superior y al Oeste el inferior del disco. Los días 26 y 27 de junio de 1868.
 Luego se colocó una barra de estaño y plomo, de iguales dimensiones con la de acero magnetizada (1) en la chapa y se destorcó el hilo de seda hasta que el crucero de la retícula en ambos microscopios viniese á tomar exactamente la dirección del meridiano terrestre. Seis observaciones verificadas desde las 8 y 50 minutos hasta las 10 y 15 de la mañana, y corregidas del error proveniente de la dilatación, (2) nos dieron muy próximamente la coincidencia del eje de la barra de estaño con la meridiana. Orientados de este modo los polos de la barra no imantada, el plano de torsión coincidía con el meridiano terrestre, señalando el círculo 277°40'; los microscopios la división 209 de la escala de marfil; los micrómetros en término medio 25 milímetros y 78 centésimos de milímetro, y el termómetro una temperatura media de 16° centígrados. vamente á la declinación por ser en el tiempo de cobre.

Ese mismo día 28 de junio se quitó la barra de estaño y se puso en la chapa la de acero magnetizada; (3) entabliándose al propio tiempo una serie de observaciones magnéticas y termométricas, ejecutadas de 15 en 15 minutos. Desde las 4 de la tarde del 28 hasta la misma hora en el tiempo de cobre.

(1) La barra no imantada pesa 398 gramos y 95 centésimos; 26.64 gramos mas que la de acero; su dilatación es de 0.000020376, siendo la de la de acero 0.000012250 por cada grado centígrado.

(2) Por cada grado de calor la indicación media de los micrómetros variaba de 0.04 mm. en consecuencia de la dilatación de la barra de estaño y plomo.

(3) Esta barra es casi igual con la anterior, y tiene 0.50 metros de largo, 0.0145 m. de ancho, 0.004 metros de grueso y 372,31 gramos de peso.

ra del 29 se hicieron 63 observaciones, cuya media general fué 22.1 mm. 29 para el declinómetro y 13.8 para el termómetro. En consecuencia, la declinacion de Norte á Este en el polo austral de la barra era de 36.08 milímetros, ó en funcion de grados 10°43.56.748 centésimos de segundo (1) ó $10^{\circ}43'56''.748$. Como la longitud de la barra magnética se mudó desde que se adaptó á las determinaciones de la declinacion absoluta, es preciso hacer una pequeña correccion en el primer resultado, y poner $10^{\circ}11'37''$. Pero, como para cada grado de torsion se tiene en segundos una deviancion de la aguja de 0.36 centésimos, es necesario multiplicar 0.96 por $10^{\circ}11'37''$, y el producto añadirlo á la declinacion anteriormente hallada para obtener un resultado exacto. (2) Ejecutadas las operaciones tendremos como último resultado $10^{\circ}11'46''.774$ para la declinacion absoluta de la aguja magnética en Quito el 29 de junio de 1868. El sentido de la deviancion es de Norte á Este.

El error proveniente de influencias extrañas debe ser insignificante, pues al determinar la declinacion absoluta, el aparato magnético se encontraba lejos de toda masa de hierro; excepto por el costado Sur, en donde se hallaban á la distancia de 16 á 18 metros las ligaduras de la cúpula del templo; ligaduras de ninguna importancia, relativamente á la declinacion, por ser en sí de poca magni-

(1) Los académicos franceses habian hallado en 1736 $8^{\circ}46'$, y en 1742 $8^{\circ}20'$; el Señor Sebastian Wisse halló en 1845 $8^{\circ}46'55''$, en 1848 $8^{\circ}56'5''$, y nosotros obtuvimos en 1865 $10^{\circ}8'14''3$.

(2) Desde la 5.ª observacion del 29 de junio, verificada á las 8.45 de la noche, se comenzó á medir la deviancion de la aguja, no en la escala de marfil, sino en el limbo de cobre. Tomóse por punto de partida en el Norte 0.28 mm. y en el Sur 0.46 mm. siendo la mira del primero la division 19 de la escala de marfil, y la del segundo la 26 de la misma escala. Restando de 25.78 mm. media corregida de las indicaciones de la barra de estaño, 22.29 mm. media total de las de la aguja magnética, se obtienen 3.49 mm. cantidad que debe añadirse á los 33 mm que señalaban los ceros del vernier, al coincidir las bisectrices de las retículas de los microscopios con el meridiano terrestre, y tendremos 36.49 mm. los que multiplicados por 10.06, valor angular de cada cien milímetros, darán la declinacion absoluta.

tud y por hallarse hácia la prolongacion del meridiano magnético y no á los costados.

En cuanto á las observaciones diferenciales, no hemos podido evitar algunas influencias extrañas, tales como las provenientes de la acumulacion de armas en el parque, que se encuentra ahora á unos 50 metros hácia el Norte, y ántes cerca de 15 al NNO. Sin embargo, su influencia no nos es muy desventajosa para las observaciones diferenciales, porque, permaneciendo inmóviles, solo obran como meras causas perturbatrices constantes. (1)

El coeficiente de torsion se determinó de la manera siguiente: tomóse la ecuacion fundamental $Ta = mM_e$, siendo T la fuerza de torsion correspondiente al arco de igual longitud con el radio, y a el ángulo que el eje magnético de la barra hace con el plano en que la torsion es cero. Por consiguiente, Ta expresa el momento de la torsion, el cual es equilibrado por la fuerza magnética, cuyo momento es $mM \sin e$. Ahora bien, siendo e siempre muy pequeño, puédesse tomar el arco en lugar del seno; de donde, expresando á e en partes del radio, se tiene la ecuacion de equilibrio arriba indicada. El ángulo que la direccion de la fuerza terrestre hace con el plano de des-torsion completa, es

$$(a) \quad X = a \times e = a \left(1 \times \frac{T}{mM} \right)$$

Para hallar el valor de $\frac{T}{mM}$ se varia el ángulo x en el círculo de suspension, y mudada en consecuencia la a , tendremos la ecuacion

$$(b) \quad x' = a' \left(1 \times \frac{T}{mM} \right)$$

Restando las dos ecuaciones (a) y (b), será

$$\frac{mM}{T} = \frac{x - x'}{e - e'} = 1,$$

(1) Con motivo del terremoto del 16 de agosto, se trasladó el parque al lugar que actualmente ocupa, es decir, unos 35 metros mas lejos. Sea por efecto del terremoto, ó mas bien, por causa de la traslacion del parque, la aguja retrocedió hácia el Sur medio milímetro.

La cantidad $e = e'$ se lee en la escala xy y $x = x'$ en el círculo de torsión. Hecho esto resultará el coeficiente de torsión.

Para encontrar el plano de completa destorsion, se substituye en (a) el valor de e , tomado de la ecuacion anterior, el cual es $e = mM$ dividido por T . Hecho esto tendremos

$$x = a \left(\frac{mM}{T} \times 1 \right) = Pe$$

(P expresa por brevedad todo el segundo miembro de la ecuacion. Si se quiere mudar el coeficiente P sin cambiar el ángulo del círculo de suspension, se varia el momento de torsion; lo que se obtiene, conservando mM y añadiendo a la chapa un peso adicional.

Hecho esto tendremos la ecuacion $x = Pe'$, luego, en la suposicion anterior, saldrá $Pe = P'e'$ (c)

La escala da $e = e' = D$ de donde se saca $e' = D - e$; substituyendo este valor en la (c), será

Esta es la correccion que debe aplicarse al ángulo observado. Así que, en último análisis, la torsion restante que se buscaba es

$$\left(\frac{T}{16m} \times X \right) = \frac{PP'}{P - P'} D = X' \quad (e)$$

La caja por ser de madera no tiene induccion alguna electrodinámica; por consiguiente no exige correccion; como tampoco la lámina de vidrio que deja ver las extremidades de la barra, pues su espesor es insignificante, y ademas el error no afectaría a las observaciones diferenciales.

OBSERVACIONES

DIFERENCIALES DEL DECLINOMETRO.

Siendo nosotros los primeros que nos ocupábamos de observaciones seguidas del magnetismo terrestre en Quito,

debíamos desde luego trabajar en conocer las leyes de las variaciones y de las horas trópicas verdaderas de la aguja. Consequimos descubrir esas leyes y conocer estas horas por medio de observaciones horarias hechas durante muchos días, y aun noches enteras; pero como es imposible ponerlas aquí todas, las compendiamos lo mas que nos sea posible.

Como se sabe, aunque desde muy antiguo se conociese la virtud magnética de la tierra, nadie antes del P. Tachart, jesuita misionero en el Reino de Siam, habia sospechado que existiese en la aguja magnética un sistema periódico de variaciones diurnas. Estas, sospechadas por el P. Tachart en Lowó, fueron realmente descubiertas en Lóndres por Graham en 1722, pero Canton fué quien en 1756 se acercó mucho al descubrimiento y leyes del período diurno. El P. Asclepi en Roma y Cassini en París, ámbos en la segunda mitad del siglo pasado, hicieron importantísimos descubrimientos en esta materia.

Macdonald notó por primera vez en el siglo pasado, tanto en Santa Elena, como en Sumatra, que la oscilación diurna de la aguja en nuestro hemisferio se verifica de Norte á Este; lo mismo fué observado por Freycinet en la Isla de Francia y en Rawak en 1818. Duperry en 1822 y 1823 notó lo mismo en algunos otros puntos mas cercanos á la línea equinoccial. Las observaciones de Gay, hechas en la zona tórrida, dan á conocer tres movimientos en la aguja: uno al levantarse el sol y con direccion al Este; otro hácia el Oeste cerca de la ana de la tarde y el tercero otra vez al Este cerca de las nueve ó diez de la noche.

El P. Asclepi en 1762 fijó perfectamente las horas trópicas y el período diurno en su observatorio del Colegio romano. En el estío halló que el mínimo matutino se verifica á las 7.54 minutos de la mañana, y el máximo á las dos de la tarde, siendo la amplitud de la oscilación 5.7. En invierno no pudo obtener los mismos resultados por las muchas perturbaciones que tienen lugar en esa estacion. Fijó la declinacion absoluta hácia Poniente

en 16^o; pero en sus observaciones habia algunas causas de error, las que hacen sospechosa esa determinacion. El P. Secchi la fijaba en 1659 y 1660 en 13942.2, con mejores medios de observacion y con mucha mas exactitud. Cassini, Director del Observatorio de Paris en 1784; con un aparato dispuesto segun el método de Coulomb, (1) estableció el primero los principios que aun al presente forman la base de esta ciencia. Sus resultados principales fueron: 1^o La aguja al salir el sol se pone en movimiento hácia el Occidente, llegando á su máximo entre medio día y las tres de la tarde. Esta hora varia segun las estaciones. 2^o Por la noche, excepto las perturbaciones extraordinarias, permanece inmóvil. 3^o Al año tiene una excursión que en invierno es de 5' á 7' y en verano de 14' á 15'. 4^o La influencia de las auroras boreales sobre las oscilaciones periódicas, descubrimiento que falsamente se atribuyó despues á Arago. 5^o Que las tempestades de rayos no tienen influjo sensible sobre la brújula; lo que es cierto en los instrumentos grandes, pero no en los pequeños. 6^o Mayor regularidad de la aguja en sus oscilaciones cuando está saturada. 7^o Que estas oscilaciones se verifican lo mismo debajo de tierra, aunque ménos ámplias. 8^o Finalmente, las influencias de un anublamiento rápido, de la mutacion de los vientos, especialmente del NE, de la ninguna influencia de la cercanía del observador cuando la caja era bien sólida. Tambien notó que á las veces en los días de mucho calor queda la aguja estacionaria, y que el mayor número de perturbaciones se verifica por la tarde.

Cassini demuestra tambien la influencia que tienen los equinoccios y solsticios sobre la aguja, é insiste acerca de la que ejerce el equinoccio de primavera, creyendo, aunque sin razon, inerte el de otoño. Cassini, pues, tiene que ser mirado como uno de los principales fundadores de los estudios magnéticos. En quanto á sus trabajos sobre las perturbaciones, hablaremos despues; y de las variaciones anuales

(1) El instrumento de que usamos nosotros es el mismo de Coulomb perfeccionado por Cassini y despues por Gambey.

los y seculares nada diremos por ahora, pues carecemos de datos para apoyar con nuestras observaciones en Quito las de aquel sabio italiano en Paris.

Humboldt, á su regrese á Europa de la América meridional, emprendió en 1806, en compañía del astrónomo Olmanns, una serie de observaciones horarias, valiéndose para ello del colimador magnético de Prony, provisto de una barra imantada, suspendida segun el método de Coulomb. Esta serie emprendida en Berlin y continuada por dos años enteros, ademas de haber confirmado los resultados de Cassini, descubrió un período nocturno y varias perturbaciones, á que dió el nombre de *tempestades magnéticas*. Desde entónces fué que aquel gran sabio concibió el proyecto de instalar aparatos magnéticos en diversos puntos para hacer observaciones correspondientes.

No mucho despues de haber en 1828 emprendido una nueva serie, sirviéndose para ello de la brújula de Gambey, consiguió que se instalasen estos mismos aparatos en San-Petersburgo, en Posen, Moscú, Barnaul, Kertschinsk, Nicolajeff de Crimea y aun en Pequín de la China. Comprometió ademas al profesor Reich á que en las minas de Freiberg en Sajonia estudiase el declinómetro á 70 metros bajo del suelo. Fuera de los muchos observatorios particulares que establecieron diversos aficionados, consiguió tambien Humboldt que se formase en Alemania una asociacion de observadores bajo la direccion del famoso Gauss, Director del Observatorio de Gottinga, y del conocido fisico Weber.

