

cruzad todo el territorio con caminos de fierro, demoled las aduanas i multiplicad el crédito; el corazon de la sociedad quedaria siempre el mismo, muerto i paralizado por la falta de aquellos elementos rejeneradores i reformistas, sin los cuales la intelijencia permanecerá inactiva, i la industria carecerá de aquella cooperacion de la intelijencia, tan necesaria e indispensable para su desarrollo.

PEDRO P. ORTIZ,  
Miembro de la Universidad de Chile.

## MEMORIA

### SOBRE LAS OSCILACIONES DE LA BRUJULA EN QUITO,

consideradas en su relacion con los temblores de tierra, i seguidas en su marcha paralela con las fluctuaciones del barómetro.

#### AÑÁDESE UN BREVE RESUMEN

de los principales fenomenos que acompañaron al terremoto del 16 de agosto de 1868, i de sus mas notables estragos en el Ecuador.

#### 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 a la navegacion i a la topografía, parece estar llamado al presente para un alto destino. "Ahora, dice el R. P. Secchi, famoso astrónomo director del Observatorio del colejio romano; ahora el magnetómetro indicará las variaciones lejanas que se preparan en remotas rejiones, i bien estudiado i conocido, acaso podrá un dia llegar a ser el *profeta del tiempo e indicador de lo futuro* por medio del telégrafo. I no solo con ayuda de las variaciones extraordinarias se llegará a ese resultado, sino mui especialmente con su marcha diurna, examinada mejor que lo practicado hasta la fecha." No hai duda, i la ciencia lo tiene ya demostrado, que hai una conexion íntima entre el magnetismo i los grandes fenómenos de la naturaleza. Los temblores, ese formidable azote que ha causado tantos estragos en todos tiempos i por todas partes, (1) ejercen una

(1) Para que se vea cuánta verdad tiene esta asercion, i 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 a lo largo de la cordillera americana; tales como los de 26 de octubre de 1646 i 28 del mismo mes de 1746 que arruinaron a Lima; los de 26 de marzo de 1812 i posterior que destruyeron a Carácas i algunas otras ciudades; los que a fines del siglo pasado convirtieron en escombros a la ciudad de Guatemala; los que hace catorce o quince años arruinaron la ciudad capital de la República del Salvador; los que han sacudido en diversas épocas furiosamente la República

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.

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 ántes 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 arrinó la populosa ciudad de Antioquía de Siria; los años de 129, 221 i 341 de Jesucristo hubo grandes terremotos en el Oriente i 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; i en Constantinopla en 446 se arruinaron los muros. En *setiembre* de 458 Antioquía, el Helesponto, la Tracia, la Jonia i las Cieladas sufrieron grandes estragos por causa de un terremoto; igualmente Constantinopla en 477 i 479. En 494 Laodicéa, Hierápolis, Trípoli i otras ciudades quedaron en escombros por efectos de los temblores. En Antioquía 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 i Mesopotamia; en julio de 551, Berita quedó arruinada, i, despues de 40 dias de movimientos del suelo en 553, se arruinó en parte la ciudad de Bizancio. El 26 de octubre de 740, Constantinopla, Nicéa i Nicomedia; en 742, el Ejipto; en 746, la Siria i la Palestina sienten grandes temblores. El año de 749 en Siria, ciudades enteras fueron movidas de sus asientos i trasladadas a distancias considerables, sin padecer ruina ninguna. Francia, Alemania i Italia *en abril* de 801; Persia i Siria en 860; en 867 la Meca; en 1117 Lombardía por 40 dias seguidos, i Francia en 1289 sintieron fuertes temblores. El 5 de diciembre de 1546 murieron sepultadas en los escombros mas de 20,000 personas en Nápoles i quedaron en parte arruinadas Benevento, Brindis i Gaeta; mas de 13,000 perecieron en Constantinopla en 1508 i 1509 por causa de los temblores. Iguales catástrofes en Alemania el año de 1517, i el de 1531 en Portugal. En 1537 temblores en Nápoles durante 20 meses consecutivos; los mismos, acompañados de horrendas tempestades de rayos en Niza i la Provenza, en julio de 1564. En Inglaterra el año de 1571 ácia el mes de *febrero*, por efecto de un terremoto, se abrieron enormes grietas, mudaron de lugar diversos terrenos i se levantaron enormes colinas en los antiguos planos. *En marzo* de 1584, ruinas i muertes en el Piamonte, la Suiza, el Delfinado i 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 i Bohemia, i abrió horrosas grietas i barrancos. Inglaterra, en 1596; Calabria, durante varios dias, i acompañados de ruidos semejantes a descargas de artillería, en 1638; Noruega *en abril* de 1657; Francia, en 1660; Ragusa, *en abril* de 1667; Nápoles, en junio de 1688, i Mesina, en 1693, sintieron violentos terremotos. El año de 1699, un temblor hizo perecer en la China mas de 400,000 personas; otros aterraron a Palermo *en setiembre* de 1726; a la Inglaterra en octubre de 1731 i 1734; a Liorna, durante once dias, en 1742; a la Inglaterra, en julio de 1748 i *febrero* de 1750, i al Cairo en 1754. Gran parte de Lisboa quedó arriunada en junio de 1755, muriendo en su recinto 30,000 personas, i elevándose el agua, como sucedió el 13 en el Perú, a una grande altura, sumerjió muchos buques. El 5 de *febrero* de 1785 se sintieron en Calabria 190 sacudimientos i perecieron cerca de 50,000 personas. En España i 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, i *en febrero* de 1818 en Sicilia, fuertes terremotos esparcieron el espanto. En la sola ciudad de Bhoudj de la Bengala fueron arruinadas 7,000 casas por causa de un terremoto en junio de 1819. Finalmente, en Martinica, el 11 de enero de 1839, quedó mui destruida la ciudad de Fuerte-Real i murieron en ella centenares de habitantes por causa de un terremoto. Paso en silencio varios otros temblores mas recientes, como el de Santómas, el de las islas de Sandwich i otros. Nótense los 18 sublineados, acontecidos todos cerca de los equinoxios.

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, &.<sup>a</sup> &.<sup>a</sup> 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 i las leyes de sus variaciones periódicas forman al presente uno de los ramos mas importantes de las ciencias naturales; i su oculta virtud, tan especial en su carácter i tan jeneral en su accion, es considerada por los sabios como una manifestacion de los agentes imponderables que animan a la naturaleza material.

El descubrimiento de Oersted i los trabajos de Ampère, identificando el magnetismo con la electricidad, dieron a su estudio un desarrollo prodijioso, el que se aumenta cada día mas, merced a la grande idea de unificar el calor i 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, a lo ménos los actuales descubrimientos sobre el electromagnetismo, nos animan a estudiarle con ardor i constancia; pues no está léjos el día de robar a la naturaleza su secreto.

Deseosos de penetrar ese misterio, que tanto interes excita por todo el mundo, i conociendo la inmejorable situacion de Quito para estudios de esta clase, emprendimos una continuada serie de observaciones acerca de los movimientos, que de una hora a otra, i de un día a otro tiene la aguja magnética; pues no hai duda, que la clave del magnetismo terrestre se encuentra en las leyes que presiden a esos movimientos misteriosos. Por lo pronto en noviembre de 1863 dimos principio a nuestros nuevos trabajos con un instrumento construido por nosotros, cuyas indicaciones necesariamente tenian que ser mui imperfectas. Con todo, ya desde entónces distinguíamos al traves de considerables errores los fenómenos que la aguja presenta en sus oscilaciones. Consignamos esos datos en nuestro primer "Boletin metereológico," publicado en 1865, i nos reservamos para ulteriores i mas esmerados estudios, que se debian hacer con los instrumentos pedidos a Europa por el Supremo Gobierno de la República. Ademas de las variaciones diurnas, advertimos, en el cúmulo de observaciones hechas desde noviembre de 1863 hasta junio de 1866, que la declinacion era mayor ácia los equinoxios, menor cerca de los solsticios; efecto, sin duda, de la diversa intensidad de las corrientes termo-eléctricas desarrolladas en la tierra, segun las diferentes colocaciones del sol en la eclíptica.

En febrero de 1867, teniendo ya a nuestra disposicion un magnífico declinómetro i un excelente inclinómetro, construidos en Paris en los talleres del señor Secretan, dimos principio a una nueva serie de observaciones mucho mas perfecta que la precedente. Los trabajos de colocacion, estudio, correccion i manejo de los instrumentos fueron largos i entabados por una multitud de obstáculos i dificultades. En consecuencia, quedó interrumpida por algun tiempo la serie principiada en febrero; i solo en setiembre del mismo año de 1867 se pudo dar principio a una cadena de observaciones diarias, las que se continuaron sin interrupcion hasta el memorable 16 de agosto de 1868 en que el terror i la dispersion causados por el terremoto, i despues la ausencia de casi treinta dias, por motivo de nuestras expediciones a Imbabura, hicieron que se suspendiesen hasta el 18 del próximo mes siguiente. 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 a otra, la cual duró por mas de once meses continuos, en los que se observaba el declinómetro tres veces al dia: a las seis de la mañana, dos de la tarde i nueve de la noche. Las erupciones del Pichincha en abril, i los pequeños temblores de mayo de 1868, nos provocaron a dar principio a nuevos i mas esmerados estudios sobre la declinacion magnética. En efecto, el 17 de mayo, con motivo de un remezon proveniente del Sur, i sucedido a la una i 30 minutos de la tarde, comenzamos una serie regular, continuada i exacta, la que duró hora por hora, i aun mas frecuentemente, hasta despues del solsticio de junio, abrazando un total de 765 observaciones en 38 dias seguidos. El 25 de junio de 1868 se suspendió la serie horaria, que nos habia dado excelentes resultados, i se continuó otra de tres observaciones diarias verificadas a las siete de la mañana, doce del dia i 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, la que aun hoi, 30 del mismo mes, continuamos. Desde mayo se observaron a la vez el declinómetro, el barómetro i el termómetro, teniéndose cuenta al propio tiempo de los vientos i del aspecto del cielo.

