

	Agua mineral de mejillones.	Agua del mar.
Cloruro de sodio en 10,000 partes...	365.31	277.0
De magnesio.....	27.80	36.0
Sulfato de cal.....	26.60	14.0
Id. de magnesia.....	21.16	23 0
Carbonato de cal.....	4.02	0 3
de magnesia.....	6.61	
Hierro, alumina.....	0.15	
silíce.....	0 10	
	451.75	35.03

Supongo que este manantial de Mejillones es de agua mineral termal, que por su proximidad a la orilla del mar se mezcla con la de las altas mareas.

JEOGRAFÍA FÍSICA.—*Las agitaciones oceánicas causadas en las costas del Pacífico por el terremoto del 13 de agosto de 1868*
Apéndice a los datos publicados sobre las mismas por don Ignacio Domeyko (1).—*Comunicacion a la Facultad de ciencias físicas i matemáticas por don Francisco Fonck, su corresponsal en Berlin.*

Son imperecederos los recuerdos del terremoto del 13 de agosto de 1868 para toda la jeneracion que lo presencié. Llenó de luto i terror a provincias enteras i exitó la piadosa compasion de los pueblos de un continente. Además le acompañaron los fenómenos mas grandiosos i extraordinarios, que nunca se habian experimentado en tan vasta escala.

“Hé ahí, decia nuestro sabio Domeyko, un sacudon que recibe nuestro planeta: un gran movimiento que, iniciado en el borde occidental de nuestro continente, con inmensa celeridad se propaga poniendo la inmensidad del océano en una agitacion inconcebible.”

“Es indudable, dice Hochstetter, que no ha habido terremoto alguno en tiempo histórico, cuyos efectos se hayan estendido sobre espacios tan vastos.”

Efectivamente, presenciarnos con asombro, no solo el golpe des-

[1] *Anales de la Universidad*, enero de 1869.

structor que dejó en ruinas a la espléndida Arequipa, i la ola que arrasó a la infeliz Arica, sino además una oscilacion de todo el inmenso Pacífico, que lo removió desde su fondo i hasta sus últimos confines.

Esta última circunstancia es la que, sobre todo, llama nuestra atencion por lo nuevo e inaudito. Porque aunque sea probable que los grandes terremotos dé los siglos pasados, como los que destruyeron la antigua Concepcion i el Callao, han causado agitaciones parecidas del Pacífico, lo cierto es que nada de ellas dice la historia, sin duda porque no hubo quien guardase su memoria. Pero esta vez la creciente civilizacion en las orillas del Pacífico nos ha regalado abundancia de preciosos datos, que nos permiten trazar por primera vez un cuadro casi completo de la grave complicacion de los terremotos llamada la onda seísmica. Habiéndose fundado estados florecientes en la California, Australia i Nueva-Zelanda; abierto el Japon al comercio; i no habiendo ya casi islita en la Oceanía que no sea frecuentada por misioneros i comerciantes, ya no pasan, como antes, desapercibidos i sin anotar los fenómenos que manifiestan una perturbacion de la actitud normal del globo.

Don Ignacio Domeyko ha recojido i apreciado perfectamente en su memorable trabajo todas las observaciones relativas a la costa del Perú i Chile. Séame permitido, pues, trazar en breve i como complemento de ese trabajo, lo que se sabe hasta ahora sobre la gran onda del Pacífico, tal cual se hizo sensible fuera del recinto de nuestro continente, sirviéndome de base los datos i apreciaciones que el célebre jeógrafo i viajero don Fernando de Hochstetter ha dado en tres comunicaciones sucesivas dirigidas a la academia de Viena.

Recordemos que el terremoto del 13 de agosto de 1868 tuvo lugar a las cinco de la tarde mas o menos; que se sintió en tierra desde Lima hasta Copiapó, i con mas fuerza en Arequipa i Arica; que la onda seísmica invadió a Arica como veinte minutos después, desarrollando sobre esta ciudad su mayor fuerza i altura; i que la misma onda recorrió toda la costa desde Callao o mas allá hasta Chiloé, tocando los puertos a horas distintas, que no estaban siempre en relacion con la distancia del centro de la conmocion i teniendo su mayor elevacion, en los puertos de Chile i al norte de Arica, a las diez de la noche. Pues bien, esta misma oscilacion nacida, segun parece, a las inmediaciones de la costa de nuestro con-

tinente se propagó desde allí a todo el ancho i largo del Pacífico, recorriéndolo hasta los últimos confines i en todas las direcciones de su inmenso circuito. La lista siguiente de los puntos en que la ola fué notada, dará una idea de la estension que tuvo el fenómeno fuera de nuestras costas:

CHILE: islas de Juan-Fernandez.