Las observaciones, gráficamente redactadas por medio de curvas sinuosas, hicieron ver, que en lugares apartados unos de otros, como son el Haya, Gottinga, Berlin, Breslaw, Leipsick, Marburgo, Munich, Milan y Sicilia, las curvas magnéticas son de un paralelismo sorprendente.

Humboldt, no contento con tan brillantes resultados, obtuvo de la Sociedad Real de Lóndres que se erigiesen observatorios magnéticos en todas las colonias del Imperio Británico. En consecuencia, se formó en el seno de aquella Sociedad una comision compuesta de sabios de

primer órden, tales como Herschel, Wheatston, Airy, Sabine, Wrottesly, Babbage, Lloyd y otros, quienes convinieron en establecer un sistema completo de observaciones para estudiar el magnetismo terrestre en sus tres elementos de fuerza, declinacion é inclinacion. Para realizarlo se erigieron observatorios en Toronto del Canadá, cerca de uno de los puntos de mayor intensidad magnética; en Hobart-Town en Australia, punto casi antípoda de Toronto y vecino al polo magnético de intensidad austral; en el Cabo de Buena Esperanza, lugar oportuno á causa de las variaciones notables que las líneas magnéticas, isogónicas, isoclímicas é isodinámicas sufren al entrar en el continente africano, y en Santa Elena cerca de la línea equinoccial, punto muy próximo al Ecuador magnético. Finalmente, la Compañía de las Indias levantó un observatorio en Madras; la Rusia, varios en sus estaciones, como tambien Alemania, Bélgica, Holanda y otros países. Simultáneamente con estos debian obrar los de Greenwich, Dublin, Kew, Paris y Malherstown.

El famoso astrónomo Arago por su parte emprendió con ardor el estudio de las variaciones diurnas, valiéndose de instrumentos perfectos; y, además de la confirmacion de las leyes descubiertas por Cassini sobre el período diurno, halló las variaciones de la inclinacion y de la intensidad magnética. El P. Secchi, en su observatorio de Roma, hace ya algunos años, estudia con excelentes métodos, grandísima precision é instrumentos magníficos, costeados por el Sumo Pontífice Pio IX, todos los elementos que constituyen el magnetismo terrestre.

Al lado, pues, de esos grandes nombres pondremos tambien el nuestro, consignando aqui algunos ligeros ensayos hechos en Quito sobre las variaciones diurnas de la aguja magnética.

De las 72 observaciones horarias, que por primera vez hicimos en febrero de 1867 durante diez dias continuos, apenas pudimos traslucir las leyes del período magnético al traves de un denso velo formado, ya por el cambio de vientos y crudeza de la estación lluviosa, ya tambien

por los muchos errores de observacion. Esa serie, pues, quedó casi sin resultado alguno. Catorce meses despues emprendimos otra mucho mas seguida, mas numerosa y mas exacta, cerca del solsticio de junio. La actividad renovada en el Pichincha, despues de 204 años de aparente extinsion, y alguno que otro temblor que sucedió despues, nos obligó á emprender esa nueva serie.

Ya desde 20 de febrero de ese mismo año de 1868 se habia sentido un pequeño temblor á las 6 y 38 minutos de la mañana, el que fué seguido el 19 de marzo de algunas detonaciones del Pichincha, las que el 22 se dejaron oír nuevamente á las tres de la tarde, apareciendo por primera vez el mismo dia 22 á las cuatro, un espeso penacho de humo sobre el cráter del volcan. Nótese que durante mas de dos años atras, el Cotopaxi situado al SE de Quito, ya ni bramaba, ni arrojaba humo, como ántes lo habia hecho por largo tiempo. El Pichincha continuó encendido hasta el 1º de junio, es decir, 70 dias seguidos, sin que la tierra nos aterrased con temblor alguno considerable. El 17 de mayo, á la 1 y 30 minutos, habiendo sentido un corto remeson proveniente del Sur, emprendimos nuestra nueva serie horaria, la que, continuada por 35 dias, nos dió resultados satisfactorios.

En efecto, advertimos que la aguja tiene tres movimientos; uno, de Norte á Este, desde la salida del sol hasta las siete de la mañana, poco mas ó ménos, tocando en esa hora su mínimo de declinacion; el segundo, de Este á Norte hasta las doce próximamente, hora, por lo regular, de su mínimo de declinacion; y el tercero con el que, desde esa posicion vuelve á dirigirse al Este, permaneciendo ordinariamente tranquila durante la noche. También hemos notado que las tempestades de rayos no tienen influencia alguna sensible; que los dias serenos y puros, cuando hay fijeza en el tiempo, la marcha de la aguja es admirablemente regular. La amplitud de las oscilaciones varía de un dia para otro, y es menor entre el máximo de la mañana y el mínimo de medio dia que entre este y el máximo de la noche. Esto relativamente al período diurno, pues de

las perturbaciones hablaremos mas adelante.

El termómetro dentro de la caja de madera no ha tenido variacion ninguna sensible, por consiguiente la correccion de la temperatura para las oscilaciones de la aguja es inútil. El termómetro exterior ha señalado para la pieza en donde se encuentra el declinómetro, ordinariamente 15 grados centígrados, oscilando apénas dos grados de la mas baja á la mas alta temperatura.

Al propio tiempo que observábamos las oscilaciones diurnas de la aguja magnética, seguimos la marcha horaria del barómetro. Nos hemos servido de uno, excelente, sistema Gay-Lussac, comparado y corregido segun el modelo del Observatorio de Paris. Reduciendo á cero las indicaciones, hemos podido seguir con exactitud su marcha, que es sumamente regular, y cuyas fluctuaciones sufren mucho ménos cambios que las del declinómetro. Segun nuestros últimos estudios, y despues de mas de mil observaciones horarias, hemos advertido que de ordinario el barómetro á las nueve de la mañana toca á un primer máximo de altura; baja en seguida gradualmente hasta las cuatro de la tarde, ó cerca, llegando entónces á su minima depression, vuelve á subir poco á poco hasta las nueve de la noche próximamente, entónces toca á su segundo máximo, menor por lo regular que el primero de las nueve de la mañana; y al fin baja de nuevo para tocar en su segundo mínimo entre las once y doce de la noche; este, en la marcha normal del barómetro, es menor que el primero de las cuatro de la tarde.

El barómetro, como tambien el declinómetro quedan á las veces estacionarios por una ó dos horas, especialmente en las trópicas. Con la marcha de ese instrumento bien observado, se puede predecir la proximacion de alguna tempestad ó lluvia; porque anuncia su llegada con un rápido y notable descenso, durante todo aquel fenómeno permaneciendo inmóvil. Al contrario anuncia el buen tiempo con sus elevadas indicaciones. La marcha de las fluctuaciones barométricas es perfectamente paralela con la de las magnéticas; solo que sus horas trópicas se retardan de dos

á tres horas; y ademas el barómetro tiene un mínimo nocturno del que carece la aguja, estacionaria casi siempre por la noche. Sin embargo la amplitud de las oscilaciones barométricas nocturnas es muy poco considerable; de modo que aun en esto tienen mucha analogía con las fluctuaciones magnéticas.

No pudiendo exhibir todos nuestros trabajos acerca de las observaciones horarias, por carecer las imprentas del país de los elementos necesarios para la formacion de cuadros y para el trazo gráfico de las curvas barométricas y magnéticas; nos limitaremos á los máximos y mínimos diurnos, á la amplitud de las oscilaciones y á las horas trópicas, tomando solo los dias regulares y dejando para otra parte de esta memoria las anormales.

OBSERVACIONES DEL DECLINÓMETRO CERCA DEL SOLSTICIO.

MAYO DE 1868.

Dia	1.	Máx.	21.16mm.	Mín.	20.91mm.*	2	Máx.	21.00 mili.
20	—	21.37	—	20.91	—	—	21.17	
21	—	21.18	—	20.03	—	—	21.01	
22	—	21.23	—	20.86	—	—	21.01*	
23	—	21.22	—	20.95*	—	—	21.00*	
24	—	21.23	—	20.91	—	—	21.00	
25	—	21.19	—	20.95	—	—		

Desde el 25 de mayo, pasado medio día, se modificaron las indicaciones del aparato, por causa de la mutacion que hicimos en la escala de marfil. Ya se puede notar que el período magnético se acerca mucho al que los físicos señalan á la electricidad atmosférica, y más tarde se advertirá la admirable analogía de las ondas magnéticas con las barométricas. Adviértase que en la nueva disposicion del declinómetro la division 20.02, equivale á la 20.97 de la antigua. Ademas téngase presente, que como los microscopios voltean la imagen de la escala de marfil, los máximos de declinacion de Norte á Este están expresados por los

números menores de la escala, y los mínimos por los mayores. En una palabra, en adelante al crecer la declinacion disminuirá la graduacion, y al disminuir aquella aumentará esta; advertencia absolutamente necesaria para poder comparar con las siguientes las observaciones anteriores.

MAYO DE 1868.

Dia	1 Máx.	19.70*	Mín.	20.04 2*	Máx.	19.97*	Milim.
27							
28		19.87		20.11(1)		20.04	
29		19.86		20.13		13.94	
30		19.90		20.08		20.00	
31		19.92		20.14		20.02	

JUNIO DE 1868.

Dia						
1		19.89		20.13		20.01
2		19.79		20.09		20.00
4		19.86		20.11		20.01
5		19.80 (2)		29.22		10.98
6		19.78		20.11		19.74 *
7		19.76		20.12		20.04
8		19.49		20.02		20.00
9		19.84		20.09 *		19.93 *
10		19.81		20.12		20.04
11		19.77		20.05		20.00
13		19.80		29.03		19.95 *
14		19.87		20.09 *		20.00

(1) Desde las doce del 28 de mayo se comenzó á medir la declinacion por medio del micrómetro; en adelante, pues, las observaciones tendrán mucha mas exactitud. Las horas trópicas de la aguja en Quito, casi coinciden con las halladas por el P. Azcepi para Roma en verano, y la excursion es menor en nuestra estacion de 2 á 3 minutos que en la del colegio romano. Idénticos resultados de Cassini para 1791 en Paris. Los días nublados tienen mucha menor amplitud magnética que los perfectamente puros; la causa de esto es el menor calor, proveniente de una insolacion interrumpida.

(2) La llegada el 5 de junio de algunos centenares de fusiles al cuartel vecino, parece no tuvo influencia alguna sensible sobre la aguja. El 6 de junio á las 2 de la tarde se quitaron 9 fusiles que se hallaban 7 metros hácia el Norte, tras una pared, y entonces se notó mayor amplitud en la desviacion de Norte á Este.

Dia	Máx.	Mín.	Máx.	Milim.
15	19.90	20.04 *	20.00*	
16	19.88	20.14 *	20.00 *	
17	19.81	20.22	20.00	
18	19.79	20.03	19.98 *	
19	19.81	20.10	20.01	
20	19.87	20.13	19.97	
21	19.88 *	20.17	20.00	
22	19.87	20.20	20.00	
23	19.86	20.13	20.02	
24	19.76	20.17	19.97 *	
25	19.79	19.96	20.00	

La señal * indica que la oscilacion ha variado de hora trópica. El 19 de mayo la aguja empezó su marcha ascendente desde las 4.50 ms. de la mañana; tuvo sus horas trópicas regulares y una amplitud de 3'.18."78. arco recorrido desde las 7.5 de la mañana, hora del máximo, hasta las 11.30 m., hora del mínimo. Desde entónces hasta las 7.30 de la tarde, hora de su segundo máximo, la amplitud de la oscilacion fué 2'.17". Ese mismo dia el barómetro tuvo á los 9 m. su primer máximo (548.00), á las 4.18 tarde, su primer mínimo (545.58), y á las 9.15 noche, su segundo máximo (548.10).

El 27 de mayo se retardó el máximo matutino hasta las 9, y el mínimo hasta las 3.30 tarde, siendo la excursion 4' 17" 62. Desde las ocho hasta las once de la noche, apenas recorrió 8"62. La excursion del 29 fué 3'52"; la del 30, menor que la de los anteriores, se calculó en 2'3"76; la del 31 2'38"; la del 1º de junio 3'13". Por la noche estacionaria. La excursion del 2 de junio fué 4'18. De las 7 de la noche del 2 á las 4 de la mañana del 3, recorrió la aguja 51". El 4 la amplitud es 3'35"50. y ántes del mínimo se observó una parada de casi una hora.

La excursion del 5 fué muy notable 6'2", y de las 12 á la 7 recorrió 3'26"88. De las nueve de la noche, del 5 á las 6 de la mañana del siguiente dia, osciló 34'48 creciendo. Amplitud del 6 de junio 4'44"46, amplitud nocturna 33". Amplitud del 7, 6'3"; del 8, 6'19"28, y hasta las 5, ó un

poco ántes. se retardó el mínimo.

El 8 de junio por la noche se dió principio á las observaciones semi-horarias, que duraron sin interrupcion alguna de dia y de noche hasta el 13. Ese dia el mínimo se adelantó casi dos horas y la deviacion de Norte á Este fué de 3'35"50. Desde la puesta del sol del 8 hasta las nueve de la noche, perfecta quietud; en seguida creció la oscilacion 19". y desde las 9, 2 minutos hasta las doce de la noche, estuvo nuevamente quieta. De esa hora á las dos y media de la mañana del 9, apénas osciló de uno á tres centésimos, es decir, de 8" á 26".

Lo mismo se verificó el 10, porque desde una hora de puesto el sol hasta las seis de la mañana del 11, tiempo de su salida sobre el horizonte, solo corrió 17", debiendo recorrer el 11 durante el dia 4'1"; lo que da para cada hora de la noche 0"75. Por consiguiente el arco diurno es mas de 12 mayor que el de la noche.