Antes de entrar en el estudio de las observaciones acumuladas en muchos meses, daremos una breve descripcion de los instrumentos, de su colocacion i de la manera de observarlos; pues, por una parte, siendo los primeros que nos hayamos ocupado en observaciones magnéticas seguidas en Quito, debemos abrir i señalar el camino a los que nos sigan; i por otra, es preciso que los inteligentes en la materia sepan nuestros medios de observacion i 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 I 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 a la vertical considerada en el plano del meridiano magnético: valor de la fuerza magnética en funcion de espacio, tiempo i peso. El primer elemento constituye la *declinacion*, el segundo la *inclinacion* i el tercero la *intensidad absoluta*. Todos tres siendo variables, exigen, despues del conocimiento de sus valores, el estudio de las leyes que rijen sus movimientos. Hemos considerado hasta el presente las variaciones de declinacion mas que las de intensidad e inclinacion.

Dos son los instrumentos de que disponemos para las observaciones magnéticas absolutas i diferenciales; un declinómetro i un inclinómetro. Para la colocacion del primero se ha procurado llenar todas las condiciones de estabilidad, aislamiento i uniformidad de temperatura; i creemos haberlas llenado, en gran parte a 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 estraña, i 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 a 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, i su posicion jeográfica es 0°14' de latitud meridional i 81° 5' de longitud occidental desde el Observatorio de Paris. Su altura sobre el nivel del mar es de 2,894 metros, i tiene el cráter del Pichincha a 4,000 kilóm. al Oeste.

*Declinómetro.*—Sobre una losa de mármol, larga de 0<sup>m</sup>6 (seis décimetros), ancha de 0<sup>m</sup>24, i gruesa de 0<sup>m</sup>040, se hallan fijas seis columnitas de cobre puro, de las cuales dos sostienen el alidada i microscopio del polo Sur, dos iguales el alidada i microscopio del polo Norte, i las dos restantes, cuya altura es de 0<sup>m</sup>27, llevan el círculo de torsion i el mecanismo de suspension del hilo. Este se compone de varias hebras de seda destorcida, las que, partiendo del eje superior i pasando por el centro del círculo, van a parar en una chapa de laton bien purificado. En esta chapa está adaptada la barra magnética, cuya longitud es de 0<sup>m</sup>499, cuyo grueso de 0<sup>m</sup>004, i ancho de 0<sup>m</sup>0145. Dos cajas de madera sólida i gruesa la defienden completamente de las influencias atmosféricas, i dejan ver al traves de dos láminas de vidrio los polos de la barra, provistos ámbos de su respectiva *mira* de marfil. Estas, que tienen 0<sup>m</sup>044 de largo i 0<sup>m</sup>015 de ancho, están divididas en 200 espacios iguales del valor de 0<sup>m</sup>0002 cada uno, i sirven para medir la am-

plitud de las oscilaciones de la barra magnética. Los microscopios tienen sus correspondientes retículas i micrómetros, dando estos hasta centésimos de milímetro. Para proceder a la observacion se mueven los microscopios por medio de un tornillo lateral hasta colocar la línea média (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, i para eliminar los errores de construcción, se observa en ámbos microscopios i se toma el medio de las dos indicaciones.

Para quitar la torsion del hilo se colocó una barra no magnética, casi idéntica a la de acero, en la chapa de laton, se dió vuelta al círculo de torsion i se leyeron las indicaciones de los micrómetros, las que marcaron un número igual a la desviacion média diurna. Esto relativamente a las observaciones diferenciales; pues para la determinacion de la declinacion absoluta, se procedió de la manera siguiente:

Sobre el arteson de la iglesia de la Compañía, a una altura de 20 metros sobre el nivel de la plaza de Quito, se tomaron los días 26 i 27 de junio de 1868 cinco alturas aparentes del sol por medio del teodolito i se corrigieron del error de la declinacion solar. Al Este se tomó el labio superior i al Oeste el inferior del disco.

Luego se colocó una barra de estaño i plomo, de iguales dimensiones con la de acero magnetizada (2) en la chapa i se destorció el hilo de seda hasta que el crucero de la retícula en ámbos microscopios viniese a tomar exactamente la direccion del meridiano terrestre. Seis observaciones verificadas desde las 8 i 50 minutos hasta las 10 i 15 de la mañana, i corregidas del error proveniente de la dilatacion (3) nos dieron mui 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 torsion coincidía con el meridiano terrestre, señalando el círculo  $277^{\circ} 40'$ ; los microscopios la division  $20^{\circ}$  de la escala de marfil; los micrómetros en término medio 25 milímetros i 78 centésimos de milímetro, i el termómetro una temperatura media de  $16^{\circ}$  centígrados.

Ese mismo día, 28 de junio, se quitó la barra de estaño i se puso en la chapa la de acero magnetizada (4); entablándose al propio tiempo una serie de observaciones magnéticas i termométricas, ejecutadas de 15 en 15 minutos. Desde las 4 de la tarde del 28 hasta la misma hora del 29 se

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

(3) Por cada grado de calor, la indicacion média de los micrómetros variaba de 0.04 milímetros en consecuencia de la dilatacion de la barra de estaño i plomo.

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

hicieron sesenta i tres observaciones, cuya média jeneral fué 22.29 milímetros para el declinómetro i  $13^{\circ} 8'$  para el termómetro. En consecuencia, la declinacion de Norte a Este en el polo austral de la barra, era de 36.08 milímetros, o en funcion de grados  $10^{\circ} 4' 56'' 48$  centésimos de segundo. (5)

Como la longitud de la barra magnética se mudó desde que se adaptó a las determinaciones de la declinacion absoluta, es preciso hacer una pequeña correccion en el primer resultado i poner  $10^{\circ} 11' 37''$ . Pero como para cada grado de torsion se tiene en segundos una desviacion de la aguja de  $0'' 96$  centésimos, es necesario multiplicar  $0'' 96$  por  $10^{\circ} 11' 37''$  i el producto añadirlo a la declinacion anteriormente hallada para obtener un resultado exacto. (6) Ejecutadas las operaciones, tendremos como último resultado  $10^{\circ} 11' 46'' 74$  para la declinacion absoluta de la aguja magnética en Quito el 29 de junio de 1868. El sentido de la desviacion es de Norte a Este.

El error proveniente de influencias extrañas debe ser insignificante, pues al determinar la declinacion absoluta, el aparato magnético se encontraba léjos de toda masa de hierro, excepto por el costado Sur, en donde se hallaban a la distancia de 16 a 18 metros las ligaduras de la cúpula del templo; ligaduras de ninguna importancia, relativamente a la declinacion, por ser en sí de poca magnitud i por hallarse ácia la prolongacion del meridiano magnético i no a los costados.

En cuanto a 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 a unos 50 metros ácia el Norte, i ántes cerca de 15 al NNO. Sin embargo, su influencia no nos es mui desventajosa para las observaciones diferenciales, porque, permaneciendo inmóviles, solo obran como meras causas perturbatrices constantes. (7)

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

(6) Desde la quinta observacion del 29 de junio, verificada a las  $8^h 45^m$  de la noche, se comenzó a medir la desviacion 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 milímetros i en el Sur 0.46 milímetros, siendo la mira del primero la division 19 de la escala de marfil, i la del segundo la 26 de la misma escala. Restando de 25.78 milímetros, média correjida de las indicaciones de la barra de estaño, 22.29 milímetros, média total de las de la aguja magnética, se obtienen 3.49 milímetros, cantidad que debe añadirse a los 33 milímetros que señalaban los ceros del vernier, al coincidir las bisectrices de las retículas de los microscopios con el meridiano terrestre, i tendremos 36.49 milímetros, los que multiplicados por 1006'', valor angular de cada cien cienmilímetros, darán la declinacion absoluta.

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

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, i  $a$  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  $mM \text{ sen. } e$ . Ahora bien, siendo  $e$  siempre mui pequeño, puédesse tomar el arco en lugar del seno; de donde, expresando a  $e$  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 destorsion completa es

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

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

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

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

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

La cantidad  $e - e'$  se lee en la escala i  $x - x'$  en el círculo de torsion. Hecho esto resultará el coeficiente de torsion.

