

situado en la ladera, y el Chino, quedando al E. Marítaro.

Hemos entrado en estos detalles, que prueban que en cualquiera de los dos grupos en que hemos dividido este terreno, existe una gran actividad de fuego volcánico, y que esto, ó disminuirá mucho el efecto de una erupcion, ó la impedirá completamente.

En confirmacion, se sabe que los volcanes no siempre están en actividad, sino que tienen, por el contrario, interrupciones, y cuando mas largas son esas intermitencias, mas violentas son las erupciones.

La erupcion mas violenta del Vesubio es la del año de 79, que sepultó las ciudades de Pompeya, Herculano y Stabia, cuyo volcan en tiempo de Estrabon, era lo que en la actualidad se llama el Monte Somma, «de una gran fertilidad en sus pendientes, presentando un cono truncado, en gran parte unido, enteramente estéril y de un aspecto quemado, con cavidades llenas de grietas y piedra calcinada, de donde se podia conjeturar que alguna vez habia sido cráter encendido.»¹

En el Estado tenemos el ejemplo muy notable del Jorullo, que se elevó en un llano «rodeado de montañas basálticas, cuya estructura parece indicar que ya en tiempos muy remotos toda la comarca habia sido vuelta de alto á bajo por volcanes;»² y ni en el Vesuvio ni en el Jorullo, ántes de las erupciones citadas, habia el menor indicio de que existiese el fuego volcánico. Sin embargo de lo expuesto podria suceder, aunque me parece remoto, que á consecuen-

¹ Beudant.

² Humboldt.

cia de las conmociones, se obstruyeran los conductos de los respiraderos, en cuyo caso seria eminente el peligro de la erupcion.

¿Cuál será, pues, el resultado de los temblores? ¿Suponer que por la accion corrosiva de los gases, las rocas alteradas se hayan derrumbado, y que estos derrumbes puedan causar el hundimiento del cerro del Palmar, ó el de las Humaredas? Muy aventurada me parece esta suposicion, pues no creo que dichos derrumbes hubieran conmovido la tierra á distancia de diez y ocho ó veinte leguas á que se han sentido los temblores, y se hubiera oido el ruido prolongado que harian las peñas al rodar, y no el trueno sonoro que se ha escuchado varias veces.

Los acontecimientos nos están indicando lo que ha sucedido y sucederá. En efecto, la noche del 2 del presente que, como se dijo ántes, los temblores fueron mas fuertes, apareció un nuevo respiradero como cincuenta metros mas abajo del Chillador, que tiró algunos pinos al reventar. Se tiene noticia que entre los Azufres y el baño de los Ajolotes, apareció otro recientemente, aunque no se sabe qué día: el Gallito, que tenia catorce ó quince años de obstruido, se ha puesto de nuevo en actividad; arriba del Chino hay otro tambien muy pequeño, y en general todos los que visité por segunda vez los dias 15 y 16, estaban con mayor actividad que ántes, por lo que opino que aumentándose esta en los existentes ó apareciendo nuevos respiraderos, cesarán las conmuevas subterráneas.

Independencia y libertad. Maravatío, Noviembre 21 de 1872.—*Manuel Urquiza*.—C. secretario del gobierno del Estado de Michoacan.

MEMORIA

SOBRE LA

DETERMINACION DE LA POSICION GEOGRAFICA DE MORELIA,

ESCRITA POR EL INGENIERO CIVIL ANGEL ANGUIANO,

QUIEN LA DEDICA AL SR. INGENIERO GEÓGRAFO D. FRANCISCO DIAZ COVARRUBIAS.