POLINESIA: isla Oparó; isla Upolu, del archipiélago de Samoa; isla Naviti-Levu, del archipiélago de Fidchi; Hilo, Molokai, Kahulaui, Oahou, Koai etc., del archipiélago de Sandwich.

NUEVA-ZELANDA: al este de ella, las islas de Chatham; Lyttelton, Pigeon-Bay, Le-Bon-Bay, Okain-Bay, Akaroa (puntos de la península de Banks en la costa del este); Timaru, Otago, Bluffhaven, Nelson, West-Port, Wellington, Port-Napier, Auckland.

AUSTRALIA: Newton (Tasmania), Port-Fairy, Adelaida, Sidney, Newcastle, Moreton-Bay.

JAPON: Yokoama.

CALIFORNIA: San Pedro.

MÉJICO: Acapulco (?).

Resulta de la lista que precede, que la onda atravesó todo el ancho del Pacífico o sea una tercera parte de la circunferencia del globo, lo mismo que la mayor parte de su estension de norte a sur en ambos lados del ecuador. Es inmensa, pues, i comparable en la tierra solo al mismo Grande Océano, que fué su teatro, la superficie que abrazó esta agitacion.

Considerando a Arica o a algun punto cercano del mar al oeste de ese pueblo como el centro de la conmocion, desde donde el movimiento se impartió a la masa del agua, la onda comprendió un inmenso círculo, a cuya circunferencia se dirijian los radios del movimiento en casi todas las direcciones del compás. En el vasto circuito de nuestro océano no falta costa habitada por jente civilizada, desde donde no recibamos un testimonio que atestigüe que todo él ha sido afectado. Hace escepcion solo el trecho que média entre Callao o Lambayeque i Acapulco. Coincide con esto el que en el norte de Arica la agitacion seismica no ha avanzado mas allá del confin terrestre del terremoto. Observaré con este motivo que la salida al oeste que la costa hace desde Arica hasta el cabo Blanco, al norte de Paíta, podrá quizás haber impedido la propagacion de la ola en esa direccion, i protegido asi toda la parte de

la costa que está situada al este del último punto, es decir, la del Ecuador, Nueva-Granada i Centro-América.

En cuanto al modo como el fenómeno se presentó en las diferentes localidades, seria largo relatar lo observado en cada uno de los puntos citados. La ola que recorrió este inmenso espacio, se presentó al tocar la tierra, no era sensible en alta mar, de intensidad mui variada i no siempre en proporcion inversa a la distancia recorrida. Su efecto a miles de leguas de distancia ofrece todas las gradaciones, desde un impulso destructor en nada inferior al que esperimentó la costa de Chile, hasta la mas suave ondulacion perceptible solamente mediante el apunte de un mareómetro automático. Pasemos en revista, guiados por Hochstetter, algunos puntos en que su efecto fué mas notable.

En Oparo o Kapa, isla solitaria situada en 27° 40' lat. S. i 144° 17' lonj. O. de Greenwich, i conocida como depósito de carbon de los vapores que hacian antes la carrera entre Panamá i Nueva-Zelanda, las casas fueron invadidas de repente en la noche del 13 al 14 de agosto a las once treinta minutos por una marea que se llevó los botes i todos los objetos livianos. A média noche siguió otra ola, i así se repitió el fenómeno nueve veces en intervalos de veinte minutos, disminuyendo gradualmente, de modo que de día nada se notó ya. La playa se halló cubierta de plantas marinas, pescados i fragmentos de embarcaciones (Observacion del teniente de la marina francesa, M. Javier Caillet).