Para encontrar el plano de completa destorsion, se sustituye en (a) el valor de  $\frac{a}{e}$ , tomado de la ecuacion anterior, el cual es  $\frac{a}{e} = \frac{mM}{T}$ . Hecho esto tendremos

$$x = e \left( \frac{mM}{T} + 1 \right) = P e.$$

$P$  expresa por brevedad todo el segundo factor 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  $mM$  i añadiendo a la chapa un peso adicional.

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

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

$$e = \frac{P' D}{P' - P}$$

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

$$x = \frac{P P'}{P' - P} D$$

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, i ademias el error no afectaria a las observaciones diferenciales.

OBSERVACIONES DIFERENCIALES DEL DECLINÓMETRO.

Siendo nosotros los primeros que emprendian observaciones seguidas del magnetismo terrestre en Quito, debiamos desde luego trabajar en conocer las leyes de las variaciones i las horas trópicas verdaderas de la aguja. Conseguimos descubrir esas leyes i conocer estas horas por medio de observaciones horarias hechas durante muchos días, i aun noches enteras; pero como es imposible ponerlas aquí todas, las compendiamos lo mas que nos sea posible.

Como se sabe, aunque desde mui antiguo se conociese la virtud magnética de la tierra, nadie ántes 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 Lowo, fueron realmente descubiertas en Lóndres por Graham en 1722; pero Canton fué quien en 1756 se acercó mucho al descubrimiento i leyes del período diurno. El P. Asclepi en Roma i Cassini en Paris, 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 oscilacion diurna de la aguja en nuestro hemisferio se verifica de Norte a Este: lo mismo fué observado por Freycinet en la isla de Francia i en Rawak en 1818. Duperry en 1822 i 1823 notó lo mismo en algunos otros puntos mas cercanos a la línea equinocial. Las observaciones de Gay, hechas en la zona tórrida, dan a conocer tres movimientos en la aguja: uno al levantarse el sol i con direccion al Este, otro ácia el Oeste cerca de la una de la tarde, i el tercero otra vez al Este cerca de las nueve o diez de la noche.

El P. Asclepi en 1762 fijó perfectamente las horas trópicas i el periodo diurno en su observatorio del colegio romano. En el estío halló que el mínimo matutino se verifica a las 7<sup>h</sup> 54 minutos de la mañana, i el máximo a las dos de la tarde, siendo la amplitud de la oscilacion 5' 7". En invierno no pudo obtener los mismos resultados por las muchas perturbaciones que tienen lugar en esa estacion. Fijó la declinacion absoluta ácia el Poniente en 16°; pero en sus observaciones habia algunas causas de error, las que hacen sospechosa esa determinacion. El P. Secchi la fijaba en 1659 i 1660 en 13° 42' 2" con mejores medios de observacion i con mucha mas exactitud.

Cassini, director del Observatorio de Paris en 1784, con un aparato dispuesto segun el método de Coulomb, (8) estableció el primero los prin-

(8) El instrumento de que usamos es el mismo de Coulomb, perfeccionado por Cassini i despues por Gambey.

cipios 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 ácia el Occidente, llegando a su máximo entre medio dia i las tres de la tarde. Esta hora varia segun las estaciones; 2.º Por la noche, excepto las perturbaciones extraordinarias, permanece inmoble; 3.º Al año tiene una excursion que en invierno es de 5' a 7' i en verano de 14' a 15'; 4.º La influencia de las auroras boreales sobre las oscilaciones periódicas, descubrimiento que falsamente se atribuyó despues a 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, i de la ninguna influencia de la cercanía del observador cuando la caja era bien sólida. Tambien notó que a las veces en los dias de mucho calor queda la aguja estacionaria, i que el mayor número de perturbaciones se verifica por la tarde.

Cassini demuestra tambien la influencia que tienen los equinoxios i solsticios sobre la aguja, e insiste acerca de la que ejerce el equinoxio 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 cuanto a sus trabajos sobre las perturbaciones, hablaremos despues; i de las variaciones anuales i seculares nada diremos por ahora, pues carecemos de datos para apoyar con nuestras observaciones en Quito las de aquel sabio italiano en Paris.

Humboldt, a su regreso a Europa de la América meridional, emprendió en 1806, en compañía del astrónomo Olmans, 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 i continuada por dos años enteros, ademas de haber confirmado los resultados de Cassini, descubrió un período nocturno i varias perturbaciones a 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, Posen, Moscow, Barnaul, Kertschinsk, Nicolajeff de Crimea i aun en Pekin de la China. Comprometió ademas al profesor Reich a que en las minas de Freiberg en Sajonia estudiase el declinómetro a 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 i del conocido fisico Weber.

Las observaciones, gráficamente redactadas por medio de curvas sinusoidales, hicieron ver que en lugares apartados unos de otros, como son el Haya, Gottinga, Berlin, Breslaw, Leipsick, Marburgo, Munich, Milan i 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 erijiesen 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 orden, tales como Herschel, Wheatston, Airy, Sabine, Wrottesly, Babbage, Lloyd i otros, quienes convinieron en establecer un sistema completo de observaciones para estudiar el magnetismo terrestre en sus tres elementos de fuerza, declinacion e inclinacion. Para realizarlo se erijieron 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 i vecino al polo magnético de intensidad austral; en el Cabo de Buena Esperanza, lugar oportuno a causa de las variaciones notables que las líneas magnéticas, isogónicas, isoclímicas e isodinámicas sufren al entrar en el continente africano, i en Santa Elena, cerca de la línea equinocial, punto mui 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 i otros paises. Simultáneamente con estos debian obrar los de Greenwich, Dublin, Kew, Paris i Malkestown.

El famoso astrónomo Arago, por su parte, emprendió con ardor el estudio de las variaciones diurnas, valiéndose de instrumentos perfectos; i ademas de la confirmacion de las leyes descubiertas por Cassini sobre el periodo diurno, halló las variaciones de la inclinacion i de la intensidad magnética. El P. Secchi, en su observatorio de Roma, hace ya algunos años, estudia con excelentes métodos, grandísima precision e 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 aquí algunos lijeros 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 periodo magnético al traves de un denso velo formado, ya por el cambio de vientos i crudeza de la estacion 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 i mas exacta, cerca del solsticio de junio. La actividad renovada en el Pichincha, despues de 204 años de aparente extincion, i alguno que otro temblor que sucedió despues, nos obligó a emprender esa nueva serie.

Ya, desde 20 de febrero de ese mismo año de 1868, se habia sentido un pequeño temblor a las 6 i 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 a las tres de la tarde, apareciendo por primera vez el mismo dia 22 a 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 1.º de junio, es decir, 70 dias seguidos, sin que la tierra nos aterrara con temblor alguno considerable. El 17 de mayo a la 1 i 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 a Este, desde la salida del sol hasta las siete de la mañana, poco mas o ménos, tocando en esa hora su máximo de declinacion; el segundo, de Este a Norte hasta las doce próximamente, hora, por lo regular, de su mínimo de declinacion; i el tercero, con el que, desde esa posicion, vuelve a dirigirse al Este, permaneciendo ordinariamente tranquila durante la noche. Tambien hemos notado que las tempestades de rayos no tienen influencia alguna sensible; que los dias serenos i puros, cuando hai fijeza en el tiempo, la marcha de la aguja es admirablemente regular. La amplitud de las oscilaciones varia de un dia para otro, i es menor entre el máximo de la mañana i el mínimo de medio dia que entre este i 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 a 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 i corregido segun el modelo del Observatorio de Paris. Reduciendo a cero las indicaciones, hemos podido seguir con exactitud su marcha, que es sumamente regular, i cuyas fluctuaciones sufren mucho ménos cambios que las del declinómetro. Segun nuestros últimos estudios, i despues de mas de mil

observaciones horarias, hemos advertido que de ordinario el barómetro a las nueve de la mañana toca a un primer máximo de altura; baja en seguida gradualmente hasta las cuatro de la tarde, o cerca, llegando entonces a su mínima depresion, vuelve a subir poco a poco hasta las nueve de la noche próximamente, entonces toca a su segundo máximo, menor por lo regular que el primero de las nueve de la mañana; i al fin baja de nuevo para tocar en su segundo mínimo entre las once i 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 a las veces estacionarios por una o dos horas, especialmente en las trópicas. Con la marcha de ese instrumento bien observado, se puede predecir la aproximacion de alguna tempestad o lluvia; porque anuncia su llegada con un rápido i notable descenso, durante todo aquel fenómeno permaneciendo inmoble. 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 a tres horas; i ademas el barómetro tiene un mínimo nocturno del que carece la aguja, estacionaria casi siempre por la noche. Sinembargo, la amplitud de las oscilaciones barométricas nocturnas es mui 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 pais de los elementos necesarios para la formacion de cuadros i para el trazo gráfico de las curvas barométricas i magnéticas, nos limitaremos a los máximos i mínimos diurnos, a la amplitud de las oscilaciones i a las horas trópicas, tomando solo los dias regulares i dejando para otra parte de esta memoria las anormales.

OBSERVACIONES DEL DECLINÓMETRO CERCA DEL SOLSTICIO.

Mayo de 1868.