Es una verdad incuestionable y exenta de toda duda, que el conocimiento perfecto de la posicion geográfica, á lo ménos de los puntos principales de la República, traería consigo grandes ventajas que no pueden escaparse aun á los espíritus ménos reflexivos. Las cartas geográficas que se han formado de toda la República, y las particulares de los Estados, están muy distantes de ofrecer toda la exactitud ó aproximacion que reclaman trabajos de ese género, para que de esa manera puedan ser verdaderamente útiles. Nuestras contiendas políticas por una parte, y lo poco que se hallan extendidos los conocimientos astronómicos por otra, han hecho, segun creo, que nuestra geografía se encuentre en un lamentable atraso. El Sr. ingeniero geógrafo D. Francisco Diaz Covarrubias, á quien tengo el honor de dedicar este pequeño trabajo, ha sido una de las pocas personas que se han consagrado á esa clase de estudios; y con una admirable constancia ha procurado de mil maneras darle impulso entre nosotros á la Astronomía, haciendo de este modo un verdadero servicio á su país. Sus «Nuevos Mé-

todos astronómicos,» y su Tratado de Topografía y Geodesia, son entre otras, una prueba de lo que acabo de asentar. Yo, sin contar mas que con un verdadero gusto por la ciencia, no sé por qué circunstancias excepcionales me he dedicado últimamente á la Astronomía, sirviéndome de principal guía en mis estudios, la primera obra que he mencionado. Mis primeras observaciones las hice en Zamora, determinando su latitud; mas como entónces no contaba con un cronómetro que mereciese toda mi confianza, no creo que los resultados obtenidos entónces den la aproximacion suficiente: lo mismo debo decir de Pátzcuaro y San Pedro Puruátiro. El trabajo que ahora presento es la determinacion de la posicion geográfica de Morelia, habiendo tenido dos razones principales al emprenderlo: primera, por ser la capital del Estado, á la vez que uno de los extremos del camino que estaba encomendado á mi direccion; y segunda, porque quise ver el grado de concordancia que podia haber entre los resultados que yo obtuviese y los obtenidos por el inteligente ingeniero geógrafo D. Fran-

cisco Jimenez, quien formando parte de la comision exploradora del rio de las Balsas, determinó, durante su permanencia en aquella ciudad, su posicion geográfica, empleando para ello instrumentos mas precisos y procedimientos mas exactos, que yo no pude emplear por carecer de aquellos. No obstante esto, los resultados que he obtenido son, en lo que cabe, satisfactorios, sobre todo, los relativos á la latitud.

Este seria el lugar á propósito para encomiar debidamente los «Nuevos Métodos astronómicos» del Sr. Diaz Covarrubias, si mi opinion pudiese servir de algo: mas yo, que he encontrado en dicha obra, al lado de una claridad y precision admirables, un resúmen bien ordenado y completo, no solo de lo que puede necesitar el viajero en sus observaciones astronómicas, sino aun de los principales métodos que se pueden emplear con instrumentos fijos en los observatorios, conteniendo procedimientos originales del autor, que disminuyen en gran parte el trabajo, no puedo ménos que recomendar á las personas que tengan gusto por la Astronomía, esa hermosa obra que tanto honor hace á su autor como á nuestro país.

Explicado de alguna manera el principal objeto que he tenido al escribir esta Memoria, entraré en materia.

CRONÓMETRO.

El tiempo es la base fundamental en todas las observaciones astronómicas. Por esta razon, el que se dedica á la hermosa ciencia de la Astronomía, procura ante todo tener un buen cronómetro, que marche con la debida regularidad. El que yo he empleado en mis observaciones es un cronómetro marino de Parkinson y Frodsham, núm. 2,379. Por muchos dias lo estuve comparando con

uno del hábil constructor mexicano Vazquez, que llevaba el Sr. Jimenez, quien observaba su marcha todos los dias, siendo esta bastante regular. De la comparacion resultó que el cronómetro Parkinson marchaba tambien con regularidad, teniendo un atraso diario de ménos de un segundo. Despues seguí observando su marcha directamente, empleando el procedimiento de alturas iguales de dos estrellas, que á la vez que elimina la influencia de los errores angulares, exige muy poco tiempo para cada observacion de un par de estrellas. Las que me han servido casi todas las noches de observacion, han sido los cuatro pares siguientes: α Hydrae y Rigel, Regulus y α Orionis, β Leonis y γ Geminorum, β Leonis y Procyon, combinando ademas algunas veces dicho procedimiento con el de alturas correspondientes del sol. De esta manera es como he obtenido resultados que demuestran la bondad del cronómetro, pues ademas de la regularidad de su marcha, aparece en el registro que le he llevado, que en un mes apenas ha atrasado diez segundos.