La bahía abierta al norte de Apia en la isla de Upolu, del archipiélago de Samoa (13° 11' lat. S., 171° 41' lonj. O. de Gr.), fué inundada en la noche del 14 al 15 de agosto a las dos treinta minutos de la mañana. El mar subió de repente cuatro piés arriba del nivel de la marea mas alta; luego se retiró con bastante velocidad, dejando en diez minutos buena parte del puerto en seco, para volver con suma rapidez, en cinco minutos solamente i presentando de frente una ola vertical de seis piés de alto, al nivel que alcanzó primero i poco mas allá, i retirarse al instante otra vez. Este flujo i reflujo se repitió seis veces con fuerza igual casi i con los mismos intervalos, siendo la tercera ola la mas alta de todas, en la cual la diferencia en el nivel alcanzó a catorce piés. Después siguió el mismo cambio de oscilaciones cada quince minutos, subiendo i bajando el nivel cada vez de 1 i 1½ a 1½ i 2 piés por la tarde del dia 15 i todo el dia 16, notándose un poco de agitacion todavia el 17 por

la mañana. La diferencia ordinaria de las mareas es solo de 4 o 4½ piés en Upolu, de modo que la alcanzada por la ola seísmica es comparativamente mui considerable. Los buques jiraban alrededor de sus anclas, enredándose éstas; botes, pedazos de madera, barriles, palos, amanecieron dispersos en tierra; la iglesia francesa i un puente sobre un rio fueron llevados tierra adentro (Comunicacion del capitan Sievert, de la barca alemana *Etienne*).

Las várias relaciones que se refieren a lo observado en el archipiélago de Sandwich (21° 20' lat. N., 158° lonj. O. de Gr.) no están acordes sobre el principio del fenómeno: habiéndose notado en Honolulu a média noche (0 hora) del 14, en Hilo a las dos de la mañana, en Motokai i Kauai a las diez, en Kahulaui al alba. En Honolulu se notó ya como a las nueve de la tarde del 13 que la marea subia mas de lo ordinario. El agua subió de tres a seis piés sobre el nivel ordinario de las mareas i bajó con mucha rapidez, causando un ruido extraño i fuerte al correr por los canales que hai entre los arrecifes de corales, i este flujo se repitió cada quince o veinte minutos durante todo el dia 14. En Motokai duró esta agitacion con menor intensidad i con intervalos mas largos los dias 15 i 16. Estas oscilaciones del mar hacian a los observadores el efecto de que, en lugar del mar, las islas mismas subian i bajaban al parecer.

La onda se presentó formidable i destructora en las islas de Chatham (177° lat. O. de Gr. i 43° 30' lonj. S.) al este de la isla sur de Nueva-Zelanda. Entre la una i dos de la mañana del 15 de agosto se avalanzaron sucesivamente con intervalos de diez minutos mas o menos sobre las islas tres olas grandes, dando con mas fuerza en el establecimiento de Tupunga, punto situado en el norte, donde una aldea (*Pah*) entera de los Maoris indijenas i várias casas de europeos fueron arrasadas. El lugar quedó cubierto de arena i yerbas marinas; tanta habia sido la fuerza de la ola, que una piedra de molino fué levantada de su asiento i arrastrada algun trecho.

En la misma latitud que las islas de Chatham, la ola se hizo mui sensible en la costa adyacente de la isla del sur de Nueva-Zelanda, i sobre todo, en la península de Banks, que sale bastante fuera al este. Es notable que el fondo del mar en toda esta costa es comparativamente bajo, hallándose la línea de cien *fathoms* (medida inglesa de seis piés) a cien millas de distancia de tierra i teniendo

los puertos mui poco fondo. En el puerto de Lyttelton, situado en el norte de la península citada, se retiró la mar entre las tres i cuatro de la mañana del 14 de agosto durante una média hora, corriendo con una velocidad de doce millas, dejando la ensenada del puerto i los buques surtos allí en seco i llegando a quince piés mas abajo del nivel de las mareas mas bajas. A las cuatro i média volvió el mar con un ruido espantoso i formando una ola vertical de diez piés de alto, que cayó sobre los buques levantándolos i cortando las cadenas de muchos de ellos; después de tocar la playa, siguió creciendo un cuarto de hora mas i alcanzó a tres piés sobre la marea mas alta, llegando a 25 piés el desnivel total, que en las mareas lunares es solo de 7 piés en Lyttelton. A las cinco se retiró el agua por segunda vez i alcanzó su punto mas bajo a las seis. Poco después de las siete volvió como marejada gruesa, subiendo 16 piés por todo para bajar otra vez a los diez minutos. El mismo flujo se repitió dos veces mas hasta las once habiendo entre cada ola un espacio de hora i média por término medio; después la agitacion siguió durante el día, pero mucho mas suave, subiendo i bajando el agua algunos piés cada hora i sin regla. El 16 i aun los días 17 i 18 de agosto, se notaron todavía pequeñas perturbaciones. Un vapor que entró al puerto, encontró el agua turbia desde bastante afuera i cubierta en algunas partes de restos de embarcaciones, tablas, vigas, árboles i arbustos. El daño causado no era, sin embargo, de consideracion.