Dia 19	1.	Máx.	21.16 mm.	Min.	20.91 mm.*	2	Máx.	21.00 mm.
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 dia, se modificaron las indicaciones del aparato, por causa de la mutuacion que hicimos en la escala de marfil. Ya se puede notar que el período magnético se acerca mucho al que los fisicos señalan a la electricidad atmosférica, i mas 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, equi-

vale a la 20.97 de la antigua. Además téngase presente, que como los microscopios voltean la imájen de la escala de marfil, los máximos de declinacion de Norte a Este están expresados por los números menores de la escala, i los mínimos por los mayores. En una palabra, en adelante al crecer la declinacion disminuirá la graduacion, i 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*	Min.	20.04 2*	Máx.	19.97*	milím.
28	-----	19.87	-----	20.11	(9)	-----	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 (10)	-----	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	-----	20.03	-----	19.95 *	
	14	-----	19.87	-----	20.09 *	-----	20.00	
	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<sup>h</sup> 50' de la mañana; tuvo sus horas trópicas regulares i una amplitud de 3' 18" 78

(9) Desde las doce del 28 de mayo se comenzó a 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. Asclepi para Roma en verano, i la excursion es menor en nuestra estacion de 2 a 3 minutos que en la del Colejio romano. Idénticos resultados de Cassini para 1791 en Paris. Los dias nublados tienen mucha menor amplitud magnética que los perfectamente puros; la causa de esto es el menor calor proveniente de una insolacion interrumpida.

(10) 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 a las dos de la tarde se quitaron nueve fusiles que se hallaban 7 metros ácia el Norte, tras una pared, i entónces se notó mayor amplitud en la desviacion de Norte a Este.

arco recorrido desde las 7<sup>h</sup> 5' de la mañana, hora del máximo, hasta las 11<sup>h</sup> 30', hora del mínimo. Desde entónces hasta las 7<sup>h</sup> 30' de la tarde, hora de su segundo máximo, la amplitud de la oscilacion fué 2' 17". Ese mismo día el barómetro tuvo a las 9<sup>h</sup> su primer máximo (548.00), a las 4<sup>h</sup> 18' tarde, su primer mínimo (545.58), i a las 9<sup>h</sup> 15' noche, su segundo máximo (548.10).

El 27 de mayo se retardó el máximo matutino hasta las 9, i el mínimo hasta las 3<sup>h</sup> 30' tarde, siendo la excursion 4' 17" 62. Desde las ocho hasta las 11 de la noche, apénas 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 1.º de junio 3' 13". Por la noche, estacionaria. La excursion del 2 de junio fué 4' 18". De las siete de la noche del 2 a las cuatro de la mañana del 3, recorrió la aguja 51". El 4 la amplitud es 3' 35" 50, i ántes del mínimo se observó una parada de casi una hora.

La excursion del 5 fué mui notable, 6' 2", i de las 12 a las 7 recorrió 3' 26" 88. De las nueve de la noche del 5, a las seis de la mañana del siguiente día, 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, i hasta las 5, o un poco ántes, se retardó el mínimo.

El 8 de junio por la noche se dió principio a las observaciones semi-horarias, que duraron sin interrupcion alguna de día i de noche hasta el 13. Ese día el mínimo se adelantó casi dos horas, i la desviacion de Norte a 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", i desde las nueve 2 minutos, hasta las doce de la noche, estuvo nuevamente quieta. De esa hora a las dos i media de la mañana del 9, apénas osciló de uno a tres centésimos, es decir, de 8" a 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 día 4' 1"; lo que da por 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 a decrecer a las 6<sup>h</sup> 20', i tocó en el mínimo a las 12, recorriendo un arco de 4' 27" 26. Durante la noche la oscilacion fué mayor que en las anteriores. El tiempo que un día ántes habia sido triste i algun tanto lluvioso, desde las cinco de la tarde del día 10 se despejó, para permanecer bello i espléndido hasta el medio día del 11, en que las oscilaciones fueron mas regulares que las del anterior. Ambos días, 10 i 11, marchó regularmente el barómetro, verificando su primer máximo cerca de las nueve de la mañana; su primer mínimo cerca de las cuatro de la tarde; su segundo máximo cerca de las nueve, i su segundo mínimo a las 11<sup>h</sup> 15' de la noche. La amplitud de sus oscilaciones por

ser tiempo cubierto, fué menor durante el día que durante la noche, en la que recorrió 2, 10 milímetros. De las seis de la tarde hasta la media noche del 11, la aguja apenas osciló 17" 24, i el 12 quedó estacionaria despues de la caída del sol.

El 13 el ciclo amaneció despejado i hermoso; pero cubriéndose desde las dos de la tarde, principió a las tres una lluvia seguida hasta las seis 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 i la noche, apenas se apartaron de las normales. El 13 en la alta noche, que fué bellísima, creció notablemente contra lo normal la oscilacion magnética. De las 9 de la noche hasta las seis de la mañana del siguiente día recorrió 1' 12". Tal vez ese crecimiento anunciaba el cambio de tiempo. Con la lluvia bajó el barómetro i se paralizó la aguja de 3 a 5 de la tarde.

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

El 16, de seis a ocho, aguja inmoble, i de ocho a once, rápido descenso precursor del cambio de tiempo; el período se acertó mucho i en proporcion creció la excursion. Lluvia a las dos i las cuatro. El 17, depresion extraordinaria en la oscilacion magnética i tránsito de sereno a cubierto. El 16 i 17, barómetro regular i descenso ántes de la lluvia. Iguales fenómenos el 18. El 19, excursion magnética normal, barómetro alto i adelantado en sus horas trópicas diurnas, tiempo bello i constante. El cambio, pues, de tiempo tiene una influencia marcadísima sobre el declinómetro i barómetro.

El 20, día sereno i hermoso, noche oscura i lluviosa; el descenso nocturno del barómetro anunció la lluvia del amanecer. Declinómetro alto a las 9<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> de la noche. El 21, solsticio de Cáncer a las 5<sup>h</sup> 49<sup>m</sup> de la tarde, tiempo medio de Quito; se retardó el máximo de la mañana en el declinómetro, acertándose el período i aumentándose la desviacion; tiempo sereno i fijo, barómetro alto i normal.

Los días 22 i 23, tanto el declinómetro como el barómetro mui regulares, excepto el 23 en que la hora trópica del segundo se adelantó mucho. Tiempo bueno i fijo, excepto el 22 que se cubrió despues de medio día. El 24 ámbos instrumentos mui regulares, aunque exajerados; el declinómetro en gran desviacion i el barómetro en gran depresion.

## AMPLITUD I PERÍODOS MAGNÉTICOS.

Mayo de 1868.

Dia	19 amp. mat.	3'44''	amp. vesp.	1'27''	per. mat.	5 hor.	per. vesp.	7 hor.
20	-----	6.10	-----	3.26	-----	5	-----	8
21	-----	16.01	-----	14.04	-----	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	-----	2.04	-----	1.44	-----	5	-----	10
31	-----	2.38	-----	2.04	-----	5	-----	8

Segun el P. Asclepi, para Roma, la excursion matutina es de 5' 7'' en estío i las horas son 7<sup>h</sup> 54 minutos para el máximo i 2 de la tarde para el mínimo. En Quito es al reves; en los dias serenos, i aun en todo el año con pocas excepciones, el máximo se verifica a las siete i el mínimo a las doce del dia.

Junio de 1868.

Dia	1 amp. mat.	2'13''	amp. vesp.	2'04''	per. mat.	5	per. vesp.	8 hor.
2	-----	4.18	-----	1.20	-----	5	-----	6
3	-----	2.36	-----	anómala *	-----	8	-----	0
4	-----	3.35	-----	1.25	-----	6	-----	7
5	-----	6.02	-----	3.27	-----	5	-----	6
6	-----	4.44	-----	3.20 *	-----	6	-----	8
7	-----	6.03	-----	1.12	-----	5	-----	6
8	-----	6.19	-----	0.26 *	-----	2	-----	10
9	-----	3.35	-----	2.18 *	-----	4	-----	5
10	-----	4.27	-----	1.20	-----	6	-----	9
11	-----	4.01	-----	0.50	-----	7	-----	4
12	-----	3.01	-----	1.20	-----	5	-----	6
13	-----	3.18	-----	0.52 *	-----	6	-----	4
14	-----	3.09 *	-----	1.21 *	-----	8	-----	3
15	-----	2.35	-----	anómala *	-----	5	-----	5
16	-----	6.02	-----	1.59	-----	4	-----	5
17	-----	5.53	-----	3.00	-----	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	-----	4.01	-----	1.24	-----	6	-----	8
24	-----	5.53	-----	2.00	-----	5	-----	7

La señal \* indica los dias mui perturbados. Como puede advertirse, la amplitud siempre es mayor por la mañana que por la tarde; tambien en los dias cálidos i despejados es mayor que en los frios i cubiertos. Ordinariamente las perturbaciones tienen lugar por la tarde. Exceptuando

el 21 de mayo, en que tememos haya habido un error de observacion, la máxima amplitud matutina tuvo lugar el 8 de junio, i la mínima el 30 de mayo; la mayor amplitud vespertina es la del 17 de junio, i la menor la del 18 del mismo mes. Solo una vez la tension magnética fué tal que no hubo período diurno; i esto sucedió el 3 de junio, cuando el Pichincha dejó de arrojar humo.