El período del 10 comenzó á decrecer á las 6.20 minutos, y tocó en el mínimo á las 12, recorriendo un arco de 4'27"26. Durante la noche la oscilacion fué mayor que en los anteriores. El tiempo que un dia ántes habia sido triste y algun tanto lloioso, desde las 5 de la tarde del dia 10 se despejó, para permanecer bello y espléndido, hasta el medio dia del 11, en que las oscilaciones fueron mas regulares que las del anterior. Ambos dias 10 y 11 marchó regularmente el barómetro, verificando su primer máximo cerca de las 9 de la mañana; su primer mínimo cerca de las 4 de la tarde; su segundo máximo cerca de las 9, y su segundo mínimo á las 11, 15 minutos de la noche. La amplitud de sus oscilaciones por ser tiempo cubierto, fué menor durante el dia que durante la noche, en la que recorrió 2, 10 milímetros. De las 6 de la tarde hasta la media noche del 11 la aguja apénas osciló 17."24, y el 12 quedó estacionaria despues de la caída del sol.

El 13 el cielo amaneció despejado y hermoso; pero cubriéndose desde las 2 de la tarde, principiá á las 3 una lluvia seguida hasta las 6 de la tarde. El cambio de tiempo no tuvo influencia sobre la aguja, pero sí fué anunciado por

el barómetro. Al principio de la lluvia hubo paralización en las oscilaciones magnéticas. Las horas trópicas del barómetro el 12, durante el día y la noche, apenas se apartaron de las normales. El 13 en la alta noche, que fué bellísima, creció notablemente contra lo normal, la oscilación magnética. De las 9 pomeridianas hasta las 6 de la mañana del siguiente día recorrió 1'.12. Tal vez ese crecimiento anunciaba el cambio de tiempo. Con la lluvia bajó el barómetro y se paralizó la aguja de 3 á 5 de la tarde.

El 14 desde las 7, lenta marcha descendente en el declinómetro hasta las 4 de la tarde, contra lo ordinario; ese retardo, tal vez, anunció la lluvia acompañada de truenos que cayó á las tres y media de la tarde. El 13 y 14, barómetro regular, excepto el mínimo que se adelantó una hora por causa de la lluvia, que en ámbos días vino despues de las tres. Casi siempre, cuando no hay perturbaciones, la excursion matutina barométrica es de 2 á 3 milímetros, y la vespertina de 1 á 2.

El 16, de 6 á 8, aguja inmóvil, y de 8 á 11, rápido descenso precursor del cambio de tiempo; el período se acertó mucho y en proporcion creció la excursion. Lluvia á las 2 y las 4. El 17, depresion extraordinaria en la oscilación magnética y tránsito de sereno á cubierto. El 16 y 17, barómetro regular y descenso ántes de la lluvia. Iguales fenómenos el 18. El 19, excursion magnética normal, barómetro alto y adelantado en sus horas trópicas diurnas, tiempo bello y constante. El cambio, pues, de tiempo tiene una influencia marcadísima sobre el declinómetro y barómetro.

El 20, día sereno y hermoso, noche oscura y llovisca; el descenso nocturno del barómetro anunció la lluvia del amanecer. Declinómetro alto á las 9.35 m. pomeridianas. El 21, solsticio de Cáncer á las 5.49 minutos de la tarde, tiempo medio de Quito; se retardó el máximo de la mañana en el declinómetro, acertándose el período y aumentándose la deviacion; tiempo sereno y fijo, barómetro alto y normal.

Los dias 22 y 23, tanto el declinómetro como el barómetro muy regulares, excepto el 23 en que la hora trópica del segundo se adelantó mucho. Tiempo bueno y fijo, excepto el 22 que se cubrió despues de medio dia. El 24 ámbos instrumentos muy regulares, aunque exagerados; el declinómetro en gran desviacion y el barómetro en gran depresion.

AMPLITUD Y PERÍODOS MAGNETICOS.

MAYO DE 1868.

Dia	amp. mat.	amp. vesp.	per. mat.	per. vesp.
19	3.44"	1.27"	5 hor.	7 hor.
20	6. 10	3.26	5	8
21	16. 1	14. 4	7	8
22	5. 00	2. 14	5	9
23	3. 43	0. 50	6	8
24	4. 33	1. 40	5	7
25	3. 26	—	5	—
27	4. 17	0. 44	6	4
28	3. 27	1. 00	6	6
29	3. 52	2. 45	3	10
30	2. 4	1. 44	5	10
31	2. 38	2. 4	5	8

Segun el P. Azcepi, para Roma, la excursion matutina es de 5.7 en estío y las horas son 7.54 minutos para el máximo y 2 de la tarde para el mínimo. En Quito es al revés; en los dias serenos, y aun en todo el año con pocas excepciones, el máximo se verifica á las 7 y el mínimo á las 12 del dia.

JUNIO DE 1868.

Dia	amp. mat.	amp. vesp.	períod. mat.	períod. vesp.	8 dias
1	2.13"	2.4"	5	8	
2	4. 18	1. 20	5	6	
3	2. 36	anómala *	8	0	
4	3. 35	1. 25	6	7	
5	6. 2	3. 27	5	6	
6	4. 44	3. 20 *	6	8	
7	6. 3	1. 12	3	6	
8	6. 19	0. 26 *	2	10	
9	3. 35	2. 18 *	4	5	
10	4. 27	1. 20	6	9	

Día	amp mat.	amp vesp.	0'50"	períod. mat.	7.	períod. vesp.	4 días
12	3. 1	1. 20		5		6	
13	3. 18	0. 52	*	6		4	
14	3. 9	1. 21	*	8		3	
15	2. 35	anómala	*	5		5	
16	6. 2	1. 59		4		5	
17	5. 53	2. 00		5		9	
18	3. 10	0. 24		6		7	
19	4. 71	1. 18		4		9	
20	3. 44	2. 18		5		6	
21	4. 30	2. 19		3		9	
22	4. 44	2. 49		6		9	
23	4. 1	1. 24		6		8	
24	5. 53	2. 09		5		7	

La señal * indica los días muy perturbados. Como puede advertirse, la amplitud siempre es mayor por la mañana que por la tarde; también en los días cálidos y despejados es mayor que en los fríos y cubiertos. Ordinariamente las perturbaciones tienen lugar por la tarde. Exceptuando el 21 de mayo, en que tememos haya habido un error de observación, la máxima amplitud matutina tuvo lugar el 8 de junio y la mínima el 30 de mayo; la mayor amplitud vespertina es la del 17 de junio, y la menor la del 18 del mismo mes. Solo una vez la tensión magnética fué tal que no hubo período diurno, y esto sucedió el 3 de junio, cuando el Pichincha dejó de arrojar humo.

La amplitud media de la oscilación matutina del declinómetro en los 38 días seguidos de observaciones horarias, se puede fijar en 4'12"; la media de la vespertina es 1'62. El período matutino mas frecuentemente es de cinco á seis horas y el vespertino de siete á nueve; en este segundo se nota mas irregularidad que en el primero, con respecto á los límites de su duración.

OBSERVACIONES MENSUALES.

Daremos una rápida ojeada sobre los meses transcurridos desde setiembre de 1867 hasta el mismo mes de 1868, tomando de ellos los caracteres magnéticos mas pronun-

ciados, con el objeto de tener un término de comparacion al hablar de los fenómenos que precedieron al formidable terremoto del 16 de agosto.

SETIEMBRE.—Considerado bajo el aspecto meteorológico fué muy seco, bello y despejado, de una temperatura y presion medias, sus vientos dominantes los del NE, su evaporation muy considerable y los cambios de tiempo que en él se verificaron muy poco frecuentes. Las calmas, como de ordinario numerosas la mañana y la noche. El mismo mes considerado magnéticamente ofrece los caracteres siguientes: 1º El arco recorrido por el máximo de la mañana en los 30 dias del mes, fué de 5.45"; el recorrido por el mínimo 4.44"; y el recorrido por el máximo de la noche 4.53". 2º La mayor amplitud matutina entre el máximo y mínimo mensuales fué 5.56"; la mayor excursion vespertina mensual 12.4". 3º Al terminar el mes el cambio de tiempo fué anunciado por un aumento en la declinacion diurna, proveniente de haber bajado mucho el mínimo. 4º La máxima de la excursion matutina diurna fué 6.10", la de la vespertina 3.18"; la mínima de aquella 8", y la de esta tambien 8", pudiéndose fijar la amplitud media matutina en 3.9", y la vespertina en 1.48".

Adviértase que las horas escogidas para la triple observacion diaria, no eran adecuadas por no ser las trópicas del declinómetro; sin embargo les estaban muy próximas, pues eran las 6 m., 2 t., 9 n., siendo las verdaderas 7 m., 12 d., 9 n. Nótese asimismo que en los dias vecinos al equinoccio la deviancion era mayor de Norte á Este, acusando así mayor intensidad en las corrientes termo-eléctricas, por causa del mayor calor solar.

OCTUBRE.—Fué el mes de octubre en las dos primeras décadas húmedo, llovisoso, de baja temperatura y presion barométrica, y cuyos vientos luchaban del NE y SO; en la tercera, despejado y sereno, seco, de una temperatura y presion medias, y cuyos vientos dominantes fueron los del NE. Considerado bajo el punto de vista magnético presenta los siguientes fenómenos: 1º Durante el mes, el máximo de declinacion recorrió una escala cu-

ya amplitud fué de 1.'25"; el mínimo otra, cuya extension 2.'43" y el máximo vespertino otra amplia de 1.'9". 2º El arco comprendido entre el mayor máximo de la mañana y el menor mínimo mensuales fué de 5.'10", y el abrazado por este mínimo y el máximo de la tarde 3.'52". 3º La mínima excursion diurna matutina fué de 8" y la máxima de 2.'45"; la mínima vespertina 8" y la máxima 9.'32"; la media será 4.'49". 4º En los seis últimos días, bellos, serenos y secos fué muy corta por la mañana la desviación y muy grande por la tarde; perturbación tal vez debida á los fuertes vientos del NE que mudaron completamente el tiempo de nublado y llovisoso en seco y despejado.

NOVIEMBRE.—Casi idénticos caracteres meteorológicos con el anterior; en cuanto á los magnéticos tenemos: 1º Arco recorrido en el mes por el máximo de la mañana 2.'18", por el mínimo 7.'37" y por el máximo de la tarde 2.'26". 2º Distancia al mes del mayor máximo al menor mínimo en la mañana 1.'54" y en la tarde 6.'37". 3º Mínimo arco diurno matutino 8", máximo 2.'26"; mínimo vespertino 4", máximo 2.'36"; en consecuencia la media 1.'26". La declinacion, pues, disminuye notablemente con el tiempo cubierto y llovisoso. Otro nuevo argumento para conocer cuánta influencia tienen sobre la aguja las corrientes termoeléctricas desarrolladas por la grande intensidad de los rayos solares. De ahí viene la conexión íntima que existe entre los temblores y las grandes desviaciones de la aguja magnética.

DICIEMBRE.—En este mes desaparecen casi enteramente las lluvias, la sequedad del aire es muy considerable, como tambien la evaporacion, la temperatura bastante elevada (27º), la presión atmosférica mayor que en los anteriores, los días son hermosos y despejados y los vientos dominantes los del NE. Los caracteres magnéticos son: 1º Excursion mensual del máximo 1.'52", del mínimo 1.'43", del máximo vespertino 1.'26". 2º Arco interpuesto entre el mayor máximo y el menor mínimo en la mañana 1.'52" y en la tarde 3.'2". 3º Amplitud mínima matutina 0.'12",



máxima 2.'18", mínima vespertina 0.'2", máxima 2.'14" media del mes. 4º El máximo de la mañana aparece menor, porque habiéndose hecho la observacion á las 6 y no á las 7, que es la hora propia, y siendo muy regular y fijo en tiempo sereno y despejado, no se tomó el verdadero extremo de la oscilacion.

ENERO DE 1868.—Quince veces lluvia por la tarde ó por la noche, presión y temperatura muy inconstantes, ménos sequedad, ménos evaporacion que el anterior y una notable variabilidad en los vientos, forman los caracteres principales meteorológicos de este mes. En cuanto á los magnéticos tenemos: 1º Arcos recorridos al mes por el máximo 2.'12", por el mínimo 2.'35" y por el máximo de la tarde 0.'34". 2º Distancia del mayor máximo matutino y del menor mínimo 1.'26", distancia del mayor máximo vespertino y del menor mínimo 2.'35". 3º Oscilacion máxima de la mañana 4.'53", oscilacion mínima 0.'7", oscilacion máxima de la tarde 3.'3", oscilacion mínima de la misma 8", oscilacion media 1.'35". 4º Los extremos de la oscilacion máxima de la mañana y los de la mínima son en enero mucho menores que en los precedentes, debiéndose esta disminucion, ó á la mayor distancia del sol al ecuador, y consiguientemente, á su menor intensidad calorífica, disminuida aun por causa de los dias nublados y lloviosos anteriores; ó tambien por haberse verificado en este mes con mas regularidad la oscilacion diurna, sucediendo los máximos y mínimos, no á las 6 m. y 2 t., sino á las 7 m. y 12 d., como acontece normalmente.

FEBRERO—Sumamente húmedo, llovioso y variable se presentó el mes de febrero de 1868. Los extremos de la oscilacion máxima de la mañana siguen decreciendo en este como en el anterior, no así los de la oscilacion mínima. El 20 en que se sintió el primer temblor á las 6 de la mañana, cesa el decremento del máximo, y vuelve á crecer el arco hácia el Este, indicando mayor intensidad magnética. La excursion en este mes fué 3.'2" para el máximo, 4.'5" para el mínimo y 0.'52" para el máximo de la tarde; la oscilacion máxima de la mañana 2.'35" y la mí-



nima 0.'0", la máxima de la tarde 8.'12" y la media 4".