En Pigeon-Bay, puerto de la misma península, se observaron siete marejadas gruesas, con intervalo de 45 minutos mas o menos, que hicieron algun daño en tierra.

No menos interesante, aunque de distinto carácter que las observaciones anteriores, es la hecha en el puerto de Sidney, en Australia. Fué apuntada por un mareómetro automático (self registering tide gauge), que existe junto al fuerte Denison, i llena todas las exigencias en cuanto a exactitud i minuciosidad. En efecto, el cuadro que el lápiz del mareómetro mismo ha trazado, da una idea lo mas perfecta i detallada de las oscilaciones, con que la onda seísmica llegó a tocar esas playas desde una distancia tan inmensa. Una ojeada a la curva trazada en el cuadro (2), cuyas

(2) Creo mui conveniente hacer reproducir en los *Anales* este cuadro tan instructivo, i además una descripcion gráfica o mapa que ponga en relieve la estension, marcha i demás particularidades de ésta i otras ondas observadas en el Pacifico; lo que no dejaria de ser mui curioso.

líneas horizontales indican la altura de la marea en piés, mientras las verticales indican las horas, hace conocer de un golpe todas las especialidades del fenómeno. Habiendo pasado el 14 de agosto sin alteracion en la marcha ordinaria de la marea, principió el agua el 15, a las dos de la mañana, a subir algo para bajar luego otra vez, continuando este cambio de nivel hasta el 18. La oscilacion mas fuerte se hizo sentir con una diferencia de nivel de cerca de dos piés a las siete de la mañana del 15. Cada una de estas mareas pequeñas duraba 28 o 29 minutos por término medio, se contaron 48 de ellas el día 15, 51 el día 16, 40 el día 17 i 31 el día 18 de agosto. Ellas no alteraron en jeneral la marcha de la marea ordinaria, de modo que la curva descrita por el mareómetro sigue su cambio natural de alza i baja; pero la línea, en lugar de correr lisa, demuestra un encrespamiento particular, correspondiente a las mareas pequeñas, que es mui pronunciado durante el día 15 i va disminuyendo después gradualmente.

Falta consignar por último la observacion de San Pedro (33° 15' lat. N., 118° 20' lonj. O. de Gr.), el puerto de la ciudad de los Ángeles, en la California, de donde salió la primera noticia que se tuvo sobre la onda oceánica, llegando a Europa con mucha anticipacion a la del mismo terremoto. Decia así: "El 15 del actual en San Pedro una serie de olas recorrió la costa, elevando el mar de 63 a 64 piés sobre la marea ordinaria, bajando en seguida un número igual de piés de la mas baja marea. El flujo i reflujó de las aguas continuó así por algunas horas, cambiando cada 30 minutos. Este fenómeno causó mucha alarma en todos los habitantes de la costa i se atribuye a grandes disturbios submarinos." Desgraciadamente, no se menciona la hora. Infiero que la redaccion de este despacho telegráfico no sea exacto en cuanto a la altura de las olas, porque no es de creer que olas con un desnivel de mas de 120 piés, hayan causado solo alarma i nó daño mui considerable. Hace años que se halla establecido un mareómetro en San Pedro; las oscilaciones apuntadas por estos instrumentos delicados se reducen a menudo a fracciones de pié (v. mas abajo *Simoda*); así es posible que las alturas verdaderas de 6.3 o 0,63 (=6,3 o 0,63) se hayan abultado tanto, por haberse omitido en el telegrama un punto.

Teniendo en lo que precede una sucinta descripcion de los detalles mas notables del gran fenómeno, agregaré que en ninguna

parte se observaron cambios atmosféricos i que para todos los buques que se hallaban en alta mar o a alguna distancia de la costa, la onda pasó desapercibida. Además no debe omitirse que en algunos puntos de Nueva-Zelanda hubo temblores pequeños desde el 14 hasta el 19 de agosto, siendo el mas fuerte el que se experimentó el 17 a las nueve cincuenta i seis minutos de la mañana; este último coincidió con diferencia de horas con el terremoto del Ecuador.