La amplitud média de la oscilacion matutina del declinómetro en los 38 dias seguidos de observaciones horarias, se puede fijar en 4' 12"; la média de la vespertina es 1' 62". El periodo matutino mas frecuentemente es de cinco a seis horas, i el vespertino de 7 a 9; en este segundo se nota mas irregularidad que en el primero, con respecto a los límites de su duracion.

#### OBSERVACIONES MENSUALES.

Daremos una rápida ojeada sobre los meses trascurridos desde setiembre de 1867 hasta el mismo mes de 1868, tomando de ellos los caracteres magnéticos mas pronunciados, 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 mui seco, bello i despejado, de una temperatura i presion medias, sus vientos dominantes los del NE, su evaporacion mui considerable, i los cambios de tiempo que en él se verificaron mui poco frecuentes. Las calmas, como de ordinario, numerosas la mañana i la noche. El mismo mes considerado magnéticamente ofrece los caracteres siguientes: 1.º 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", i el recorrido por el máximo de la noche 4' 53". 2.º La mayor amplitud matutina entre el máximo i el mínimo mensuales fué 5' 56"; la mayor excursion vespertina mensual 12' 4". 3.º Al terminar el mes, el cambio de tiempo fué anunciado por un aumento en la declinacion diurna, proveniente de haber bajado mucho el mínimo. 4.º La máxima de la excursion matutina diurna fué 6' 10"; la de la vespertina 3' 18"; la mínima de aquella 8", i la de esta tambien 8", pudiéndose fijar la amplitud média matutina en 3' 9", i la vespertina en 1' 48".

Adviértase que las horas escojidas para la triple observacion diaria, no eran adecuadas por no ser las trópicas del declinómetro; sinembargo, les estaban mui próximas, pues eran las 6 m. 2 t. 9 n. siendo las verdaderas 7 m. 12 d. 9 n. Nótese así mismo que en los dias vecinos al equinoxio la deviancion era mayor de Norte a Este, causando 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, lluvioso, de baja temperatura i presion barométrica, i cuyos vientos luchaban del NE. i SO; en la tercera, despejado i sereno, seco, de una

temperatura i presion medias, i cuyos vientos dominantes fueron los del NE. Considerado bajo el punto de vista magnético presenta los siguientes fenómenos: 1.º Durante el mes, el máximo de declinacion recorrió una escala cuya amplitud fué de 1' 25"; el mínimo otra, cuya extension 2' 43" i el máximo vespertino otra ámplia de 1' 9". 2.º El arco comprendido entre el mayor máximo de la mañana i el menor mínimo mensuales fué de 5' 10", i el abrazado por este mínimo i el máximo de la tarde 3' 52". 3.º La mínima excursion diurna matutina fué de 8", i la máxima de 2' 45"; la mínima vespertina 8" i la máxima 9' 32"; la media será 4' 49". 4.º En los seis últimos dias, bellos, serenos i secos, fué mui corta por la mañana la deviancion i mui grande por la tarde; perturbacion tal vez debida a los fuertes vientos del NE. que mudaron completamente el tiempo de nublado i lluvioso en seco i despejado.

*Noviembre*—Casi idénticos caractéres meteorológicos con el anterior; en cuanto a los magnéticos tenemos: 1.º Arco recorrido en el mes por el máximo de la mañana 2' 18", por el mínimo 7' 37" i por el máximo de la tarde 2' 26". 2.º Distancia al mes del mayor máximo al menor mínimo en la mañana 1' 54" i en la tarde 6' 37". 3.º 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 i lluvioso. Otro nuevo argumento para conocer cuánta influencia tienen sobre la aguja las corrientes termo-eléctricas desarrolladas por la grande intensidad de los rayos solares. De ahí viene la conexion íntima que existe entre los temblores i las grandes devianciones de la aguja magnética.

*Diciembre*—En este mes desaparecen casi enteramente las lluvias, la sequedad del aire es mui considerable, como tambien la evaporacion, la temperatura bastante elevada (27º), la presion atmosférica mayor que en los anteriores, los dias son hermosos i despejados i los vientos dominantes los del NE. Los caractéres magnéticos son: 1.º Excursion mensual del máximo 1' 52", del mínimo 1' 43", del máximo vespertino 1' 26". 2.º Arco interpuesto entre el mayor máximo i el menor mínimo en la mañana 1' 52" i en la tarde 3' 2". 3.º Amplitud mínima matutina 0' 12", máxima 2' 18", mínima vespertina 0' 2", máxima 2' 14", media del mes. 4.º El máximo de la mañana aparece menor, porque habiéndose hecho la observacion a las 6 i no a las 7, que es la hora propia, i siendo mui regular i fijo en tiempo sereno i despejado, no se tomó el verdadero extremo de la oscilacion.

*Enero de 1868*—Quince veces lluvia por la tarde o por la noche, presion i temperatura mui inconstantes, ménos sequedad, ménos evaporacion que el anterior i una notable variabilidad en los vientos, forman los caractéres principales meteorológicos de este mes. En cuanto a los magné-

ticos tenemos: 1.º Arcos recorridos al mes por el máximo 2' 12", por el mínimo 2' 35", i por el máximo de la tarde 0' 34". 2.º Distancia del mayor máximo matutino i del menor mínimo 1' 26", distancia del mayor máximo vespertino i del menor mínimo 2' 35". 3.º 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 média 1' 35". 4.º Los extremos de la oscilacion máxima de la mañana i los de la mínima son en enero mucho menores que en los precedentes, debiéndose esta disminucion, o a la mayor distancia del sol al Ecuador, i consiguientemente a su menor intensidad calorífica, disminuida aun por causa de los días nublados i lluviosos anteriores; o tambien al haberse verificado en este mes con mas regularidad la oscilacion diurna, sucediendo los máximos i mínimos, no a las 6 m. i 2 t, sino a las 7 m. i 12 d, como acontece normalmente.

*Febrero*—Sumamente húmedo, lluvioso i 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 a las seis de la mañana, cesa el decremento del máximo, i vuelve a crecer el arco ácia el Este, indicando mayor intensidad magnética. La excursion en este mes fué 3' 2" para el máximo, 4' 5" para el mínimo i 0' 52" para el máximo de la tarde; la oscilacion máxima de la mañana 2' 35" i la mínima 0' 0", la máxima de la tarde 3' 12" i la média 4".

*Marzo*—Húmedo, lluvioso i variable como el anterior. Equinoxio de primavera—Sale el sol a las seis de la mañana o algunos minutos despues, lo que se verifica desde enero hasta agosto inclusive, o algunos minutos ántes desde este mes hasta fines del año. En marzo comenzó el Pichincha a hacer sus detonaciones el 19, i a arrojar humo el 22. Desde entónces creció notablemente la deviacion de la aguja ácia el Este i se disminuyó el arco recorrido a 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 meteorolójicos.

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

*Mayo*—Idéntico al anterior en sus caracteres meteorolójicos i magnéticos, hasta el 18 en que se comenzaron las observaciones diurnas de que dimos cuenta al hablar de las oscilaciones horarias. El 17 a la una i 30 minutos de la tarde se sintió un temblor lijero, cuya direccion fué de Sur a Norte.

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

*Julio*—En este mes sumamente seco, despejado i hermoso, llovió solo tres veces i poco, dominaron los vientos del Este i del Nordeste, la temperatura se mantuvo constantemente alta en su máximo i mui baja en su mínimo i la presion atmosférica mui considerable. En cuanto a los caractéres magnéticos, los que ya podemos presentar con mucha exactitud, por haberse hecho las observaciones a la hora debida i con grande escrupulosidad, diremos que la declinacion matutina se conservó en todo el mes mui amplia, teniendo por máxima en la primera década 7' 2", en la segunda 5' i 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 i varias otras solo tuvieron una amplitud de 10", a 30". Durante el mes la aguja recorrió un arco de 9' 13", completamente anormal. Como se ve, el declinómetro presajiaba 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, mui alta presion barométrica, calores desmedidos, en que el termómetro subió a 26° i 27°, i la víspera del terremoto a 29° 5! Nótese que la temperatura elevóse a 27° desde el 12, víspera del cataclismo del Perú. La pureza del cielo fué extraordinaria hasta el 13 por la noche, permaneciendo constantemente despejado i limpio, lo que nunca ha sucedido; desde el 13 hasta el 16 se anubló por la noche; desde varios dias ántes, a mañana i noche, en lugar de las calmas ordinarias sopló constantemente el Sudoeste, a las veces mui violento por la noche; entre dia se alternaban el Nordeste i el Sudeste. La víspera del terremoto se cubrió repentinamente el cielo, i a las tres de la tarde cayó a torrentes una copiosa lluvia acompañada de granizo, de vientos arremolinados, de truenos i rayos. Dspues de la lluvia siguió cubierto el cielo i sopló de noche un Sudoeste, cuya fuerza era de cuatro metros por segundo.