El cronómetro lo contaba el jóven D. Apolonio Romo, quien en poco tiempo de práctica lo ha llegado á contar con mucha precision, y que por lo mismo me ha prestado buenos servicios en este trabajo.

Réstame decir que en todas mis observaciones no he usado mas que un sextante de Troughton y Simms, que da de diez en diez segundos. Omito todo cálculo relativo al tiempo, por no pasar de los límites que he fijado á este escrito.

LATITUD.

En las fórmulas que sirven para determinar el tiempo, entra como dato la latitud del lugar, la cual, sin embargo, no se

necesita conocer sino con una aproximacion de 2' á 3' para que no influya sensiblemente en el cálculo de tiempo. Mas conociendo ya la marcha del cronómetro, y pudiendo por consiguiente fijar bien el momento de una observacion, es claro que las mismas fórmulas pueden servir tambien para calcular la latitud, puesto que la correccion del cronómetro, que ántes era la incógnita, es ya conocida, y entónces se puede tomar por aquella, la latitud del lugar. Por esta consideracion resulta, que por simples modificaciones, se puede obtener la latitud calculando las fórmulas en el orden siguiente:

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{2}(T-T') + \frac{1}{2}(a'-a) \\ c &= \frac{1}{2}(T+T') - \frac{1}{2}(a+a') \\ \tan \psi &= \tan \frac{1}{2}(\delta-\delta') \tan \frac{1}{2}(\delta+\delta') \cot \theta \\ \omega &= c + \psi \\ \tan \phi &= \frac{\text{sen } \omega \tan \frac{1}{2}(\delta+\delta') \cos \theta}{\text{sen } \psi} \end{aligned}$$

en que a y a' son las ascensiones rectas de las estrellas occidental y oriental; δ y δ' sus declinaciones; T y T' las horas siderales de observacion ya corregidas, y ϕ la latitud que se busca.

Segun lo anterior, podria creerse que los mismos pares de estrellas que han servido para calcular el tiempo, servirian tambien para determinar la latitud. Sin embargo, la discusion de las fórmulas hace ver, que las circunstancias mas favorables para poder emplear con buen éxito el procedimiento anterior, son las siguientes: 1ª, que las estrellas se observen cerca del meridiano: 2ª, que difieran poco en ascension recta:

3ª, que difieran mucho en declinacion, y 4ª, que culminen á igual altura, siendo la una al Norte y la otra al Sur del zenit. La última circunstancia no es posible satisfacerla rigurosamente; pero á lo ménos se eligen las dos estrellas, de manera que sus distancias zenitales al pasar por el meridiano, difieran lo ménos posible, resultando entónces que la latitud del lugar será casi el medio de las declinaciones de las estrellas.

La segunda condicion es importante, para que la observacion se haga en el menor tiempo posible.

Teniendo que operar con sextante, y no trayendo por otra parte las Efemérides un número suficiente de estrellas para poder elegir muchos pares que satisfagan aquellas condiciones, y mas si se añade la de que deben ser iguales ó diferir poco en magnitud, resulta que no se puede llegar á obtener en poco tiempo un promedio entre observaciones de muchos pares, como se obtendria obrando con un altazimut y consultando alguno de los catálogos de estrellas que se han publicado; por ejemplo, el de la Sociedad Británica, que contiene 8,377 estrellas. Por esta razon no he podido combinar mas que tres pares, pero en mi concepto son suficientes, si se atiende al procedimiento empleado.