La relacion de los efectos producidos por la onda, sea en las islas de la Oceanía, que suben casi verticales del fondo del océano i están rodeadas de arrecifes, o sea, en la costa de Nueva-Zelanda u otros puntos, demuestra que, prescindiendo de la intensidad, ha habido mui poca diferencia en el modo como el fenómeno se presentó en la costa del Perú i de Chile, a inmediaciones de su origen i a distancia de 4000 a 8000 millas. Para cada uno de los puntos descritos podrá hallarse uno análogo en el Perú o Chile, donde las cosas se pasaron de un modo parecido. Así, por ejemplo, no podrá negarse que el fenómeno ofreció gran semejanza en las islas de la Polinesia i en Caldera o Carrizal; en las islas de Chatham i en Iquique o Islay; en Lyttelton i en Talcahuano; en Sidney i en Maullin; en Moreton-Bay i en Ancud.

En jeneral, se ha observado en los puertos trans-oceánicos la misma diferencia en los fenómenos que en Chile, segun el mayor o menor fondo del mar. Vemos que el efecto en los puertos de Nueva-Zelanda, en cuya costa el mar tiene comparativamente mui poca hondura a bastante distancia, segun notamos arriba, fué mucho mas notable que en las islas de la Oceanía, distantes del centro de la conmocion solo la mitad del camino, i mas fuerte aun, que en varios puntos de Chile. Estos hechos coinciden con lo observado en Chile, en que el puerto mui profundo de Valparaiso no es afectado por las ondas seismicas, mientras los situados al norte i sur, i sobre todo, la bahía baja de Talcahuano sufren mas o menos por ellas, estando esta última habitualmente espuesta, de modo que los desastres causados allí por este fenómeno hacen una hoja importante de la historia de Chile (3). Son una prueba mui convincente de la teoría emitida hace tiempo de que la resistencia que el fon-

(3) Me refiero a las destrucciones sucesivas de la antigua Penco, cuyo análogo en este siglo son las inundaciones de Talcahuano en 1835 i 1868.

do bajo del mar opone a la propagacion de la ola, hace tanto mas violento i destructor su impulso.

Es difícil rendirse cuenta de la intensidad de la ola en las islas de Chatham. No sabemos si cerca de ellas la mar es baja tambien. Estando ellas situadas en la zona templada, no están guarnecidas, como casi todas las islas de la Polinesia, por arrecifes circulares de corales. Puede ser que esta última circunstancia sea la que ha influido en que las islas de Chatham, no protegidas como aquéllas, hayan experimentado toda la fuerza de la ola.

Los muchos datos que el progreso del tiempo moderno nos brinda en el presente caso, nos ponen en estado, no solo de hacer porcion de curiosas reflexiones jenerales, como las que preceden, sobre la marcha del fenómeno, sino tambien de derivar de ellos varios hechos nuevos i mui importantes para la fisica del mar. Entre éstos se presenta ante todo la resolucion del problema sobre la *velocidad* de la onda seísmica. Conociendo con corta diferencia el principio de la onda en su supuesto punto de salida inmediato a Arica i la llegada de ella a muchos puntos situados en casi todas las direcciones del compás de aquel centro, i siendo fácil de calcular la distancia entre Arica i aquellos puntos i de reducir el tiempo de estos puntos de observacion a la hora de Arica, tenemos todos los elementos para resolver esta cuestion de tan principal interés.

Resumiendo i calculando del modo indicado los apuntes de los lugares en que el fenómeno se observó con mas exactitud i prolijidad, resulta el siguiente cuadro trazado por Hochstetter, que arroja todos los detalles apetecibles sobre la velocidad:

Habiendo salido la onda seísmica de Arica a las cinco de la tarde del 13 de agosto de 1868,									
LLEGÓ A	El día de agosto.	A LAS		DISTANCIA RECORRIDA.	DURACION DEL VIAJE.		VELOCIDAD.		
		hor.	m.		millas mar.	horas.	minu.	por h.	p. seg.
				m. mar.				p. ing.	
				Oparo.....				13	11
Honolulu.....	14	0	0	I.M.	5580	12	37	442	746.0
Hilo.....	14	2	0	A.M.	5400	14	25	392	661.6
Islas de Chatham.	15	1	30	"	5520	15	19	360	607.5
Upolu.....	15	2	30	"	5760	16	2	358	604.2
Sidney.....	15	2	0	"	7395	17	58	410	691.9
Lyttelton.....	15	4	45	"	6120	19	18	316	533.3
Newcastle.....	15	6	30	"	7380	22	28	319	538.4
San Pedro.....	15	?			4320	?		?	?
Yocohama.....	15	?			9000	?		?	?