Esta primera mitad de agosto ofrece fenómenos magnéticos mui interesantes. En efecto, cinco dias carecen de período diurno, i fueron el 6, 8, 9, 12 i 15; el 2, solo tuvo 10" de amplitud vespertina; los dias 5, 11, 13 i 14, aunque tuvieron período, este se verificó fuera de los límites ordinarios, permaneciendo la aguja mui desviada al Este; fenómeno que se advirtió tambien en los últimos ocho dias de julio. Si exceptuamos el 1.º de agosto i el 10, dia en que se sintió un corto temblor a las 6<sup>h</sup> 30 minutos de la mañana, en todos los demas no volvió la aguja a tocar el extremo occidental, que ántes ordinariamente tocaba, sino que permaneció mui 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 periodo, pero bastante ácia Oriente. El 12, vispera del cataclismo del Perú, se manifestó enormemente desviada al Este por la mañana; a las doce habia retrocedido 4' 20" 60 i careció de periodo diurno. El 13 a la mañana grande desviacion oriental, aunque menor que la del anterior en 40", tuvo periodo, pero mui al Poniente, i recorrió la mañana 5' 11" en su regreso ácia el Oeste. El 12 por la tarde anduvo 1' 10" i el 13 solo 1'. El 14, dia de fuertes temblores en Bolivia i Chile, descargada ya en gran parte la tension magnética en el terremoto del Perú, hizo desviar la brújula 2' 21" ménos que el 12, i 1' 11" ménos que el 13; el periodo diurno, aunque bastante al Este, se verificó ménos anormalmente, recorriendo 2' 1" por la mañana i 50" por la tarde. El 15, vispera de nuestra catástrofe, presentó el declinómetro idénticos fenómenos con los del 12. En efecto, ofreció gran desviacion ácia el Este por la mañana; 4' 20" 60 de amplitud matutina; falta de periodo diurno; 50" 30 de amplitud vespertina decreciente contra lo ordinario; i una fuerte tension magnética, porque en lugar de volver del Este al Oeste, desde las siete de la mañana hasta las doce, como de ordinario sucede, a medio dia siguió caminando al Occidente i duró así toda la tarde, tocando a las nueve de la noche en un punto colocado todavía mui al Oriente.

La inspeccion, pues, i el estudio detenido de los fenómenos magnéticos ocurridos un mes ántes del terremoto del 16, prueba de una manera evidente: 1.º que el estado eléctrico (11) del globo se encontraba en una grandísima tension; 2.º que esta fué acusada por la aguja con sus muchas anomalías; i 3.º que, atendidos estos fenómenos i los meteorolójjicos de esos dias, tiene un robusto fundamento la opinion emitida por nosotros anteriormente, de que el terremoto habia sido causado por las corrientes termo-eléctricas, producidas en virtud de la grande intensidad de los rayos solares cerca del equinoxio; corrientes que a su vez pudieron inflamar los gases elaborados por el fuego subterráneo en el espacio de muchos años i que se

(11) El reciente descubrimiento del R. P. Secchi acerca de las corrientes telúricas que circulan en los hilos telegráficos, ha venido a enlazar íntimamente la teoría de las variaciones del magnetismo terrestre con las de la electricidad. En efecto, las corrientes telúricas, es decir, las corrientes eléctricas que se desarrollan en el interior de la tierra, tienen períodos diurnos i oscilaciones análogas a las del magnetismo; se perturban en los dias borrascosos i de anomalías para la aguja, i varían de una estacion a otra. El magnetismo, pues, concluye el ilustre profesor del Colejio Romano, varía en proporecion con las corrientes telúricas. Además, inmediatamente despues del terremoto se advirtió un desarrollo enorme de flúido eléctrico en la atmósfera; así, en Moquegua (Perú), al pasar la mano por el cabello, o al sacudir la ropa, se desprendian chispas con mucha abundancia; así tambien en Quito i otros puntos se notaron algunas luces mui brillantes que surcaban el aire de un punto a otro del horizonte.

hallaban acumulados en las cavidades inmensas de la cordillera de los Andes. (12)

Otros diversos argumentos vienen a corroborar el precedente. Entre los muchos terremotos, cuya memoria nos conserva la historia, i cuya fecha hemos podido encontrar, se cuentan 25 sucedidos en los equinoxios; los demas, fueron ocasionados por volcanes o desplomes. No dudamos que todavía habrá un gran número, que no hemos podido recojer, i cuya fecha confirmaria nuestra suposicion. (13) Ademas, los ruidos subterráneos, mu-

(12) No creemos fundadas en datos positivos las teorías de los señores Delisser i Caibano. El primero, quien atribuye los temblores a la influencia de la luna, debería explicar: 1.º por qué las catástrofes de agosto no se verificaron a lo largo de la extensa zona que recorrió aquel astro en su mayor perijeo, sino esporádicamente? 2.º Por qué primero al Sur del Perú i despues al Norte del Ecuador, cuando parece debía ser viceversa? 3.º Por qué se limitaron a solo la América meridional i no al Asia, a la Oceanía i a la parte oriental del África, lugares en donde era visible el eclipse total de sol del 18 de agosto, cuando la misma i aun mayor razon habia para que aquellos paises experimentasen idénticos movimientos? 4.º Por qué hubo tanto desarrollo de electricidad i tantas perturbaciones magnéticas? 5.º Por qué todos los fenómenos meteorológicos se alteraron, causando una grande acumulacion de flúido eléctrico? 6.º 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; i cómo, obrando en el mar poco a poco i por períodos determinados o mareas, en la tierra lo hizo tan brusca i repentinamente? Ademas, si fuera así, el año 585 ántes de Jesucristo i el 1433 de nuestra era, épocas en que se registraron por Tales de Mileto i por los astrónomos de Escocia idénticos fenómenos celestes a 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 del señor Caibano, que atribuye el terremoto a la ebullicion de las aguas subterráneas, ademas de ser local, no explica por qué los terremotos son casi exclusivos de los paises volcánicos, siendo así que la ebullicion se puede producir por todas partes; ni se puede aplicar a 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 es en tanta abundancia para perturbar el magnetismo terrestre a la vez en remotas rejiones, como lo hicieron los terremotos del 13 i 16, segun las observaciones del R. P. Cappelletti en Chile i las nuestras en el Ecuador; i 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 i del Cotopaxi? i por qué los cataclismos de agosto sucedieron precisamente cuando por todas partes, en Chile, Ecuador, Estados Unidos, Europa, &,\* los calores i la sequedad del aire eran tan considerables i extraordinarios?

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

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

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

chas veces oídos; los fenómenos luminosos i eléctricos que tuvieron lugar ántes i despues del terremoto, los cuales muchas personas afirman haber visto o experimentado; las corrientes, probablemente de gas, que salian de las grietas abiertas por el terremoto; i finalmente, el espantoso e instantáneo movimiento de trepidacion i 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 i cieno i desgajó las cumbres de elevadas colinas, cuyos escombros arrastrados por las avenidas de lodo, llevaron el terror i la desolacion por todas partes, destruyendo completamente una de las mas fértiles i pintorescas provincias del Ecuador, i sepultando bajo los escombros de innumerables casas cerca de 20,000 personas de solo Imbabura, dejándose sentir por el Sur hasta Guayaquil i por el Norte hasta el Estado del Tolima en la Nueva Granada; todo esto, digo, viene a dar una palmaria confirmacion a la hipótesis que atribuye el terremoto a 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 o, a desplomes interiores, consecuentes al estado de ruina en que con el primer movimiento, quedaron los senos de los Andes, i esta es la opinion del señor Boussingault; o tambien a las explosiones sucesivas que en menor escala se han ido produciendo; lo que es mui verosimil si se atiende a las cantidades de gas que despues del terremoto quedarian encerradas en ese laberinto inextricable de cavidades i conductos que forman las entrañas de la cordillera.

Si en pequeño se reprodujese, i en circunstancias análogas, lo que en gigantesca escala sucedió el 16 de agosto a la 1<sup>h</sup> 40 minutos de la mañana, no dudo que los efectos serian idénticos, aunque comparativamente mui diminutos. (14)

El terror i dispersion causados por el terremoto nos privaron de una persona adecuada que continuase las observaciones durante nuestra expedicion a 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 bellísimo i espléndido; la atmósfera pura, el cielo despejado, el aire seco, la temperatura i la presion barométrica mui elevadas.

Dos dias ántes de la entrada de la estacion lluviosa, el 18 de setiembre, dimos principio a otra serie de observaciones magnéticas horarias. Consignaremos aquí los principales resultados. Hemos tenido cuidado de

(14) Los que desearan tener un conocimiento circunstanciado de los estragos producidos por el terremoto del 16, pueden leer los partes que dirijimos 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.

observar paralelamente el declinómetro, el barómetro, los vientos i el estado del cielo. Desgraciadamente, durante nuestra ausencia i en medio de la confusion i ruinas esparcidas en Quito, i especialmente en el Colejio Nacional, por el terremoto, mudaron la posicion del declinómetro, siéndonos, en consecuencia, imposible conocer el efecto producido en la brújula por aquel espantoso cataclismo. Sinembargo, ántes de que el aparato hubiese sufrido ningun cambio hicimos cinco observaciones, que nos dieron un retroceso mui considerable ácia el Oeste del ángulo de deviancion; a saber: de 20' 47" a las nueve de la mañana; de 22' 8" a la una del dia (média de dos observaciones), i de 19' a las tres de la tarde.