MARZO—Húmedo, llovisoso y variable como el anterior. Equinoccio de primavera—Sale el sol á las 6 de la mañana ó algunos minutos despues, lo que se verifica desde enero hasta agosto inclusive, ó algunos minutos ántes desde este mes hasta fines del año. En marzo comenzó el Pichincha á hacer sus detonaciones el 19, y á arrojar humo el 22. Desde entónces creció notablemente la deviacion de la aguja hácia el Este y se disminuyó el arco recorrido á su regreso al Oeste, señalando así un considerable aumento de la tension del magnetismo terrestre. El máximo de la mañana recorrió en el mes un arco de 5.'19" mucho mayor que el de los anteriores meses de idénticos caracteres meteorológicos.

ABRIL—Húmedo y llovisoso como marzo; pero de mas alta presion barométrica, de mas elevadas temperaturas y mas puro y despejado por las mañanas. Durante todo él siguió humeando el Pichincha, y no se sintió temblor alguno; en él siguió tambien creciendo mucho hácia el Este y decreciendo al Oeste el ángulo de declinacion, y la amplitud matutina diurna llegó á un máximo de 4.'16".

MAYO—Idéntico al anterior en sus caracteres meteorológicos y magnéticos hasta el 18 en que se comenzaron las observaciones diurnas de que dimos cuenta al hablar de las oscilaciones horarias. El 17 á la una y 30 minutos de la tarde se sintió un temblor ligero, cuya direccion era de Sur á Norte.

JUNIO—De los veinte primeros dias ya hemos hablado; en la última década la oscilacion matutina llegó á 5.'44" y la vespertina á 2.'22". Tiempo hermoso, seco y sereno.

JULIO—En este mes sumamente seco, despejado y hermoso, llovió solo tres veces y poco, dominaron los vientos del Este y del Noreste, la temperatura se mantuvo constantemente alta en su máximo y muy bajo en su mínimo y la presion atmosférica muy considerable. En cuanto á los caracteres magnéticos, los que ya podemos presentar con mucha exactitud, por haberse hecho las observaciones á la hora debida y con grande escrupulosidad, diremos que

la declinacion matutina se conservó en todo el mes muy amplia, teniendo por máxima en la primera década 7.'2", en la segunda 5' y en la tercera 4'; en todos tres los mínimos no bajaron de 50". Muchas anomalías hubo en los períodos vespertinos; siete veces faltaron por causa de la grande tension magnética y varias otras solo tuvieron una amplitud de 10" á 30". Durante el mes la aguja recorrió un arco de 9.'13", completamente anormal. Como se vé el declinómetro presagiaba ya un mes ántes del terremoto algo de extraordinario.

Agosto—Antes de la catástrofe del 16, ausencia completa de lluvias, una extraordinaria sequedad en el aire, muy alta presion barométrica, calores desmedidos, en que el termómetro subió á 26° y 27° y la víspera del terremoto á 29°5! Nótese que la temperatura elevóse á 27° desde el 12 víspera del cataclismo del Perú. La pureza del cielo fué extraordinaria hasta el 13 por la noche, permaneciendo constantemente despejado y limpio, lo que nunca ha sucedido; desde el 13 hasta el 16 se anubló por la noche; desde varios dias ántes, la mañana y la noche, en lugar de las calmas ordinarias, sopló constantemente el Sudoeste, á las veces muy violento por la noche; entre dia se alternaban el Noreste y Sudeste. La víspera del terremoto se cubrió repentinamente el cielo y á las tres de la tarde cayó á torrentes una copiosa lluvia acompañada de granizo, de vientos arremolinados, de truenos y rayos. Después de la lluvia siguió cubierto el cielo y sopló de noche un Sudoeste, cuya fuerza era de cuatro metros por segundo.

Esta primera mitad de agosto ofrece fenómenos magnéticos muy interesantes. En efecto, cinco dias carecen de período diurno, y fueron el 6, 8, 9, 12 y 15; el 2, solo tuvo 10" de amplitud vespertina; los dias 5, 11, 13 y 14, aunque tuvieron período, este se verificó fuera de los límites ordinarios, permaneciendo la aguja muy desviada al Este; fenómeno que se advirtió tambien en los últimos ocho dias de julio. Si exceptuamos el 1° de agosto y el 10, dia en que se sintió un corto temblor á las 6.30 minutos de

la mañana, en todos los demas no volvió la aguja á tocar el extremo occidental, que ántes ordinariamente tocaba, sino que permaneció muy desviada al Este.

La fuerte tension magnética que precedió al temblor del 10, decreció ese dia despues del movimiento; de manera que la tierra, parece, se descargó. El 11 hubo período, pero bastante hácia Oriente. El 12, víspera del cataclismo del Perú, se manifestó enormemente desviada al Este por la mañana; á las 12 habia retrocedido 4.'20"60 y careció de período diurno. El 13 á la mañana grande desviacion oriental, aunque menor que la del anterior en 40", tuvo período, pero muy al Poniente, y recorrió la mañana 5'11" en su regreso hácia el Oeste. El 12 por la tarde anduvo 1'10" y el 13 solo 1'. El 14, dia de fuertes temblores en Bolivia y Chile, descargada ya en gran parte la tension magnética en el terremoto del Perú, hizo desviar la brújula 2.'21" ménos que el 12 y 1.'11" ménos que el 13; el período diurno, aunque bastante al Este, se verificó ménos anormalmente, recorriendo 2.'1" por la mañana y 50" por la tarde. El 15, víspera de nuestra catástrofe, presentó el declinómetro idénticos fenómenos con los del 12. En efecto, ofreció gran desviacion hácia el Este por la mañana; 4.'20"60 de amplitud matutina; falta de período diurno; 50."30 de amplitud vespertina decreciente, contra lo ordinario; y una fuerte tension magnética, porque, en lugar de volver del Este al Oeste, desde las 7 de la mañana hasta las 12, como de ordinario sucede, á medio dia siguió caminando al Occidente y duró así toda la tarde, tocando á las 9 de de la noche en un punto colocado todavía muy al Oriente.

La inspeccion, pues, y el estudio detenido de los fenómenos magnéticos ocurridos un mes ántes del terremoto del 16, prueba de una manera evidente: 1º que el estado eléctrico (1) del globo se encontraba en una gran-

(1) El reciente descubrimiento del R. P. Secchi acerca de las corrientes telúricas que circulan en los hilos telegráficos, ha venido á enlazar íntimamente la teoría de las variaciones del magnetismo terrestre con las de la electricidad. En efecto, las corrientes telúricas, es decir, las cor-

dísima tensión; 2º que esta fué acusada por la aguja con sus muchas anomalías; y 3º que, atendidos estos fenómenos y los meteorológicos de esos días, tiene un robusto fundamento la opinion emitida por nosotros anteriormente, de que el terremoto habia sido causado por las corrientes termoeléctricas producidas en virtud de la grande intensidad de los rayos solares cerca del equinoccio; corrientes que á su vez pudieron inflamar los gases elaborados por el fuego subterráneo de la tierra en el espacio de muchos años y que se hallaban acumulados en las cavidades inmensas de la Cordillera de los Andes. (1)

rientes eléctricas que se desarrollan en el interior de la tierra, tienen periodos diurnos y oscilaciones análogas á las del magnetismo; se perturbaban en los días borrascosos y de anomalías para la aguja, y varian de una estacion á otra. El magnetismo, pues, concluye el ilustre profesor del Colegio Romano, varia en proporcion con las corrientes telúricas. Ademas, inmediatamente despues del terremoto se advirtió un desarrollo enorme de fluido eléctrico en la atmósfera; así en Moquegua (Perú) al pasar la mano por el cabello, ó al sacudir la ropa, se desprendian chispas con mucha abundancia; así tambien en Quito y otros puntos se notaron algunas luces muy brillantes que surcaban el aire de un punto á otro del horizonte.

(1) No creemós fundadas en datos positivos las teorías de los Señores Delisser y Caibano. El primero, quien atribuye los temblores á la influencia de la luna, debería explicar: 1º ¿por qué las catástrofes de agosto no se verificaron á lo largo de la extensa zona que recorrió aquel astro en su mayor perigéo, sino esporádicamente? 2º porqué primero al Sur del Perú y despues al Norte del Ecuador, cuando parece debia ser viceversa? 3º porqué se limitaron á sola la América meridional, y no al Asia, á la Oceanía y á la parte oriental del Africa, lugares en donde era visible el eclipse total de sol del 18 de agosto; cuando la misma y aun mayor razon habia para que aquellos países experimentasen idénticos movimientos? 4º porqué hubo tanto desarrollo de electricidad y tantas perturbaciones magnéticas? 5º porqué todos los fenómenos meteorológicos se alteraron, causando una grande acumulacion de fluido eléctrico? 6º finalmente, cómo la atraccion de la luna pudo ejercer sobre la costra sólida del globo mayor influencia que la ejercida sobre la superficie líquida del Océano, y cómo, obrando en el mar poco á poco y por periodos determinados ó mareas, en la tierra lo hizo tan brusca y repentinamente? Ademas, si fuera así, el año 585 antes de Jesucristo y el 1433 de nuestra era, épocas en que se registraron por Tales de Mileto y por los astrónomos de Escocia idénticos fenómenos celestes á los del agosto de 1868, debian haber sufrido los mismos cataclismos; pero la historia que tantos otros enumera, nada nos dice de aquellos años. El sistema

Otros diversos argumentos vienen á corroborar el precedente. Entre los muchos terremotos, cuya memoria nos conserva la historia, y cuya fecha hemos podido encontrar, se cuentan 25 sucedidos en los equinoccios; los demas, fueron ocasionados por volcanes ó desplomes. No dudamos que todavía habrá un gran número, que no hemos podido recoger, y cuya fecha confirmaria nuestra suposicion. (1) Ademas los ruidos subterráneos, muchas veces oidos; los fenómenos luminosos y eléctricos que tuvieron lugar ántes y despues del terremoto, los cuales muchas personas afirman haber visto ó experimentado; las

del Señor Caibano, que atribuye el terremoto á la ebullicion de las aguas subterráneas, ademas de ser local, no explica por qué los terremotos son casi exclusivos de los países volcánicos, siendo así que la ebullicion se puede producir por todas partes; ni se puede aplicar á la catástrofe del 16, atendida la peculiar conformacion de la provincia de Imbabura. En efecto, los vapores de agua necesariamente se hubieran condensado al contacto de los grandes depósitos hidráulicos que cubren subterráneamente toda aquella provincia. Aun mas, aunque la evaporacion desarrolla electricidad, no en tanta abundancia para perturbar el magnetismo terrestre á la vez en remotas regiones, como lo hicieron los terremotos del 13 y 16, segun las observaciones del R. P. Cappelletti en Chile y las nuestras en el Ecuador; y adviértase que esas perturbaciones existieron por muchos dias ántes de la explosion. Finalmente, cómo se explica, en esta hipótesis, la actividad momentáneamente renovada del Pichincha y del Cotopaxi y porqué los cataclismos de agosto sucedieron precisamente cuando por todas partes, en Chile, Ecuador, Estados Unidos, Europa, &c., los calores y la sequedad del aire eran tan considerables y extraordinarios?

Por demas es decir que el eclipse de sol del 18 nada tuvo que ver con nuestros terremotos, las razones son muchas, palmarias y evidentes. Tampoco pudo haber ejercido influencia ninguna el cometa de Encke, visto por primera vez el 14 de agosto en Washington; pues otras muchas, en 1786, 1795, 1805, 1818 y 1825 se ha presentado en nuestro horizonte sin causar estrago alguno. Aunque su órbita se va reduciendo mas y mas, segun parece, todavía no se halla á una distancia tal de nosotros que pueda tener una tan enorme influencia; y si la hubiera podido tener, ¿porqué se ha limitado á puntos relativamente tan pequeños y situados solo en el hemisferio del Sur?

Por último diremos que el fenómeno luminoso observado al rededor de la luna en el Perú, á la media noche del 13, parece ser de la especie de los halos, y consiguientemente, segun creen algunos astrónomos, de origen eléctrico.

(1) Véase la nota puesta al principio de esta Memoria.

corrientes, probablemente de gas, que salian de las grietas abiertas por el terremoto; y finalmente el espantoso é instantáneo movimiento de trepidacion y ondulacion, que no solo derribó los edificios, sino que tambien rasgó la tierra en mil partes diferentes, hizo brotar de su seno torrentes gigantescos de agua y cieno y desgajó las cumbres de elevadas colinas, cuyos escombros arrastrados por las avenidas de lodo, llevaron el terror y la desolacion por todas partes, destruyendo completamente una de las mas fértiles y pintorescas provincias del Ecuador, y sepultando bajo los escombros de innumerables casas cerca de 20,000 personas de solo Imbabura, dejándose sentir por el Sur hasta Guayaquil y por el Norte hasta el Estado del Tolima en la Nueva Granada; todo esto, digo, viene á dar una palmaria confirmacion á la hipótesis que atribuye el terremoto á la explosion de los gases subterráneos producida por las corrientes termoelectricas de la tierra.

La multitud de temblores que siguieron al primer estampido, creemos poderse atribuir ó, á desplomes interiores, consecuentes al estado de ruina en que con el primer movimiento, quedaron los senos de los Andes; y esta es la opinion del Señor Boussingault, ó tambien á las explosiones sucesivas que en menor escala se han ido produciendo; lo que es muy verosimil si se atiende á las cantidades de gas que despues del terremoto quedarian encerradas en ese laberinto inextricable de cavidades y conductos que forman las entrañas de la cordillera.