He omitido en este cuadro el puerto de Corral, cuya observacion cita Hochstetter para demostrar la propagacion de la ola en la costa de Chile. Las observaciones de Caldera, Carrizal i Talcahuano, donde el fenómeno fué mucho mas notable i presenciado desde el principio, deberian haberse preferido. Pero no cabe duda de que la onda no se propagó desde Arica al sur en derechura i siguiendo el camino mas corto, como lo debe haber hecho al dirigirse a las costas opuestas del océano, sino que, en lugar de marchar de norte a sur i de puerto en puerto, tomó algun rodeo, dirigiéndose probablemente a la costa de Chile desde el oeste; porque, como lo hace notar Domeyko, al cotejar el principio de la ola en los puertos de Chile, ésta llegó en toda la estension de nuestra costa casi a un mismo tiempo.

Además de prescindir, pues, en el cuadro, de los puertos de Chile, notaré antes de pasar a apreciar los datos curiosos que arroja, que Hochstetter señala el principio de la onda en Sidney, nó en la hora señalada, que es la que da el mareómetro, sino en la de las siete de la mañana, en que se notó la primera oscilacion mas fuerte. En tal caso, la duracion del viaje es de cinco horas mas, es decir, de veintidos horas cincuenta i ocho minutos, i la velocidad de trescientas veinte millas por hora, resultando los mismos valores casi como para Newcastle, punto situado a poca distancia al norte de Sidney. Es claro que las agitaciones débiles, apuntadas en Sidney por el mareómetro desde las dos hasta las siete de la mañana, no se habrán sentido en Newcastle, si es que las hubo.

Hochstetter llama a estos movimientos poco perceptibles observados en Sidney *ola precursora* i no los toma en cuenta para su cómputo de la velocidad.

Es posible que el aumento en la marea que se observó en Honolulu el 13 a las nueve de la tarde, tres horas antes de que la ola misma invadiera la playa, haya sido tambien semejante ola precursora. En tal caso, ésta habria alcanzado a recorrer el camino desde Arica en nueve horas treinta i siete minutos con la enorme velocidad de 580 millas por hora. Puede ser que haya habido tambien en otros lugares semejantes agitaciones débiles precursoras de la ola grande, que han pasado desapercibidas por su accion débil, i que preceden constantemente a aquélla. Pero los dos ejemplos citados son los únicos conocidos hasta ahora i aun éstos susceptibles de

otra interpretación. En todo caso será de mucho interés fijarse en ellos en lo futuro (4).

La velocidad, con que la onda seísmica atravesó el océano, varió, según el cuadro que precede, de 316 a 442 millas por hora, lo que equivale a 533 hasta 746 piés ingleses por segundo. Sin duda esta velocidad es enorme i, si tomamos en cuenta la ola precursora de Honolulu, asciende aun a 580 millas por hora, o sean, 979 piés o 299 metros por segundo. En este último caso tendríamos, que no queda mui atras de la velocidad del sonido en el aire que es de 340 metros. Cuando ménos lijera, siempre es superior a la mitad de la velocidad del sonido. Resulta, pues, una celeridad de este movimiento del agua que, aun en su menor grado, no es comparable ni a las corrientes mas fuertes conocidas ni a la del huracan mas deshecho.

Era de presumir que la onda no debia marchar en todas las direcciones del océano con igual rapidez, ni que ésta podia ser igual para las diferentes secciones de una misma línea. Así, vemos que corrió con mayor velocidad en direccion a las islas de Sandwich que en la de los otros puntos del compás.

De otra parte tenemos en los apuntes relativos a las islas de Chatham i Lyttelton, puntos situados con Arica en una misma direccion, un ejemplo de que la celeridad de la onda varia mucho en las diversas secciones del camino. Mientras la ola recorrió el trecho largo de Arica a las islas de Chatham a razon de 360 millas por hora, anduvo del último punto a Lyttelton a razon de solo 120 millas por hora. Habiendo parecido enorme, pues, a primera vista la diferencia en la velocidad anotada para uno i otro punto, ésta se esplica mui satisfactoriamente al tener presente que la ola echó 4 horas para recorrer las 600 millas que hai de la isla de Chatham a Lyttelton, i que este retardo local modificó la velocidad que por término medio corresponde a la distancia total.