#### PERTURBACIONES MAGNÉTICAS.

Ademas de los fenómenos regulares observados en la marcha de la oscilacion magnética, hai otros que aparentemente no siguen lei alguna, siendo por esto conocidos bajo el nombre de perturbaciones. Celsius en Suiza, i Graham en Inglaterra fueron los primeros que, durante el primer tercio del siglo XVIII, observaron los movimientos irregulares de la aguja. A fines de 1700, Cassini en Francia, estudiando las mismas anomalias, dedujo: 1.º que las auroras boreales, las nevadas, las nieblas i aun los vientos del Este son las circunstancias que mas acompañan las perturbaciones; 2.º que estas producen en la aguja una deviancion anulada solo por otra en sentido contrario; 3.º que en los meses de invierno son mas frecuentes por la mañana i la tarde; i 4.º que un cambio notable de tiempo es acompañado i aun con frecuencia predicho por las perturbaciones magnéticas.

Humboldt al principio de este siglo observó tambien en Prusia frecuentes oscilaciones rápidas i anómalas, a las que dió el nombre de *temporales magnéticas*. 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 aún. Este mismo sabio en las riberas del Sena i Kupffer en Kasan, ácia la desembocadura del Wolga, notaron que las perturbaciones eran isocrónas, no obstante la distancia de mas de 940 leguas que los separaba. (15)

(15) 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 i 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 a sistemas de corrientes eléctricas moleculares; Arago inventa los imanes artificiales; i las solenoides demuestran, que cualquier cuerpo rodeado de corrientes de electricidad puede funcionar como iman, evidenciando así la identidad de las corrientes eléctricas i magnéticas sospechada por los antiguos, especialmente por Beccaria; el mismo Arago descubriendo el magnetismo de rotacion, reducido despues por Faraday a la sola induccion electrodinámica, hizo ver la inmensa esfera a que se extendia la fuerza magnética; Seebeck, hallando en 1821 las corrientes termoeléctricas, arrojó una esplén-

Sabine descubrió una variación anual, independiente de las estaciones i proporcional a la distancia perijea del sol; Lamont, Wolf i el mismo Sabine advirtieron otra de cerca de diez años, la que, parece, coincide con el período de las manchas solares. La luna tiene también una pequeña influencia sobre la aguja, según afirma Sabine i admite el R. P. Secchi.

Pasaremos a exponer las más notables perturbaciones que hemos podido observar. Ya hemos hablado de las que precedieron a las catástrofes del 13 i 16 de agosto; restan, pues, las de mayo, junio, setiembre i octubre de 1868. Ordinariamente se han verificado por la tarde, como también observó Cassini en París i el P. Secchi en Roma. Así, el 28 de mayo hubo una que duró desde las 3<sup>h</sup> 47' de la mañana hasta las 9<sup>h</sup> 15' de la noche; en ella se ajitó la aguja i no fué descendiendo en línea recta, sino en zigzag, i además de acompañar a la lluvia, a los rayos i truenos, también los precedió. El 30 hubo otra durante una hora, de 5 a 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 i truenos; el 3 desde las 8.20 de la mañana hasta las 6.19 de la tarde, en que se verificó el mínimo grande de perturbación debida al cambio de tiempo de sereno en nublado; el 4 por la mañana una muy pasajera; el 5 a las 2 de la tarde i a las 7 de la noche otra con agitación; el 6 otra de 3 a 9 de la noche; también el 7, de 6 a 10, por el cambio de claro en nublado. El 8 se dilató el mínimo hasta las 5 de la tarde i hubo cambio de cubierto en claro; el 9 se adelantó el mínimo a las 10 de la mañana, después hubo perturbación i cambió el tiempo; el 10 por la tarde otra, i cambió de nublado en sereno; el 13 larga perturbación i cambio de tiempo; el 15 se adelantó el máximo una hora, i la marcha se hizo muy lenta, ajitándose desde las 7.50 de la mañana por causa de una aurora boreal, que se dejó ver durante más de hora i media antes de medio día; el cielo se hallaba entonces cubierto de Norte a Sur de hermosas estrias de bellísimos cirros. Después del mínimo, verificado a las 10.45, hubo una marcha ascendente con dos notables perturbaciones; la primera de las 12.23 minutos a las 3.24 creciente, i la segunda de las 4.20 a las 6.43 decreciente.

did a luz sobre los fenómenos magnéticos terrestres i sus variaciones. Durante esa misma época los grandes viajes por mar i tierra, emprendidos a expensas de Francia, de Inglaterra i de Rusia, dieron por resultado el conocimiento de los sitios del globo sin declinación e inclinación, la confirmación de las líneas isoclimáticas e isogónicas i el descubrimiento de las isodinámicas. Así mismo, por entonces, Hansteen, Duperrey, Sabine, Foster, Herman, Kupffer, Fuss i otros muchos estudiaron la fuerza magnética de la tierra en jeneral, i también sus variaciones periódicas; el célebre Gauss dió en 1833 su importante teoría para hallar la intensidad absoluta de la fuerza magnética; e inventando el *magnetómetro bifilar*, dió a conocer el modo de determinarla, según su componente horizontal; Kupffer encontró el primero en esa misma época un modo muy delicado para hallar las variaciones de la inclinación, aunque el instrumento que hoy sirve ordinariamente para obtener las de la fuerza vertical, es debido al profesor Lloyd de Dublin.

El 17 de junio, i ántes el 16, perturbaciones cortas por la tarde a causa del cambio de tiempo i de la lluvia; el 18 i siguientes hasta el 26 pequeñas perturbaciones por la tarde, precediendo o acompañando los cambios de tiempo. Durante el mes de junio fué mui 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 a 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. Asclepi, de Humboldt, de Arago i del P. Secchi, obrando el magnetismo por todas partes con una analogía pasmosa.

Los meses de setiembre i octubre ofrecen muchas i 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 i medio de verano. El 18 comenzamos nuestra nueva serie de observaciones horarias; el tiempo era bellissimo i la marcha de la aguja mui regular. El 19 bajó muchísimo de Este a Oeste, teniendo 6' 46" de amplitud matutina entre el máximo de las 7 m. i el mínimo de las 12, i 4' de amplitud vespertina de 12 a 7 de la noche; la presion i la temperatura eran mui altas: el barómetro perfectamente regular, marcaba 547.77 mm. a las 9 m, 545.69 a las 4 t. i 547.90 a 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 i recorrió de Oeste a Este en 13 horas 13' 28"! quedándose en adelante mui inclinada al Oriente. La perturbacion de la una de la tarde anunció la corta lluvia siguiente; i la enorme desviacion con el completo trastorno del 20, si no son debidos a alguna causa desconocida, parece, haber anunciado la entrada de la estacion lluviosa que principió al otro dia. (16) El barómetro siguió mui regular, aunque mas bajo i ménos amplio en sus oscilaciones; el cielo de sereno pasó a cubierto, los vientos soplaron con bastante inconstancia i el higrómetro de cabello marcó 74 dentro del Observatorio.

El 21 tuvo todos los caractéres de un dia lluvioso, a saber: denso velo de nubes, vientos variables, presion atmosférica baja, humedad i copiosa lluvia por la tarde. Tanto el barómetro como el declinómetro perfectamente regulares, si no es que el máximo del segundo se retardó una

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

hora a la mañana. Amplitud matutina 4' 17", vespertina 2' 5"; períodos, 1.º 4 horas, 2.º 7 horas.

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

El 23 se ostentó descubierto i sereno hasta despues de medio día; a las 2 de la tarde violenta tempestad de rayos sobre Quito; barómetro i declinómetro dormidos; los vientos, como los días anteriores, a la mañana i a la noche en calma, durante el día, primero SE i despues NE. Amplitudes: 1.ª 1' 46", 2.ª 25"; períodos, 1.º 4 hs., 2.º 5 hs.

El 24 tanto el barómetro como el declinómetro anómalos; sigue el mal tiempo. Las trópicas se adelantaron mas de una hora para la aguja, i el mínimo barométrico cerca de dos por causa de la lluvia. Amplitud matutina 4' 47", vespertina 3' 53"; períodos, 5 hs. i 6.

El 25, despejada la mañana, i cubierta la noche; viento NE; barómetro regular, aunque bajo; declinómetro media hora adelantado en su máximo i mínimo. Excursión 1.ª 3' 33," 2.ª 2' 7"; los mismos períodos que ayer.

El 26, sereno primero i 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. i 543.23 mín.); el declinómetro durante la noche anterior, en lugar de permanecer inmóvil, como de ordinario, corrió de Este a Oeste hasta las 10.45 minutos de la mañana del 26 5' 41"; luego repentinamente retrocedió ácia 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 a las 8 de la noche en que soplaba el NE; hasta medio día, viento SO, despues calma toda la tarde. Barómetro mui alto (548.30 máx. i 545.80 mín.); declinómetro por la mañana lento i adelantado dos horas en el mínimo. Amplitud mat. 2' 42", vesp. 2' 10"; períodos 3 i 8 horas; humedad 79 del higrómetro de Saussure.