El par I lo he formado con las estrellas Capella y δ Hydrae; el par II con ϵ Ursae Majoris y α Hydrae, y el III con θ Ursae Majoris y δ Crateris.

El 23 de Febrero de 1870 hice las primeras observaciones que pongo á continuacion:

| <i>a</i> Hydræ, al E. | SEXTANTE. | <i>a</i> Aurigæ, al O. |
|--|----------------|--|
| 10 ^h . 07 ^m . 42 ^s . 5..... | 120° 00'..... | 7 ^h . 54 ^m . 00 ^s . 5 |
| » 05 58 5..... | 119 40..... | » 55 38 5 |
| » 04 15 5..... | 119 20..... | » 57 14 5 |
| » 02 39 0..... | 119 00..... | » 58 50 0 |
| » 01 05 5..... | 118 40..... | 8 00 21 5 |
| 9 59 33 5..... | 118 20..... | » 01 51 5 |
| » 58 01 5..... | 118 00..... | » 03 22 5 |
| » 56 32 5..... | 117 40..... | » 04 52 0 |
| » 55 05 0..... | 117 20..... | » 06 22 0 |
| » 53 39 0..... | 117 00..... | » 07 50 0 |
| 10 ^h . 00 ^m . 27 ^s . 2..... | Promedios..... | 8 ^h . 01 ^m . 02 ^s . 3 |

Cuando un astro está cerca del meridiano ó distante del primer vertical, no se puede suponer sin error sensible, que los tiempos son proporcionales á los movimientos ascensionales del astro. De aquí resulta que no se pueden tomar los promedios de las horas anotadas; porque en virtud de lo antedicho, no corresponderán al promedio de las indicaciones del sextante. De consiguiente, es preciso introducir una corrección, que hace que los promedios correspondan á alturas iguales; ó en lugar de esto, se hacen tantos cálculos cuantas observaciones se han hecho de sextante, y en seguida

se toma el promedio de los resultados. Emplearemos los dos procedimientos en las observaciones anteriores para ver su concordancia, comenzando por el último. Seria alargar mucho esta Memoria si me propusiera desarrollar todos los cálculos. Así es que me limitaré á poner el que corresponde á la primera indicación del sextante, dejando al lector el cuidado de revisar si gusta, los resultados que despues pondré, correspondientes á las demas observaciones.

Los datos para calcular las fórmulas anteriores, son los siguientes:

a Aurigæ... *t* = 7^h. 54^m. 00^s. 5... *a* = 5^h. 07^m. 05^s. 20.. *δ* = 45° 51' 48'' 8
a Hydræ... *t'* = 10 07 42 5... *a'* = 9 21 12 82.. *δ* = - 8° 05' 54'' 5

de donde resulta

| | |
|---|---|
| $\frac{1}{2}(t+t') = 9^h. 00^m. 51^s. 50$ | $\frac{1}{2}(t-t') = - 1^h. 06^m. 51^s. 00$ |
| $\frac{1}{2}(a+a') = 7 14 09 01$ | $\frac{1}{2}(a'-a) = 2 07 03 81$ |
| $\frac{1}{2}(\delta+\delta') = 18^\circ 52' 57'' 1$ | $\frac{1}{2}(\delta-\delta') = 26^\circ 58' 51'' 7$ |

Desarrollando el cálculo se tiene:

| | |
|--|--|
| $\frac{1}{2}(t-t') = 1^h. 06^m. 51^s. 00$ | $\frac{1}{2}(t+t') = 9^h. 00^m. 51^s. 5$ |
| Marcha.... 02 | Correccion = + 10 41 5 |
| Reduccion. 10 98 | $t. m. = 9 11 33 5$ |
| $\frac{1}{2}(T-T') = - 1 07 02 00$ | $A. R. m. = 22 13 48 13$ |
| $\frac{1}{2}(a'-a) = + 2 07 03 81$ | Reduccion. = 1 30 61 |
| $\theta = \begin{cases} 1^h. 00^m. 01^s. 81 \\ 15^\circ 00' 27'' 15 \end{cases}$ | $\frac{1}{2}(T+T') = 7 26 51 74$ |
| | $\frac{1}{2}(a+a') = 7 14 09 01$ |