Nótese, por último, que para las islas de Chatham, Upolu i

(4) En varios puertos de Chile i del Perú, situados a cierta distancia del centro del terremoto i de la onda seísmica, se observaron dos clases de agitaciones: la una débil, que comenzó luego después del sacudimiento i habrá sido efecto local del mismo; i otra fuerte, que principió a las ocho de la noche mas o menos i tuvo su auge a las diez en todos estos puertos i podrá considerarse como la propagacion de la grande onda, que tuvo su origen cerca de Arica. La primera es en cierto modo análoga a la ola precursora citada.

Oparo, situadas a gran distancia entre sí en alta mar, resulta la velocidad igual de 360 millas por hora; lo mismo que para Sidney (?), Newcastle i Lyttelton, puertos situados a mayor distancia al oeste i en tierra firme, la de 318 millas, siendo tan sorprendente esta coincidencia completa, que no se podrá considerar casual.

En jeneral, la diferencia entre la mayor i menor velocidad, aunque considerable, no es, sin embargo, excesiva, puesto que no alcanza a la mitad de la velocidad mayor. Para la inmensa superficie recorrida i las diversas condiciones contrárias i favorables que la onda debia encontrar en sus trayectos, hai, pues, bastante conformidad i ésta confirma la exactitud tanto de las observaciones como de los cálculos deducidos de ellas.

Además de la velocidad, ofrece tambien algun interés la *duración* de las olas. Analizando bajo este respecto las observaciones mas detalladas que se refieren a los intervalos de tiempo en que las olas cambiaban, o mas bien, corrian por sus faces de vaciente i creciente, resulta que su duracion ha sido de 10 a 20 minutos en todos los puntos de observacion de la Polinesia. Como las islas de la Polinesia suben casi verticales del fondo del mar, es de presumir que este mismo sea, con corta diferencia, el tiempo que la ola dura en mar abierto. En Sidney su duracion fué un poco mayor, de 28 a 29 minutos por término medio; fué de 30 minutos en San-Pedro. En los puertos de fondo bajo de Nueva-Zelanda, su duracion ha sido mucho mas larga, de 45 minutos (Pigeon-Bay) a 90, i aun a 120 minutos en Lyttelton. Una duracion análoga mostraron las ondas en Talcahuano i otros puertos de Chile, i en el Callao, segun parece. Es claro que, si, como hemos visto, el fondo bajo del mar cerca de tierra retarda la marcha de la onda, ésta, quedando igual su anchura, necesitará mucho mas tiempo para recorrer sus cambios, i así se explica mui bien la marcha comparativamente lenta de estas ondas en las costas bajas. Es notable que los datos estén uniformes en constatar en estos casos una vaciante (que es la que siempre se ha observado primero) (5) mas o menos prolongada, seguida por una creciente sumamente rápida, que vuelve en forma de una pared vertical o de una marejada gruesa.

[5] Solo en la observacion de la isla de Upolu se refiere que la subida del mar fué lo primero.

Conociendo la velocidad i la duracion de las ondas, poseemos la escala para medir la anchura de ellas. Así, por ejemplo, una ola que corre 360 millas por hora i hace su flujo i reflujó en 20 minutos, tiene 120 millas de anchura. Las ondas de la marea lunar en océano abierto, como en el Atlántico, suelen tener hasta 500 millas de anchura. La de las ondas seismicas ha sido en jeneral inferior, aunque siempre mui grande. Computando la anchura de las olas de nuestro fenómeno, resultan valores que varían de 60 a 180 o 240 millas. Hai poca uniformidad, pues, debida sin duda a la observacion incompleta. Las cifras subidas corresponden a Lyttelton; las olas de Sidney tenían 150 millas; i las de los puntos de la Oceanía, 60 (islas de Chatham) a 150 (Honolulu) millas de anchura. Es difícil imaginarnos una ola que, sobre una altura comparativamente tan reducida, tenga muchas leguas de anchura.

Del mismo modo, pues, que las corrientes de mar, por mas rápidas que sean, no presentan analogía con la velocidad de las ondas seismicas, las marejadas mas gruesas quedan mui atrás de ellas en cuanto a duracion i anchura. Sin duda que la fuerza que mueve las ondas seismicas i las leyes que las gobiernan, son de carácter mui distinto de las que intervienen en aquellos fenómenos que nos son familiares por la observacion diaria. Es preciso, pues, buscar otras analogías, que nos puedan guiar en la investigacion de la naturaleza de las ondas seismicas. Efectivamente, yendo un poco mas lejos, hallamos luego un fenómeno que ofrece una analogía tan sorprendente con el que nos ocupa, que llega a ser identidad.