Si en pequeño se reprodujese, y en circunstancias análogas lo que, en gigantesca escala, sucedió el 16 de setiembre á la 1.40 minutos de la mañana; no dudo, que los efectos serian idénticos, aunque comparativamente muy diminutos. (1)

El terror y dispersion causados por el terremoto nos

(1) Los que desearan tener un conocimiento circunstanciado de los estragos producidos por el terremoto del 16, pueden leer los partes que dirigimos al Supremo Gobierno de la República desde el teatro mismo de los acontecimientos. Se hallan en los boletines oficiales publicados desde el 26 de agosto hasta el 13 de setiembre de 1868. (1)

privaron de una persona adecuada que continuase las observaciones, durante nuestra expedición á la provincia de Imbabura; en consecuencia quedaron interrumpidas por mas de un mes. Desde el 16 de agosto hasta el 20 de setiembre, excepto algunos dias en que cayeron copiosos aguaceros, presentóse el tiempo bellissimo y espléndido; la atmósfera pura, el cielo despejado, el aire seco, la temperatura y la presión barométrica muy elevadas.

Dos dias ántes de la entrada de la estación llojiosa, el 18 de setiembre, dimos principio á otra serie de observaciones magnéticas horarias. Consignaremos aquí los principales resultados. Hemos tenido cuidado de observar paralelamente el declinómetro, el barómetro, los vientos y el estado del cielo. Desgraciadamente, durante nuestra ausencia y en medio de la confusion y ruinas exparcidas en Quito, y especialmente en el Colegio Nacional, por el terremoto, mudaron la posición del declinómetro, siéndonos en consecuencia imposible conocer el efecto producido en la brújula por aquel espantoso cataclismo. Sin embargo ántes de que el aparato hubiese sufrido ningun cambio, hicimos cinco observaciones, que nos dieron un retroceso muy considerable hácia el Oeste del ángulo de desviación; á saber, de 20.47" á las 9 de la mañana; de 22.8" á la una del dia [media de dos observaciones], y de 19' á las 3 de la tarde.

PERTURBACIONES MAGNETICAS.

Ademas de los fenómenos regulares observados en la marcha de la oscilación magnética, hay otros que aparentemente no siguen ley alguna, siendo por esto conocidos bajo el nombre de perturbaciones. Celsius en Suiza y Graham en Inglaterra, fueron los primeros quienes, durante el primer tercio del siglo XVIII, observaron los movimientos irregulares de la aguja. A fines del 1700 Cassini en Francia, estudiando las mismas anomalías, dedujo: 1º que las auroras boreales, las nevadas, las nieblas y aun los vientos del Este son las circunstancias que mas acompañan las perturbaciones; 2º que estas producen en la aguja una

deviacion anulada solo por otra en sentido contrario: 3º que en los meses de invierno son mas frecuentes por la mañana y la tarde; y 4º que un cambio notable de tiempo es acompañado y aun con frecuencia predicho por las perturbaciones magnéticas.

Humboldt al principio de este siglo observó tambien en Prusia frecuentes oscilaciones rápidas y anómalas á las que dió el nombre de *temporales magnéticos*. Poco despues Arago en Francia, estudiando en la aguja las influencias de las auroras boreales *invisibles* en Paris, dió la explicacion de muchas perturbaciones cuya causa se ignoraba aun. Este mismo sabio en las riberas del Sena y Kupffer en Kasan, hácia la desembocadura del Wolga, notaron que las perturbaciones eran isocrónas, no obstante la distancia de mas de 940 leguas que los separaba. (1)

Sabine descubrió una variacion anual, independiente de las estaciones y proporcional á la distancia perigéa del sol; Lamont, Wolf y el mismo Sabine advirtieron otra de cerca de diez años, la que, parece, coincide con el período de las manchas solares. La luna tiene tambien una pequeña influencia sobre la aguja, segun afirma Sabine y admite el R. P. Sicchi.

Pasaremos á exponer las mas notables perturbaciones que nosotros hemos podido observar. Ya hemos hablado de las que precedieron á las catástrofes del 13 y 16 de

(1) Dificil es que vuelva para las ciencias una época tan rica en brillantes descubrimientos, como la del primer tercio de nuestro siglo. Efectivamente en él se sucedieron con la mayor rapidez y mas estrecho enlace una multitud de descubrimientos sobre la mecánica molecular de los cuerpos. Oersted en 1820 mostró la influencia de las corrientes eléctricas sobre los imanes; Ampère por ese mismo tiempo los redujo á sistemas de corrientes eléctricas moleculares; Arago inventa los imanes artificiales; y las solenoides demuestran, que cualquier cuerpo rodeado de corrientes de electricidad puede funcionar como iman, evidenciando así la identidad de las corrientes eléctricas y magnéticas sospechada por los antiguos, especialmente por Beccaria; el mismo Arago descubriendo el magnetismo de rotacion, reducido despues por Faraday á la sola induccion electrodinámica, hizo ver la inmensa esfera á que se extendia la fuerza magnética; Seebeck, hallando en 1821 las corrientes termoeléctricas, arrojó una espléndida luz sobre los fenómenos magnéticos terrestres y sus variacio-

agosto; restan, pues, las de mayo, junio, setiembre y octubre de 1868. Ordinariamente se han verificado por la tarde, como tambien observó Cassini en Paris y el P. Secchi en Roma. Así, el 28 de mayo hubo una que duró desde las 3.47 minutos de la mañana hasta las 9.15 de la noche, en ella se agitó la aguja y no fué descendiendo en línea recta, sino en zigzag, y ademas de acompañar á la lluvia, á los rayos y truenos, tambien los precedió. El 30 hubo otra durante una hora, de 5 á 6; el 1^o de junio, otra desde la una hasta las 8 de la noche; el 2, desde la una hasta las 7.30 m, por causa de la lluvia y truenos; el 3 desde las 8.20 de la mañana hasta las 6.19 de la tarde, en que se verificó el mínimo, grande perturbacion debida al cambio de tiempo de sereno en nublado; el 4 por la mañana una muy pasagera; el 5 á las 2 de la tarde y á las 7 de la noche otra con agitacion; el 6 otra de 3 á 9 de la noche; tambien el 7, de 6 á 10, por el cambio de claro en nublado. El 8 se dilató el mínimo hasta las 5 de la tarde y hubo cambio de cubierto en claro; el 9 se adelantó el mínimo á las 10 de la mañana, desques hubo perturbacion y cambió el tiempo; el 10 por la tarde otra y cambio de nublado en sereno; el 13 larga perturbacion y cambio de tiempo; el 15 se adelantó el máximo una hora, y la marcha se hizo muy lenta, agitándose desde las 7.50 de la mañana por causa de una aurora boreal, que se dejó

nes. Durante esa misma época los grandes viajes por mar y tierra, emprendidos á expensas de la Francia, de la Inglaterra y de la Rusia, dieron por resultado el conocimiento de los sitios del globo sin declinacion é inclinacion, la confirmacion de las líneas isoclínicas é isogónicas y el descubrimiento de las isodinámicas. Asimismo por entónces Hansteen, Duperrey, Sabine, Foster, Herman, Kupffer, Fuss y otros muchos estudiaron la fuerza magnética de la tierra en general, y tambien sus variaciones periódicas; el célebre Gauss dió en 1833 su importante teoría para hallar la intensidad absoluta de la fuerza magnética; é inventando el *magnetómetro bifilar*, dió á conocer el modo de determinarla, segun su componente horizontal; Kupffer encontró el primero en esa misma época un modo muy delicado para hallar las variaciones de la inclinacion, aunque el instrumento que hoy sirve ordinariamente para obtener las de la fuerza vertical, es debido al profesor Lloyd de Dublin.

ver durante mas de hora y media ántes de medio dia; el cielo se hallaba entónces cubierto de Norte á Sur de hermosas estrías de bellísimos cirros. Despues del mínimo, verificado á las 10.45, hubo una marcha ascendente con dos notables perturbaciones; la primera de las 12.23 minutos á las 3.24 creciente, y la segunda de las 4.20 á las 6.43 decreciente.

El 17 de junio, y ántes el 16, perturbaciones cortas por la tarde á causa del cambio de tiempo y de la lluvia; el 18 y siguientes hasta el 26 pequeñas perturbaciones por la tarde, precediendo ó acompañando los cambios de tiempo. Durante el mes de junio fué muy regular la marcha de la aguja, desde que se estableció definitivamente la estacion seca. Los cortos cambios, produjeron perturbaciones insignificantes. Hemos advertido que, al llegar á las horas trópicas, se quedaba por algun corto tiempo estacionaria ántes de emprender su marcha en sentido contrario. En consecuencia de todas las observaciones anteriores, vemos confirmados en Quito casi todos los resultados de Cassini, del P. Azclepi, de Humboldt, de Arago y del P. Sechi, obrando el magnetismo por todas partes con una analogía pasmosa.

Los meses de setiembre y octubre ofrecen muchas y grandes anomalías en la aguja; indudablemente por la inconstancia de la estacion lluviosa que principió en la tercera década de setiembre, despues de tres meses y medio de verano. El 18 comenzamos nuestra nueva serie de observaciones horarias; el tiempo era bellissimo y la marcha de la aguja muy regular. El 19 bajó muchísimo de Este á Oeste, teniendo 6.46" de amplitud matutina entre el máximo de las 7 m. y el mínimo de las 12, y 4' de amplitud vespertina de 12 á 7 de la noche; la presion y la temperatura eran muy altas, el barómetro, perfectamente regular, marcaba 547.77 mm. á las 9 m., 545.69 á las 4 t. y 547.90 á las 9 n. El 20 se invirtió el período! Desde las 9 de la noche del dia anterior, en lugar de permanecer quieta, subió 2.41" hasta las 7 de la mañana, siguiendo su marcha ascendente hasta las 10 de la noche!

El 20, pues, careció la aguja de período diurno y recorrió de Oeste á Este en 13 horas 13'.28" quedándose en adelante muy inclinada al Oriente. La perturbacion de la una de la tarde anunció la corta lluvia siguiente; y la enorme desviacion con el completo trastorno del 20, si no son debidos á alguna causa desconocida, parece, haber anunciado la entrada de la estacion lloviosa que principió al otro dia. [1] El barómetro siguió muy regular, aunque mas bajo y ménos amplio en sus oscilaciones; el cielo de sereno pasó á cubierto, los vientos soplaron con bastante inconstancia y el higrómetro de cabello marcó 74 dentro del Observatorio.

El 21 tuvo todos los caracteres de un dia llovioso, á saber: denso velo de nubes, vientos variables, presion atmosférica baja, humedad y copiosa lluvia por la tarde. Tanto el barómetro como el declinómetro perfectamente regulares, sino es que el máximo del segundo se retardó una hora á la mañana. Amplitud matutina 4'.17", vespertina 2'.5", períodos; 1º 4 horas, 2º 7 horas.

El 22, dia del equinoccio, siguió el mal tiempo; el barómetro muy bajo; (546.60 máx. 544.98 mín.) desde la una hasta las 5 de la tarde inmóvil por causa de la lluvia. La aguja muy regular, ménos en el mínimo que se adelantó una hora. Amplitudes, 1ª 6'.45", 2ª 3'.4"; períodos 1º 4 hs., 2º 8 hs. La excursion de hoy 2' mayor que la de ayer.

El 23 se ostentó descubierta y sereno hasta despues de medio dia; á las 2 de la tarde violenta tempestad de rayos sobre Quito; barómetro y declinómetro dormidos; los vientos, como los días anteriores, á la mañana y á la noche en calma, durante el dia, primero SE y despues NE.

(1) El 30 de setiembre de 1868, despues de una copiosa lluvia, se oyeron ruidos subterráneos en la provincia de Imbabura, á los que se siguió una grande erupcion de agua y lodo, con no pocos estragos, en el Perihuela y el Chachimbiro. Estos dos cerros fueron los que mas lodo vomitaron la fatal noche del 15 al 16 de agosto. Algunos días mas tarde volvió á renovarse la actividad del Pichincha, la que todavía continúa hoy 15 de octubre.

Amplitudes, 1ª 1.46", 2ª 25"; períodos. 1º 4 hs., 2º 5 hs.

El 24 tanto el barómetro como el declinómetro anómalo; sigue el mal tiempo. Las trópicas se adelantaron mas de una hora para la aguja, y el mínimo barométrico cerca de dos por causa de la lluvia. Amplitud matutina 4.47", vespertina 3.53"; períodos, 5 hs. y 6.

El 25, despejado la mañana, y cubierto la noche; viento NE; barómetro regular, aunque bajo; declinómetro media hora adelantado en su máximo y mínimo. Excursion 1ª 3.33", 2ª 2.7"; los mismos períodos que ayer.

El 26, sereno primero y despues cubierto, fué un día de grandes irregularidades. El viento NE hasta las 3 t., se cambió en SE hasta las 6 n.; el barómetro sumamente bajo (546.81 máx. y 543.23 mín.); el declinómetro durante la noche anterior, en lugar de permanecer inmóvil, como de ordinario, corrió de Este á Oeste hasta los 10.45 minutos de la mañana del 26, 5.41"; luego repentinamente retrocedió hácia el Oriente 5.31" en tres horas, continuando desde las 4 de la tarde casi paralizado. La humedad era de 78 del higrómetro de cabello.

El 27, todo él cubierto, se abrió á las 8 de la noche en que sopla el NE; hasta medio día, viento SO, despues calma toda la tarde. Barómetro muy alto [548.30 máx. y 545.80 mín.]; declinómetro por la mañana lento y adelantado dos horas en el mínimo. Amplitud mat. 2.42", vesp. 2.10"; períodos 3 y 8 horas; humedad 79 del higrómetro de Saussure.