$\Sigma = \begin{cases} +0^h. 12^m. 42^s. 73 \\ +3^\circ 10' 40'' 95 \end{cases}$

| | | |
|--|--------------|------------------------------|
| $\tan \frac{1}{2}(\delta+\delta')$ | 9.53407..... | 9.53407 |
| $\tan \frac{1}{2}(\delta-\delta')$ | 9.70681 | $\cos \theta$ 9.98493 |
| $\cot \theta$ | 0.57172 | $\sen \omega$ 9.77113 |
| $\tan \psi$ | 9.81260 | 9.29013 |
| $\psi = 33^\circ 00' 20'' 0$ | | $\sen \psi$ 9.73617 |
| $\epsilon = 3^\circ 10' 40'' 9$ | | $\tan \phi$ 9.55396 |
| $\omega = 36^\circ 11' 00'' 9$ | | $\phi = 19^\circ 42' 02'' 9$ |

Haciendo los cálculos correspondientes á las demas indicaciones del sextante, se obtienen los resultados siguientes:

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| Por la 1 ^a | 19° 42' 03'' 3 |
| » 2 ^a | 19 42 04 2 |
| » 3 ^a | 19 41 57 1 |
| » 4 ^a | 19 42 01 4 |
| » 5 ^a | 19 42 04 2 |
| » 6 ^a | 19 42 03 3 |
| » 7 ^a | 19 42 00 0 |
| » 8 ^a | 19 42 01 4 |
| » 9 ^a | 19 42 07 1 |
| » 10 ^a | 19 42 11 6 |
| Promedio..... | 19° 00' 42'' 03'' 3 |

Segun he indicado ántes, para emplear los promedios y hacer de esta manera un solo cálculo de todas las anotaciones, se necesita ántes hacerles sufrir una correccion, aplicando la fórmula siguiente:

$$T = \tau + \frac{1}{15} \left(\cot h - \frac{\cos \phi \cos \delta \operatorname{sen} h \cot z}{\operatorname{sen} z} \right) (m - m')$$

siendo T la hora sideral corregida, y τ el promedio de las horas anotadas, en tiempo sideral. El valor de m se encuentra tabulado, pudiendo ser su argumento la diferencia entre cada hora anotada y el promedio de todas; diferencia que llamaremos Δh . Además, cuando se emplea un cronómetro solar, se necesita multiplicar el valor de m por una cantidad i cuyo logaritmo es..... 0.00287. La razon de todo lo anterior se puede ver muy bien explicada en la seccion 1ª del capítulo III de los «Nuevos Métodos astronómicos.»

Segun esto, para α Aurigæ obtendremos:

| α Aurigæ al O. | Δh . | m . |
|--|--------------------------------|---------------|
| 7 ^h 54 ^m 00 ^s 5 | 7 ^m 02 ^s | 97'' 12 |
| 7 55 38 5 | 5 24 | 57 25 |
| 7 57 14 5 | 3 48 | 28 35 |
| 7 53 50 0 | 2 12 | 9 50 |
| 8 00 21 5* | 0 41 | 0 91 |
| 8 01 51 5 | 0 49 | 1 31 |
| 8 03 22 0 | 2 20 | 10 69 |
| 8 04 52 0 | 3 50 | 28 85 |
| 8 06 22 0 | 5 20 | 55 84 |
| 8 07 50 0 | 6 48 | 90 78 |
| 8 ^h 01 ^m 02 ^s 3 | Promedios | 38'' 06 = m |