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

El 29 hubo regularidad en el período, si no es que el máximo matutino se adelantó a las 5<sup>h</sup> 10 m. i fué mayor la segunda amplitud (1' 47" i 2' 33"). El barómetro alto i retardado en su primer obra trópica.

El 30, como el 28, irregular en sus caractéres magnéticos, pues no hubo período, i el ángulo creció de Oeste a Este todo el día hasta las 9 de la noche, recorriendo así un arco diurno de 4' 1". Lluvia por la tarde, tiempo cubierto i húmedo, vientos del NE. la mañana i del SE. p. m.

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

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

Los dias 3, 4, 5 i 6, húmedos, cubiertos i mui lluviosos; calmas i vientos del NE. o NO; presion media barométrica i oscilaciones como de ordinario. Declinómetro poco regular, ya adelantando, ya retardando las horas trópicas; excursion ordinariamente corta de 2' a 2' 51". Los dias 5 i 6 tempestad de rayos sobre Quito, perturbando la aguja o retardando su mínimo. El 5, en que se advirtió mucha paralización en el declinómetro, hizo una erupcion el Pichinca ácia el Oeste, i 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 i el aspecto del cielo varió mucho, aunque siempre dominando el bello i sereno; las calmas han sido frecuentes i el viento NE. el dominante. El 7 aguja perturbada, i primer máximo a las 6 m., mínimo a las 4 t., i amplitudes 1.ª 2' 51", 2.ª 1' 10". El 8 paralizada, i mínimo a las 4 t., excursion 3' 21" i 2' 1". El 9 lo mismo; máximo a las 8. 30 minutos, mínimo a las 11; excursion 1' 10 i 0' 50". El 10 completo trastorno, mínimo a las 9 m. i máximo a la una; luego paralización hasta las 9 de la noche. Amplitud 5' 2" i 1' 50". La temperatura osciló dentro de la caja 0º 8'. Casi siempre se encuentra a la barra magnética un poco ajitada al hacer la observacion, a pesar del cuidado que se tiene de despojarse uno de todo objeto de hierro o acero; esta ajitacion es mas notable en las horas trópicas. El 11 se retardó el máximo hasta las 9 m. i estuvo paralizada la aguja todo el dia. El 12 humo en el Pichincha i fuerte ajitacion a la 1<sup>h</sup> 30' t. por causa de una nube tempestuosa que se acercaba del lado SO; (17) lluvia precedida de baja en el barómetro; perturbacion de 3 a 6 por causa de las aguas; horas trópicas adelantadas de 30 minutos i vientos del NE. Amplitud 2' 51" i 1' 11". Cambio de tiempo.

CONCLUSIONES—De todo lo precedente podemos deducir las consecuencias siguientes: 1.º en Quito, como en todo el globo, hai perturbaciones magnéticas, mas frecuentes en la estacion lluviosa que en la seca: 2.º que estas perturbaciones coinciden con el cambio de tiempo, o le preceden:

(17) Dicen que en la noche se dejó sentir un lijero temblor.

3.º que la electricidad atmosférica obra sobre los instrumentos magnéticos; conclusion que promete el poderse algun dia reducir todos los movimientos magnéticos a los fenómenos eléctricos: 4.º que los dias cubiertos i húmedos, en que el sol no calienta fuertemente el suelo, queda la aguja muy paralizada; i 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: 5.º que a 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: 6.º que toda perturbacion notable atmosférica tiene influencia en los instrumentos magnéticos; principalmente las mutaciones del viento, del estado del cielo i consiguientemente de la temperatura: 7.º que los grandes fenómenos son anunciados por un aumento considerable de la excursion diurna, por la inversion del período magnético, o por su falta absoluta, i por una mutacion en el sistema todo de oscilaciones diurnas; en virtud de la cual, sin cambiarse la posicion relativa de las horas trópicas i la amplitud de las oscilaciones, cambia el punto de partida, acercándose al Oriente o al Occidente: 8.º 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, e indirectamente las de las rejiones circunvecinas, el declinómetro, ademas, anuncia las que se preparan en lejanas rejiones.

La ciencia confirma este resultado, puesto que, desarrollándose en los grandes trastornos atmosféricos enormes cantidades de electricidad, necesariamente deben influir en los instrumentos magnéticos; i aunque algunos han creido que la electricidad atmosférica no tiene influencia alguna sobre ellos, no parece ser exacto, pues tanto el R. P. Secchi en Roma, como el señor Palmieri en Nápoles, han observado que los instrumentos pequeños vibraban bajo el influjo de los relámpagos vecinos, i nosotros hemos visto agitarse la barra del declinómetro a la proximidad de una nube tempestuosa. Ademas, se sabe que la electricidad no obra sobre la aguja magnética sino en el estado de corriente continua, i en las tempestades de rayos desarrollándose solo parcial i aisladamente, no puede influir en los imanes, sino en virtud de la induccion producida por las descargas instantáneas. Esta opinion no niega la influencia directa o indirecta del sol i de la luna, siendo la del sol indudable i explicándose con ella muchos fenómenos. Parece tambien verosímil que, ademas de su influjo calórico, tiene otro indirecto sobre el estado eléctrico de la atmósfera; i esta hipótesis es la única, dice el R. P. Secchi, que puede satisfacer a las exigencias de los hechos actualmente demostrados. Si a las veces los grandes desarrollos de

fluido eléctrico afectan mas a los aparatos de intensidad que a los de declinacion, esto es debido a que la direccion de las corrientes extraordinarias acaso difiere poco de la de las ordinarias, pues 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 i cuyo extremo forma un vernier que da segundos. Con la alidada jira 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, i los planos de ágata para la suspension de las agujas magnéticas. Este segundo cuerpo del aparato tiene su correspondiente nivel, tornillos de ajuste i 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 i de láminas de cristal en sus caras laterales.

Dos son las agujas, ámbas de dimensiones idénticas i terminadas en punta aguda, cuya longitud es de 0.192 milímetros, ancho mayor 0.0125 diez milímetros i grueso 0.0015 décimos de milímetro. Los microscopios tienen solo 0.03 centímetros de largo, i todo el instrumento 0.38 de alto i 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  $90^\circ$ . Leidas las indicaciones de ámbos polos i tomado el medio, se nota el grado del círculo azimutal; luego dase al instrumento 180 grados de conversion i 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 jira al Este  $90^\circ$ , i en esta posicion, que es la del meridiano magnético, dará la aguja la inclinacion  $i''$ ; luego por el costado Oeste se le dan  $180^\circ$  de vuelta al mismo círculo vertical para eliminar el error del cero de la graduacion i se tendrá el ángulo  $i''$ . Voltéanse las caras de la aguja para corregir el yerro en la simetría del eje magnético con el de figura i se repiten las operaciones anteriores, cuyos resultados serán  $e'$  i  $e''$ . Tambien se pueden cambiar los polos por medio de dos fuertes imanes, para eliminar el efecto de la gravedad i del peso no bien equilibrado de la aguja, i 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 a poner el círculo vertical normalmente al meridiano magnético, lo que convendría hacer para cada cambio de las caras de la aguja. La média de todas estas posiciones verticales da  $Z''$ , la de las inclinadas  $i'$ ,  $i''$ ,  $e'$  &c, da  $Z'$ , i como estas cantidades no son sino aproximadas, se obtiene la verdadera inclinacion corregida por medio de la fórmula  $Cot.^2 Z' + cot.^2 Z'' = Cot.^2 Z$ . (18)

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

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

El 17 del mismo mes, en el artesón de la iglesia de la Compañía, encontramos para la inclinacion absoluta  $76^{\circ} 24' 6''$ . Los académicos franceses habian hallado en el siglo pasado  $75^{\circ}$ . Aunque mudamos de sitio i evitamos colocar el instrumento sobre sustancias magnéticas, sinembargo no dudamos que el Pichincha, cuyas cavidades probablemente se extienden hasta debajo de esta ciudad, tenga influencia sobre la inclinación.

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 lisonjamos con la idea de que serán acogidos induljentemente estos lijeros ensayos sobre los estudios magnéticos en Quito: por lo ménos al presente nos sentimos animados a continuarlos con ardor, viendo el intelijente aprecio que de ellos hace el actual jefe del Estado, i la decidida proteccion con que los acoge el Excelentísimo señor Ministro del Interior, doctor Camilo Ponce.

¡Ojalá pudiésemos contribuir de alguna manera al movimiento jeneral que los sabios dirijen, i los gobiernos promueven por todo el mundo, para arrancar a la naturaleza sus secretos con el fin de precaver las catástrofes, hoi por desgracia mui frecuentes, i dar a los pueblos el ¡alerta! a la proximidad de los grandes cataclismos!

Quito, 15 de octubre de 1868.

*Federico Cornelio Aguilar, S. J.*

(18) Esta correccion rara vez llega a un minuto.