El 28 regularmente bueno, con vientos variables; barómetro alto y regular; declinómetro trastornado, careció de período y tuvo el máximo de la mañana á la una.

El 29 hubo regularidad en el período, sino es que el máximo matutino se adelantó á las 5.10 minutos y fué mayor la segunda amplitud (1.47" y 2.33"). El barómetro alto y retardado en su primer hora trópica.

El 30, como el 28, irregular, en sus caracteres magnéticos, pues no hubo período, y el ángulo creció de Oeste á Este todo el día hasta las 9 de la noche, recorriendo así un arco diurno de 4.1". Lluvia por la tarde, tiem-

po cubierto y húmedo, vientos del NE la mañana y del SE p. m.

El 1º de octubre fué del todo lloioso y no tuvo vientos; barómetro regular, é inversion en la aguja, pues á las 7 de la mañana se verificó el mínimo y á las 12 el máximo, recorriendo 3'27. Humedad 79.

Del 1º al 2 larga y copiosa lluvia; á las doce y media del 2 tempestad de rayos y granizo en Quito sin perturbacion sensible de la aguja. Calmas todo el dia; de 9 á 12, rápido descenso del barómetro y del declinómetro, cuyo mínimo se dilató una hora y bajó mucho. Amplitudes, 1ª 7'3", 2ª 4'3"; períodos 6 y 3 horas. De modo que la tempestad fué anunciada por un notable decremento en la oscilacion barométrica y magnética.

Los dias 3, 4, 5 y 6, húmedos, cubiertos y muy lloiosos; calmas y vientos del NE ó NO; presion media barométrica y oscilaciones como de ordinario. Declinómetro poco regular, ya adelantando, ya retardando las horas trópicas; excursion ordinariamente corta de 2' á 2'51". Los dias 5 y 6 tempestad de rayos sobre Quito, perturbando la aguja ó retardando su mínimo. El 5, en que se advirtió mucha paralización en el declinómetro, hizo una erupcion el Pichincha hácia el Oeste, y desde este dia han sido numerosas las irregularidades en el magnetismo, continuando el volcan en actividad.

Desde el 7 hasta el 12 cesaron las lluvias y el aspecto del cielo varió mucho, aunque siempre dominando el bello y sereno; las calmas han sido frecuentes y el viento NE el dominante. El 7 aguja perturbada, y primer máximo á las 6 m., mínimo á las 4 t. y amplitudes 1ª 2'51", 2ª 1'10". El 8 paralizada y mínimo á las 4 t.; excursion 3'21" y 2'1." El 9 lo mismo; máximo á las 8.30 ma. mínimo á las 11; excursion 1'10" y 0'50". El 10 completo trastorno, mínimo á las 9 m. y máximo á la una, luego paralización hasta las nueve de la noche. Amplitud 5'2" y 1'50". La temperatura osciló dentro de la caja 0º8. Casi siempre se encuentra á la barra magnética un poco agitada al hacer la observacion, á pesar del cuidado que

se tiene en despojarse uno de todo objeto de hierro ó acero; esta agitación es mas notable en las horas trópicas. El 11 se retardó el máximo hasta las 9 m. y estuvo paralizada la aguja todo el día. El 12 hubo en el Pichincha y fuerte agitación á la 1.30 t. por causa de una nube tempestuosa que se acercaba del lado SO; (1) lluvia precedida de baja en el barómetro; perturbacion de 3 á 6 por causa de las aguas; horas trópicas adelantadas de 30 minutos y vientos del NE. Amplitud 2.51" y 1.11". Cambio de tiempo.

CONCLUSIONES.—De todo lo precedente podemos deducir las consecuencias siguientes: 1º En Quito, como en todo el globo hay perturbaciones magnéticas, mas frecuentes en la estación lluviosa que en la seca; 2º Que estas perturbaciones coinciden con el cambio de tiempo, ó le preceden; 3º Que la electricidad atmosférica obra sobre los instrumentos magnéticos; conclusion que promete, el poderse algun dia reducir todos los movimientos magnéticos á los fenómenos eléctricos; 4º Que los dias cubiertos y húmedos, en que el sol no calienta fuertemente el suelo, queda la aguja muy paralizada; y esta observacion confirma la influencia que tiene la intensidad calorífica de los rayos solares para desarrollar en la tierra corrientes termoeléctricas, las que, aumentando la tension magnética, hacen crecer el ángulo de declinacion de la aguja; 5º Que á las veces, aunque el declinómetro oscile regularmente en apariencia, sin embargo cambian las horas trópicas; fenómeno que depende de las variaciones meteorológicas, como tambien observa para Roma el R. P. Secchi; 6º Que toda perturbacion notable atmosférica tiene influencia en los instrumentos magnéticos; principalmente las mutaciones del viento, del estado del cielo y consiguientemente de la temperatura; 7º Que los grandes fenómenos son anunciados por un aumento considerable de la excursion diurna, por la inversion del período magnético, ó por su falta absoluta, y por una mutacion en el sistema todo de las oscilacio-

(1) Diceu que en la noche se dejó sentir un ligero temblor.

nes diurnas; en virtud de la cual, sin cambiarse la posición relativa de las horas trópicas y la amplitud de las oscilaciones, cambia el punto de partida, acercándose al Oriente ó al Occidente; 8º Que, finalmente, las variaciones magnéticas extraordinarias deben entrar en la categoría de fenómenos meteorológicos; porque si el termómetro señala las variaciones locales, el barómetro las de la columna de aire sobrepuesta, é indirectamente las de las regiones circunvecinas; el declinómetro además anuncia las que se preparan en lejanas regiones.

La ciencia confirma este resultado; puesto que, desarrollándose en los grandes trastornos atmosféricos enormes cantidades de electricidad, necesariamente deben influir en los instrumentos magnéticos; y aunque algunos han creído, que la electricidad atmosférica no tiene influencia alguna sobre ellos, no parece ser exacto, pues tanto el R. P. Sechi en Roma, como el Señor Palmieri en Nápolés, han observado que los instrumentos pequeños vibraban bajo el influjo de los relámpagos vecinos, y nosotros hemos visto agitarse la barra del declinómetro á la proximidad de una nube tempestuosa. Además, se sabe, que la electricidad no obra sobre la aguja magnética, sino en el estado de corriente continua; y en las tempestades de rayos desarrollándose solo parcial y aisladamente, no puede influir en los imanes, sino en virtud de la inducción producida por las descargas instantáneas. Esta opinion no niega la influencia directa ó indirecta del sol y de la luna; siendo la del sol indudable y explicándose con ella muchos fenómenos. Parece tambien verosímil que, además de su influjo calórico, tiene otro indirecto sobre el estado eléctrico de la atmósfera; y esta hipótesis es la única, dice el R. P. Sechi, que puede satisfacer á las exigencias de los hechos actualmente demostrados. Si á las veces los grandes desarrollos de fluido eléctrico afectan mas á los aparatos de intensidad, que á los de declinación, esto es debido á que la dirección de las corrientes extraordinarias acaso difiere poco de la de las ordinarias, opues aquellas varían solo en intensidad.

INCLINÓMETRO.

Sobre una trípode de cobre, provista de sus respectivos tornillos de nivelar, descansa el círculo azimutal dividido de 20 en 20 minutos. Al rededor del círculo corre una alidada movida por tornillos de precision y cuyo extremo forma un vernier que da segundos. Con la alidada gira una angosta placa de cobre, en cuyas extremidades se levantan dos columnas del mismo metal, las que sostienen el círculo vertical, dividido de 10 en 10 minutos, y los planos de ágata para la suspension de las agujas magnéticas. Este segundo cuerpo del aparato tiene su correspondiente nivel, tornillos de ajuste y boton de palanca para colocar la aguja en el centro de los cojinetes de ágata. Todo este mecanismo juntamente con el círculo se hallan defendidos por una caja cuadrangular de caoba, provista de dos microscopios y de láminas de cristal en sus caras laterales.

Dos son las agujas, ámbas de dimensiones idénticas y terminadas en punta aguda, cuya longitud es de 0.192 milímetros, ancho mayor 0.0125 diez milímetros y grueso 0.0015 décimos de milímetro. Los microscopios tienen solo 0.03 centímetros de largo, y todo el instrumento 0.38 de alto y 0.29 de ancho.

MODO DE DETERMINAR LA INCLINACION.

Nivelado con exactitud el instrumento, se da vuelta al círculo vertical hasta que la aguja señale 90° . Leidas las indicaciones de ámbos polos y tomado el medio, se nota el grado del círculo azimutal; luego dase al instrumento 180° de conversion y leense los grados del vertical. Colocado así perpendicular al meridiano magnético, se toma el medio de las indicaciones de la aguja; llámese Z'' .

En seguida se le gira al Este 90° , y en esta posicion, que es la del meridiano magnético, dará la aguja la inclinacion i' ; luego por el costado Oeste se le dan 180°

de vuelta al mismo círculo vertical, para eliminar el error del cero de la graduacion, y se tendrá el ángulo i'' . Volteáanse las caras de la aguja, para corregir el yerro en la simetría del eje magnético con el de figura y se repiten las operaciones anteriores, cuyos resultados serán e' y e'' . Tambien se pueden cambiar los polos por medio de dos fuertes imanes, para eliminar el efecto de la gravedad y del peso no bien equilibrado de la aguja; y trocar los microscopios con el fin de corregir su excentricidad. Sin embargo, estas dos últimas operaciones no nos parecen absolutamente necesarias.

Ejecutado con la mayor exactitud todo lo anterior, se vuelve á poner el círculo vertical normalmente al meridiano magnético, lo que convendria hacer para cada cambio de las caras de la aguja. La media de todas estas posiciones verticales da Z'' , la de las inclinadas i' , i'' , e' &c., da Z' , y, como estas cantidades no son sino aproximadas, se obtiene la verdadera inclinacion corregida por medio de la fórmula

$$\text{Cot.}^2 Z' + \text{cot.}^2 Z'' = \text{Cot.}^2 Z \quad (1).$$

Pondremos aquí los resultados que hemos obtenido en diferentes épocas y en diversos sitios; aunque repetimos, que nuestras observaciones sobre la inclinacion magnética absoluta son muy poco numerosas. En cuanto á las diferenciales, los ensayos que hicimos en febrero de 1867 fueron tan imperfectos que no podemos darles importancia ninguna.

El 6 y el 7 de setiembre de 1867 hicimos algunas determinaciones de la inclinacion absoluta en los corredores del Colegio nacional, y obtuvimos como medio de las dos agujas una inclinacion de $13^{\circ}45'.55''$, relativamente á la horizontal, y de $76^{\circ}14'.5''$, con respecto á la vertical en el plano del meridiano magnético.

El 17 del mismo mes, en el arteson de la iglesia de la Compañía, encontramos para la inclinacion absoluta $76^{\circ}24'.6''$. Los académicos franceses habian hallado en el

(1) Esta correccion rara vez llega á un minuto.

siglo pasado 75°. Aunque mudamos de sitio y evitamos colocar el instrumento sobre sustancias magnéticas; sin embargo, no dudamos que el Pichincha, cuyas cavidades probablemente se extienden hasta debajo de esta ciudad, tenga influencia sobre la inclinacion.

Por ahora omitimos la determinacion de la intensidad magnética, porque las operaciones requieren elementos de que carecemos; con el tiempo esperamos poderlo hacer. Entre tanto, nos lisonjéamos con la idea que serán acogidos indulgentemente estos ligeros ensayos sobre los estudios magnéticos en Quito; por lo ménos al presente nos sentimos animados á continuarlos con ardor, viendo el inteligente aprecio que de ellos hace el actual Jefe del Estado, y la decidida proteccion con que los acoge el Exmo. Señor Ministro del Interior, Dr. Camilo Ponce.

¡Ojalá pudiésemos contribuir de alguna manera al movimiento general que los sabios dirigen y los Gobiernos promueven por todo el mundo para arrancar á la naturaleza sus secretos, con el fin de precaver las catástrofes, hoy por desgracia muy frecuentes, y dar á los pueblos el alerta! á la proximidad de los grandes cataclismos!

Quito, 15 de octubre de 1863.

Federico Cornelio Aguilar, S. J.

El 6 y el 7 de setiembre de 1867 hicimos algunas determinaciones de la inclinacion absoluta en los cordones del Colegio Nacional, y obtuvimos como medio de las dos agujas una inclinacion de 13°45'55", relativamente á la horizontal y de 76°14'55", con respecto á la vertical en el plano del meridiano magnético.

El 17 del mismo mes en el artefacto de la lista de la Geomática, encontramos para la inclinacion absoluta 76°24'6". Los resultados encontrados habian hallado en el

(1) Esta correccion tan vez llega á un minuto.

(1) **CATASTROFE DEL 16 DE AGOSTO DE 1868.**

Songe, songe, Céphise, à cette nuit, cruelle
Qui fut pour tout un peuple une nuit éternelle

RACINE-ANDROMACA, Act. 3^o, Esc. 8^a

I.