Y para la otra estrella se tiene:

| α Hydræ al E. | Δh . | m . |
|---|--------------------------------|---------------|
| 10 ^h 07 ^m 42 ^s 5 | 7 ^m 15 ^s | 103'' 20 |
| 10 05 58. 5 | 5 31 | 59. 75 |
| 10 04 15. 5 | 3 48 | 28. 35 |
| 10 02 39. 0 | 2 12 | 9. 50 |
| 10 01 05. 5 | 0 38 | 0. 79 |
| 9 59 33. 5 | 0 54 | 1. 59 |
| 9 58 01. 5 | 2 26 | 11. 03 |
| 9 56 32. 5 | 3 55 | 30. 12 |
| 9 55 05. 0 | 5 22 | 56. 55 |
| 9 53 39. 0 | 6 48 | 90. 78 |
| 10 ^h 00 ^m 27 ^s 2 | Promedios. | 39'' 23 = m |

Hagamos el cálculo para α Aurigæ.

| | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Promedio = 8 ^h 01 ^m 02 ^s 30 | $\frac{1}{15}$ 8.8230 | $\cos \phi$ 9.9738 |
| Correccion = + 10 41. 50 | i 0.0024 | $\cos \delta$ 9.8429 |
| <hr/> | | |
| Hora média = 8 11 43. 80 | m 1.5805 | $\operatorname{sen} h$ 9.5330+ |
| <hr/> | | |
| A R m = 22 13 48. 13 | 0.4068 | 0.4068 |
| Reduccion = 1 20. 78 | $\cot h$ 0.4401 | $\cot z$ 0.2269 |
| <hr/> | | |
| τ = 6 26 52. 71 | 0.8469+ | 9.9834+ |
| a = 5 07 05. 20 | +7°03 | $\operatorname{sen} z$ 9.7076 |
| <hr/> | | |
| h = { 1 ^h 19 ^m 47 ^s 51 | | 1.87 0.2758 |
| { 19° 56' 52'' 65 | T - τ = + 5 ^s .16 | |

De consiguiente $T = 6^h 26^m 57^s. 87$

Haciendo el cálculo para la segunda estrella, de la misma manera que para la anterior, se obtendrá $T' = 8^h 26^m 28^s. 39$. De donde resulta:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (T - T') &= 0^h 59^m 45^s. 26 & \frac{1}{2} (T + T') &= 7^h 26^m 43^s. 13 \\ \frac{1}{2} (a' - a) &= + 2 07 03. 81 & \frac{1}{2} (a + a') &= 7 14 09. 01 \end{aligned}$$

$$\theta = \begin{cases} 1^h 07^m 18^s. 55 \\ 16^\circ 49' 38''. 2 \end{cases} \quad \epsilon = \begin{cases} 0^h 12^m 34^s. 12 \\ + 3^\circ 08' 31''. 8 \end{cases}$$

| | | | |
|---|---------|-----------------------------------|---------|
| $\tan \frac{1}{2} (\delta + \delta')$ | 9.53407 | | 9.53407 |
| $\tan \frac{1}{2} (\delta - \delta')$ | 9.70381 | $\cos \theta$ | 9.98099 |
| $\cot \theta$ | 0.51936 | $\operatorname{sen} \omega$ | 9.73697 |
| <hr/> | | | |
| $\tan \psi$ | 9.76024 | | 9.25203 |
| $\psi = 29^\circ 55' 54''. 0$ | | $\operatorname{sen} \psi$ | 9.69807 |
| <hr/> | | | |
| $\epsilon = 3 08 31. 8$ | | $\tan \phi$ | 9.55396 |
| <hr/> | | | |
| $\omega = 33 04 25. 8$ | | $\phi = 19^\circ 42' 03''. 3$ | |

Como se ve, es el mismo resultado que obtuvimos por el procedimiento anterior. El último procedimiento es el que he empleado para las demas observaciones de todas las noches, de los tres pares de estrellas de que he hablado ántes. Pongo á continuación los datos y resultados que he obtenido.