¡Qué hermosa y espléndida noche la del 15 de agosto! Pura y fresca la atmósfera después de la tormenta de esa tarde, era acariciada por una suave brisa del Sudoeste; el cielo perfectamente despejado, ostentaba sobre un azul subido miriadas de estrellas refulgentes; al medio día Canopo y Antares, al Zenit Altair y la Espiga, al Setentrion Régulo, Wega y la Peña de la Corona boreal, hermosaban con sus nítidos rayos la bóveda celeste. Todo en apariencia presagiaba una de esas resplandecientes y serenas noches de los trópicos en los meses de julio y agosto; cuando á la una y cuarenta minutos de la mañana, (2) se dejó oír un sordo y lejano ruido el cual rápidamente se aproximaba, y crecía á la manera del trueno que, rodando al través del firmamento, es repetido por los mul-

(1) Como esta Memoria ha de circular especialmente en el extranjero, á donde, tal vez, no habrán llegado todos los pormenores de la aciaga noche del 15 al 16, haremos aquí de ellos un ligero resumen. Por lo que toca á los pronuncios y adjuntos meteorológicos y magnéticos, véanse las páginas 20, 21, 22 y 24. Allí mismo se encontrará la exposicion de la teoría que á nuestro modo de ver explica el origen de esa catástrofe, y las objeciones que nos parece pueden hacerse á las hipótesis de los vapores y de la influencia lunar.

(2) Hora del cronómetro del Observatorio, pues el reloj público estaba atrasado 15 minutos.

tiplicados ecos de hondas cavidades; siguióse un movimiento ligero ondulatorio, y luego al punto se estremeció la tierra con furor, mezclándose la trepidacion á las ondulaciones. Por fortuna ese sacudimiento duró apenas 15 segundos, pues de lo contrario no hubiera quedado en Quito piedra sobre piedra. En aquellos instantes parecia que el cielo se desgajaba, que la tierra iba á descubrir sus profundos senos para sepultar en ellos á la poblacion entera, la cual atónita y despavorida imploraba de Dios piedad y misericordia. Las campanas se repicaban con un sonido lúgubre y discordante, los perros ahullaban tristemente, las tejas y ladrillos llovian del alto de los edificios, y por todas partes despues de un silencio profundo, se levantaron al Cielo desgarradores alaridos.

At domus interior gemitu miseroque tumultu
Miscetur; penitusque cavæ plangoribus aedes
Femineis ululant: forit aurea sidera clamor. (1)

Pasados los primeros instantes del estupor, la poblacion toda precipitóse fuera de sus casas, y comenzó en medio de las tinieblas de la noche, amenazada por varios temblores consecutivos, á dejar la ciudad y retirarse á los suburbios. Eternas nos parecian las horas que el sol tardaba en llegar á nuestro horizonte. Amaneció por fin, y nos quedamos estupefactos al ver estampada la huella del terremoto sobre todos los edificios de la ciudad, especialmente los públicos. (2) El terror y la dispersion fueron universales; generalmente se atribuia la catástrofe al Pichincha; nosotros sostuvimos lo contrario, creyendo que el volcan mas bien nos habia salvado de una completa ruina.

Las noticias llegadas del Norte, justificando nuestras opiniones, lanzaron en la mas e-pantosa consternacion á

(1) Virgilio-Eneida, Lib. 2º

(2) Los templos de San Agustín, los dos Cármenes y Santa Clara quedaron casi completamente arruinados. Las demas iglesias y conventos sufrieron graves pérdidas, entre otras la Compañía que perdió su nueva y bellissima torre.

esta capital. ¡Se habia destruido completamente la bella, rica y pintoresca Imbabura! (1) Entónces el terror y espanto, difundiendo por todas partes, no reconocieron ya límites. La emigracion fué general. Nadie pensaba sino en escapar del peligro ó reconciliarse con Dios, temiendo mayores desgracias.

El desórden de las procesiones que en la mañana del 16 se hicieron por las calles, implorando la misericordia divina, manifestaba el estado de agitacion del pueblo todo y el espanto que sobrecogia los ánimos. El Supremo Gobierno con una calma y providencia admirables se ocupó al punto, en medio del desaliento general, en prevenir mayores estragos en Quito y en socorrer á los desgraciados restos de la poblacion de Imbabura. En consecuencia formóse una comision compuesta de cuatro médicos y dos sacerdotes, quienes debian partir lo mas pronto para llevar socorros á las víctimas de la catástrofe. Tuvimos el honor de pertenecer al número de los que la componian, y marchamos el 19 de agosto, abrigando la esperanza de que la primera impresion hubiese hecho exagerar los estragos.

Crudelis ubique

Luctus, ubique pavor et plurima mortis imago.

VIRGILIO.

II.

La honda huella, que el terremoto habia dejado por todo el camino de la capital á Ibarra, nos preparó á la triste verificacion de las aciagas nuevas venidas de Imbabura! (2) Al bajar de la altiplanicie del Cayambe hácia el lago San Pablo, quedamos sobrecogidos de terror viendo la primera vez que un monton confuso de escombros ocupaba, en medio de arboledas de sauces y cipreses, el sitio de la antigua poblacion. (3) Las numerosas habitaciones que circundaban la laguna, ó vinieron al suelo con

(1) Un oficio del Gobernador de Ibarra, fechado el 17, trajo la primera noticia oficial que llegó á Quito el 18.

(2) Todos los pueblos, tambos y haciendas del tránsito han tenido que lamentar, mas ó ménos, considerables ruinas en sus edificios y terrenos.

(3) Desapareció, sepultada por el temblor, una parte muy conside-

muerte de sus moradores, ó quedaron vacilantes. Las partidas de infelices que salían de las poblaciones arruinadas, huyendo despavoridos de la muerte, desgarraban nuestro corazón y nos hacían comprender toda la magnitud del cataclismo. Otavalo! la bella y graciosa Otavalo! ántes ceñida de encantadores vergeles y arrullada por las brisas del Mojanda y de San Pablo; ahora no ofrecía á nuestros ojos, dudosos de creer lo que miraban, sino un hacinamiento espantoso de tierra, piedras, maderos, tejas y adobes. Parecía que la mano oculta del destino hubiérala aplastado bajo su irresistible y misteriosa fuerza. Los pocos habitantes salvados de la catástrofe (1) vagaban por entre los escombros, llevando impresos en su rostro el terror y la consternación; y atónitos por la violencia del golpe, hacían horrendas descripciones con una calma é indiferencia que nos llenaban de pasmo. Los alrededores de la ciudad rajados y hundidos en todas direcciones, parecían amenazar á los sobrevivientes con sepulcros abiertos en las entrañas de la tierra.

Al Noroeste alzábase amenazador el Cotacachi, á quien por entónces se atribuía aquel furioso movimiento; no llegaban noticias de las poblaciones de sus faldas; era imposible pasar á ellas al través de las grietas y derrumbos, y la creencia, de que habían desaparecido sus moradores tragados por la tierra, aumentaba el pánico en toda la banda oriental del Ambi. El terremoto había pasado su destructora mano á lo largo de la planicie que se extiende desde Otavalo á Ibarra, arruinando pueblos, aldeas, caseríos, haciendas, y dejando agonizantes bajo los escombros centenares de víctimas.

La suerte de Otavalo tocó también á muchas otras poblaciones. La industriosa Cotacachi convirtiéndose en un montón de ruinas, contándose en ellas y en los caseríos circunvecinos más de 3,000 cadáveres; Atuntaqui, Imantag, Urcuquí, Tumbabiro, Salinas, pueblos agrícolas y manu-

nable de los vecinos de San Pablo, entre ellos dos sacerdotes.

(1) El número de víctimas de Otavalo no bajan, por lo ménos, de 4,000. De los edificios solo quedaron escombros.

factureros; las numerosas haciendas de primer orden, que en sus partidos elaboraban el azúcar, enriquecían la agricultura y se daban á la ganadería, vieron repentinamente despedazados los caminos con innumerables grietas, arruinadas las habitaciones, arrasados los campos por las avenidas de lodo, destruidas las acequias y sepultada en gran parte y en un instante su robusta, gallarda y activa población. (1) La Concepcion, Mira, San Antonio y el Angel, aldeas ménos notables, pero de buen porvenir, quedaron por el suelo, y de los habitantes de aquellos contornos una gran parte desapareció en medio de los horrores de esa noche fatal. Las demas poblaciones de la rica, industriosa y pintoresca provincia de Imbabura, aunque ménos violentamente sacudidas, recibieron con todo un golpe violento, y se pasarán largos años ántes que puedan levantarse de la postración en que se encuentran al presente.

Venit sumana dies et ineluctabile tempus.

VIRGILIO.

III.

La capital de la provincia de Imbabura habia sido fundada en 1606 por D. Miguel de Ibarra, Presidente de la real Audiencia de Quito, no muy léjos del sitio que ocupaba ántes Caranqui, metrópoli de los Caras y patria de Atahualpa. A los 21' de latitud setentrional, á la altura de 2221 metros sobre el nivel del Océano, y con un clima delicioso, era arrullada por una primavera perpetua. Las numerosas huertas de ese recinto, engalanadas con muelles y vistosos árboles, entre los que descollaban el esbalto sauce piramidal y los frondosos nogales; la extensa campiña perfectamente cultivada, ostentando en sus alrededores una vegetacion lujosa y pingües potreros de ganadería; el magestuoso Imbabura, cuyas amenas y extendidas faldas la adornaban como con un manto de gala y cuya cima caprichosa se esconde entre océanos de nubes; su perspectiva, en fin, de las mas graciosas y pintorescas de toda la República; hacían de Ibarra una man-

(1) El número de víctimas pasó de 2,527 en esos cinco pueblos.

sion en extremo encantadora y deliciosa. Siempre libre de los grandes cataclismos que en diversas épocas habian hecho bambolear los pueblos centrales del Ecuador, dormia tranquila y confiada la noche del aciago 15 de agosto: cuando á la una y cuarto de la mañana, el mas violento terremoto que, acaso, cuentan los anales españoles de la América, en ménos de tres segundos la convirtió en una inmensa y lúgubre necrópolis. (1) Enterrada casi toda la poblacion bajo las ruinas de sus propias habitaciones, ofrecia al amanecer del 16 uno de aquellos horrosos espectáculos, que rara vez se leen en la historia de los siglos pasados, y que son la viva imágen del terrible dia que pondrá fin á los tiempos. Una gran parte, animados del terror y desesperacion mas espantosos, haciendo supremos esfuerzos, salian despavoridos de entre los escombros, sin tener un giron con qué descubrir su extrema desnudez. Los alaridos de las víctimas, los moribundos ayes de los agonizantes, los clamores de los que pedian auxilio, las densas nubes de polvo que se elevaban en torbellinos hasta el cielo, los bramidos roncós y prolongados de la tierra, los temblores casi continuos que sacudian el suelo, ó lentamente le mecian; la oscuridad de la noche primero y despues, al rayar la aurora, la vista de todo un numeroso pueblo sepultado bajo los escombros, hacian de Ibarra en aquella madrugada uno de los cuadros mas horripilantes que jamas la imaginacion del hombre ha concebido.

Pasado el primer aturdimiento, cada cual pensó en arrancar de los brazos de la muerte á las personas queridas, que gemian aun debajo de la tierra, implorando socorro. No hay pincel que pueda representar los dolorosos episodios y las escenas de espanto ocurridas en aquella mañana. Las familias horriblemente mutiladas, no pudieron escaparse de las garras de varios foragidos, quienes cebando su codicia en los miserables restos, mostraron una ferocidad propia de tigres y de hienas. Siete dias despues

(1) Dos bruscos sacudimientos seguidos inmediatamente uno tras otro en ménos de tres segundos, arruinaron la ciudad, dejando bajo sus escombros á casi todos los habitantes; de los que muchos se salvaron y muchos otros, [mas de 5,000] perecieron.

respiraban aun debajo de las ruinas algunos desdichados, que habian prolongado su penosa existencia en medio de las mas crueles agonías.

Era indudable que una catástrofe tan espantosa haria levantar unánimes clamores en toda la América. La caridad pública no dilató largo tiempo sus auxilios, y las copiosas erogaciones, nacionales y extranjeras, viniéron muy pronto á socorrer esa provincia digna de mejor suerte. El Perú, tres dias ántes cruelmente destrozado por un terremoto semejante, comprendiendo mejor el infortunio de sus hermanos del Norte, acudió generoso al alivio de tantos desgraciados. (1)

El quoties detrectat onus, cervice rebelli (Ætna)
 In dextrum laevunque latus, tunc insula fundo
 Vellit, et dubiae nutant cum maenibus urbes.
 CLAUDIANO.

IV.

Corre del NE al SE la planicie del Ambi, formando el centro de la provincia de Imbabura. Limitada al Oeste por el ramo occidental de la cordillera y al Este por el Imbabura, deposita en el profundo y escarpado alveo del Ambi las aguas que por uno y otro lado le suministran numerosas vertientes. En casi su totalidad el terreno se compone de gruesos y multiplicados estratos de escorias y cenizas arrojadas un dia por los muchos volcanes apagados ó activos que la circundan. Debajo de esa inmensa capa, y á la profundidad, tal vez, de 200 metros, se encuentra un extendido depósito de aguas que alimenta los manantiales y lagos de la superficie, y las que, no pocas veces, han brotado en copiosas avenidas bajo la presion de los agentes subterráneos.

El Imbabura, desprendiéndose de la rama oriental de la cordillera, eleva su cima á 4930 metros sobre el mar (2).

(1) Gruesas cantidades recogidas en Lima y nobles decretos de su munifico Gobierno, colocan esta vez al Perú entre las naciones verdaderamente generosas.

(2) Un mes ántes de la catástrofe del 16, pudimos escalar los últimos picachos de Imbabura, marcándonos en aquel sitio el barómetro 463

y queda al frente del Cotacachi, cuya altura es de 5165. Este coloso de traquito, uno de los mas altos de la rama occidental, levanta su nevada cumbre al lado de un antiquísimo volcan, cuyo extinguido cráter forma al presente el lago de Cuicocha. (1) De las faldas orientales de este nevado partió la onda seísmica del 16 de agosto. En efecto, la extendida barrera de colinas arenosas, que se extiende desde Cuicocha hasta el Chachimbiro, ofrece los estragos mas notables, especialmente hácia el centro. Visitamos esos sitios poco despues del terremoto, y vimos que la tierra se habia rajado en muchas grietas por todas partes y en direcciones concéntricas; que al violento impulso de la onda seísmica las colinas y barrancas se habian derrumbado gigantescamente en muchos puntos diferentes, y que bajo una violenta compresion las aguas subterráneas habian salido á torrentes del seno de la tierra, formando, entre otros muchos menores, tres inmensos aluviones de agua, lodo y piedras. (2)

Prescindiendo del origen, ó *centro de conmocion*; pues al hablar de los fenómenos magnéticos y meteorológicos de agosto emitimos ya nuestro parecer, trataremos ahora solo de la propagacion al través de la tierra, de aquel primer impulso. No hay duda que la onda geseismómica

milímetros y el termómetro centígrado 2°5 al medio dia del 6 de julio. Las rocas son traquíticas.

(1) El 17 de julio de 1868 navegamos en las aguas de este pintoresco lago en compañía del apreciable y desgraciado Señor Don Pedro Pérez, víctima del terremoto. Dentro del bote el barómetro señalaba 530 metros y teníamos una temperatura de 17° del centígrado á las 11 de la mañana. Esta laguna corre de N á S en su mayor longitud, y tiene al centro dos pequeños islotes cubiertos de árboles, y separados por un estrecho canal de 78 metros de profundidad. Las rocas andesitas, que los forman, se elevan sobre la superficie del agua á 240 metros, segun nuestras medidas barométricas, y van á perderse á 216 de profundidad en el centro del lago. Todos sus caracteres geológicos manifiestan ser el cráter de un antiguo volcan, cuya copa se hundió, tal vez, ántes de los tiempos históricos.

(2) Los mas gigantescos fueron; los de la Hoya y Cariacu, salidos del Perihuela, y los de Salinas, originados en el Chachimbiro y acrecidos en los Pogyos. Estas avenidas, de una á seis de longitud y de 200 á 400 metros de anchura, vinieron á desembocar en el Ambú arrollando con horrendo estrago cuanto encontraban á su paso.

partió del centro del Cotacachi, siguiendo, como enseña la mecánica, dos direcciones trasversales y una normal á la superficie del terreno. Considerando la vibracion normal, podemos imaginar que la onda fué trasmitada en forma de superficies esféricas concéntricas, (1) del mismo volumen en cada una de sus faces, cuya mutua distancia decrecia como R^2 , siendo R el radio medio, y cuya fuerza variaba inversamente al cuadrado de la distancia desde el centro de conmocion. (2) Hubo dos choques rapidísimos, que llegaron sucesivamente, con intervalo de un segundo á la superficie, siguiendo la perpendicular al horizonte; y tocaron en los demas puntos circunvecinos al pié de aquella línea, tomando direcciones mas y mas próximas á la horizontal, segun que dichos puntos se iban alejando del centro. El círculo, ó mas bien la curva cerrada é irregular por no ser homogéneas las estrechificaciones del globo, tenía una extension de mas de 170 leguas de radio para la *línea coseismal* (3), pues que el terremoto se dejó sentir por el Norte hasta Honda en el Estado del Tolima y por el Sur hasta Guayaquil.

Los sacudimientos menores venidos despues del prime-

(1) Siempre que se da algun golpe en una sustancia cualquiera, se origina un impulso, el que se comunica al través de ella en direcciones concéntricas. La trasmision de esta onda elástica no es sino el movimiento continuo progresivo de un cambio en las posiciones relativas de las moléculas del cuerpo conmovido. El sonido, por ejemplo; los círculos concéntricos que se forman en las aguas de un estanque, al arrojar una piedra en él; el estremecimiento que se siente en el suelo al pasar un carro, no son sino una serie de olas de esta clase. La magnitud de la onda, ó el volumen de las moléculas desalojadas á la vez en el cuerpo movido, depende de su elasticidad y de la energia del impulso primero. Cuando este es violento y la masa del cuerpo muy extensa, como acaece en los terremotos, la magnitud de la onda puede ser tal, que produzca ondulaciones perceptibles á la vista en la superficie del suelo.

(2) Se sabe que un temblor no es otra cosa sino—El pasage, al través de la costra terrestre, de una ó mas ondas elásticas, trasmitidas desde uno á muchos centros de conmocion, y en direcciones verticales al horizonte. Este tránsito puede estar acompañado de repercuciones, segun el impulso y las circunstancias de posición.

(3) Llámase así la cresta de la ola terrestre, ó la curva de interseccion de cada una de las ondas geismicas esféricas con la superficie del suelo.

ro, mecánicamente se explican por las *vibraciones trasversales*, transmitidas al propio tiempo que la normal, del centro de conmoción á la superficie con mas lentitud, y siguiendo direcciones oblicuas. Esto no contradice el parecer de aquellos que juzgan, deberse atribuir los muchos temblores de los dias siguientes á desplomes interiores, ocasionados por el estado de ruina en que debieron quedar las entrañas de la tierra, ó tambien á sucesivas explosiones verificadas en menor escala. Es muy digno de notarse que la catástrofe del 16 fué precedida el 15 por un movimiento ligeramente percibido en Ibarra á las tres de la tarde, pero violento pocas leguas al Norte, en donde arruinó el pueblo del Angel. (1)

Tales son las teorías que podemos emitir acerca de ese formidable cataclismo, considerado meramente como un efecto inmediato de los agentes físicos; la Religion empero, la razon, el buen sentido exigen que, elevando un poco mas allá la vista de nuestra inteligencia, adoremos resignados y humildes los decretos de esa SUPREMA CAUSA, de quien dependen, no solo las leyes de la naturaleza, sino tambien la suerte y porvenir de las naciones; y la que tiene á bien, cuando le place, dar á los pueblos grandes y terribles lecciones.

Quito, 18 de octubre de 1868.

Federico C. Aguilar, S. J.

(1) Posteriormente hemos recibido noticias que confirman nuestra teoría de las corrientes termoeléctricas. Ocho dias ántes del terremoto del Perú, se advirtieron extrañas perturbaciones en las líneas telegráficas de esa República. Muchas veces se neutralizaba completamente la corriente y otras era contrarrestada por otra espontánea y poderosa que venia á mover los aparatos. El desarrollo extraordinario de electricidad el dia del terremoto del 13 fué general para Arica, Tacna, Arequipa y Moquegua. Ademas sabemos que el Vesubio ha vuelto á dar últimamente señales de una formidable actividad; lo mismo se dice de Méjico, como nosotros lo esperábamos. El Pichincha sigue encendido notablemente; la aguja magnética en completa anomalía, sin período diurno y agitada por la mañana, en especial los dias 18, 20 y 21 de octubre. En este último tuvimos una fuerte y larga tempestad de rayos durante la cual la aguja quedó casi inmóvil.

INDICE.

PAG.

<p>INTRODUCCION—La brújula y su porvenir. Conexión entre el magnetismo terrestre y los grandes fenómenos de la naturaleza. Los temblores y la aguja magnética. Observatorios fundados por la ciencia en todo el mundo. El magnetismo conocido por los antiguos y profundizado por los modernos.....</p> <p>Oersted y Ampère identificando el magnetismo y la electricidad. Unificación de las fuerzas físicas y esperanzas. Nuestros trabajos sobre las variaciones diurnas. Primeros ensayos é instrumento. Sus resultados. Nueva serie de 1867 é instrumentos. Serie definitivamente principiada en setiembre. Observaciones horarias despues del temblor de 17 de mayo de 1868. Nueva serie principiada el 25 de julio siguiente. Observaciones horarias de setiembre y octubre de 1868.....</p> <p>INSTRUMENTOS Y SU DISPOSICION.—Elementos de la resultante de las fuerzas magnéticas. Declinacion, Inclination é Intensidad. Declinómetro é Inclinómetro; lugar y colocacion. Temperatura é influencia mutua.....</p> <p><i>Declinómetro</i>.—Su descripción; partes componentes y su magnitud. Barra magnética. Des torsion del hilo de seda....</p> <p><i>Declinacion absoluta</i>.—Método astronómico para trazar la meridiana. Barras de estaño, y magnética, sus dimensiones y su colocacion. Determinacion de la declinacion. Correcciones. Coeficiente de torsion, modo de determinarlo y fórmulas.....</p> <p><i>Declinacion relativa</i>.—Leyes de las variaciones diurnas y horas trópicas. Su descubrimiento. Taehart, Graham, Canton, Azólepi y Cassini en el siglo XVIII. Macdonald, Freycinet, Duperry y Gay en el XIX. Deducciones de Azólepi y de Cassini. Humboldt y Olmans en Berlin. Observatorios fundados en todo el mundo á peticion de Humboldt. Asociacion de Alemania. Identidad de las curvas en lugares diferentes. Observatorios erigidos en las colonias británicas. Sistema de observacion establecido por Herschel, Wheatston, Airy, &c. &c. Observatorios de la Compañía de las Indias, de la Rusia, Alemania, &c. Trabajos de Arago. Estudios del R. P. Secchi.....</p> <p><i>Series horarias</i>.—Primera y segunda serie. Las erupciones del Pichincha. Movimientos diurnos de la aguja. Temperaturas. Marcha horaria del barómetro en relacion con la del declinómetro. Tempestades y lluvias predichas con el barómetro. Observaciones del declinómetro cerca del</p>	<p>I, II, III y IV</p> <p>V y VI</p> <p>1 y 2</p> <p>2 y 3</p> <p>3, 4, 5 y 6</p> <p>7, 8, 9 y 10</p>
--	---

solsticio de junio. Observaciones horarias. Amplitud y períodos magnéticos

11 18

Observaciones mensuales.—Caracteres meteorológicos y magnéticos de los meses transcurridos desde setiembre de 1867 hasta agosto de 1868. Fenómenos extraordinarios que presentó agosto antes de los terremotos del Perú y del Ecuador. Ambos cataclismos predichos por la aguja magnética. Las corrientes telúricas. Hipótesis sobre el origen de dichas catástrofes. Objeciones á las de los Señores Delisser y Caibano. Nuevos argumentos en favor de la hipótesis de las corrientes termoelectricas. Temblores despues del terremoto y su causa. Interrupcion de las observaciones y nueva serie horaria desde el 18 de setiembre de 1868 hasta el 13 de octubre siguiente. Efecto del terremoto sobre la aguja al desahogarse la tierra.....

19 29

Perturbaciones magnéticas.—Trabajos de Celsius, Graham y Cassini y resultados. Temporales magnéticos de Humboldt. Arago á la orilla del Sena y Kupffer en las riberas del Wolga. Sabine, Lamont, Wolf y Secchi, sus trabajos. Brillante época de descubrimientos magnéticos y eléctricos á principios del siglo XIX. Oersted, Ampère, Arago, Beccaria, Faraday y Seebeck y sus estudios. Viajes científicos. Trabajos sobre el magnetismo de Sabine, Foster, Herman, Kupffer, Fuss, Gauss y el magnetómetro bifilar. Lloyd y su instrumento para hallar la fuerza vertical. Estudios en Quito sobre las perturbaciones magnéticas y sus resultados.....

29 36

Conclusiones.—Ocho deducciones importantes. La teoría confirma los resultados de la experiencia. La electricidad atmosférica influyendo en los aparatos magnéticos Experiencias. Influencia del sol y de la luna.....

36 y 37

Inclinómetro.—Descripcion y partes componentes. Magnitud. Agujas.....

38

Modo de determinar la inclinacion.—Operaciones preliminares. Fórmula de correccion. Resultados prácticos del mes de setiembre de 1868. Influencia del Pichincha. Intensidad magnética. Conclusion.....

39 y 40

CATASTROFE DEL 16 DE AGOSTO DE 1868.—*Quito.*—La noche del 15 y su contraste con la mañana del 16 de agosto. Ruidos y movimientos. Terremoto y circunstancias. Alarmona y consternacion. Emigracion de los habitantes. Espectáculo de Quito al amanecer del 16. El Pichincha y nuestra opinion. Noticias del Norte. Estado de los ánimos. Calma y providencia del Supremo Gobierno. Comision enviada á Imbabura.....

40 43

Otavaló.—Huellas del terremoto á lo largo del camino. Ruinas de San Pablo y de las márgenes del lago. Aspecto de Otavaló despues de la catástrofe. Sus víctimas.....

Los habitantes vivos y su estado. La banda occidental del Ambi y sus ruinas. Cotacachi y demas poblaciones por el suelo. Estragos del terremoto en las haciendas y establecimientos de Imbabura. Número de víctimas	44 y 45
<i>Ibarra</i> .—Su fundacion y sus coordenadas geográficas. Sus pintorescos alrededores. Momentos del terremoto y escenas horribles. Consecuencias. Caridad de las demas Repúblicas hermanas	46 y 47
<i>El Cotacachi</i> .—Altiplanicie del Ambi y su formacion geológica. El Imbabura y nuestra ascension á su cima. El Quicocha y nuestra expedicion á sus islotes. El Cotacachi y su altura. Colinas circunvecinas. Origen y centro del movimiento seísmico. Estragos en las faldas del nevado. Aluviones de agua y lodo. Propagacion al través de la tierra del impulso primitivo. Vibracion normal y vibraciones transversales. Consideraciones mecánicas sobre la propagacion de las ondas geseimómicas. Extension de la línea coseismal. Explicacion de los sacudimientos posteriores al primero. Destrucion del Angel algunas horas ántes del gran terremoto. Fenómenos ocurridos en diversos otros puntos de América y Europa. Conclusion.....	47 50

FIN.