Es conocido que la onda de la marea lunar corre con suma rapidez, sobre todo, en alta mar, i que, lo mismo que en el caso de nuestro fenómeno, el navegante no se apercibe de ella. Hochstetter, al estudiar las causas i la marcha de las agitaciones del Pacífico producidas por el terremoto, examinó un mapa del atlas de jeografía fisica de Berghaus, trazado segun Whewel, que indica la marcha de las mareas lunares en el Pacífico i los *isoraquias* o lineas que corren por los puntos en que la pleamar se hace a la misma hora (tiempo de Greenwich), i están dispuestas de tal modo que entre cada una de ellas hai una hora de diferencia. Le sorprendió altamente el hecho de que, segun este mapa, la onda seismica habia caminado con la misma velocidad con que la onda de la marea

lunar atraviesa diariamente este océano. Marcando cada espacio entre dos de las líneas citadas de pleamar una hora de diferencia en la marea, es claro que la marea corre de un lugar a otro tantas horas cuantas de estas líneas se encuentran en su paso. Pues bien, entre Arica i Newcastle se cuentan 22 líneas isoraquias u horas de marea, i éstas coinciden del todo con las 22 horas 28 minutos que la ola del terremoto tardó para llegar de Arica a ese punto. Otro tanto sucede con la observacion de Upolu: hallándose esta isla a distancia de 16 horas de marea de Arica, la onda llegó a ella en 16 horas 2 minutos. Una analogía parecida, aunque no tan completa, hai en los demás puntos: islas de Chatham, Lyttelton i Oparo, i tambien en las islas de Sandwich i en Sidney, si prescindimos de la ola precursora. Resulta, pues, que la onda seísmica, por distintos que sean su orijen i fuerza, se acomoda enteramente a la marcha de la marea lunar. Es la misma velocidad la que por término medio corresponde a las dos.

Dependiendo la velocidad de la marea lunar sobre todo de la profundidad del mar, resulta que es menor cerca de tierra que en alta mar; i en conformidad con esto, vemos que los isoraquios están mucho mas juntos en la costa de nuestro continente i de Nueva-Zelanda, que en el océano abierto. Sobre todo en esta última costa es lenta la marcha de la marea. Corresponde con eso perfectamente la observacion hecha, de que la marcha de la onda seísmica fué comparativamente mui lenta tambien al acercarse a Nueva-Zelanda desde las islas de Chatham.

Asimismo es de suponer que la ola del terremoto cerca de la costa del continente sud-americano, donde las isoraquias corren a corta distancia una de otra, se ha propagado mas despacio que en alta mar, aunque allí esté tan inmediato al punto de su orijen i fresca la fuerza impulsora. Fundándose en eso, calcula Hochstetter que la velocidad de la onda en las primeras secciones desde su orijen ha sido de 194 millas por hora solamente, i que ésta fué tambien la velocidad de la ola inmensa que asoló a la desgraciada Arica. Tomando en cuenta además que en este puerto pasaron veinte minutos entre el sacudimiento i la llegada de la onda, saca la conclusion de que el centro del sacudimiento tal de la onda consiguiente ha estado a tal distancia de Arica, que tardó 10 minutos a lo menos en recorrerla, es decir, a 34 millas de la costa.

Por otra parte, no cabe duda de que en las rejiones abiertas del

océano, donde las isoraquias se hallan a mayor distancia, el guarrismo de la velocidad habrá excedido considerablemente el término medio de 360 millas por hora.

Parece a primera vista que la analogía que acabo de demostrar, de las ondas seísmicas con las mareas lunares, está muy en favor de la teoría preconizada por Falb i otros, de que los temblores son, lo mismo que las mareas, efecto de la atracción que la luna i el sol ejercen sobre la tierra, particularmente en ciertas constelaciones favorables. En este sentido la ha esplotado ya Spiller, un partidario de aquella teoría. Pero la igualdad de la marcha de los fenómenos no prueba de ningún modo la identidad de su origen. Por el contrario, la ciencia nos revela que el efecto será el mismo, sea que una masa de agua se ponga en oscilación por un sacudimiento del suelo, o sea que su nivel se altere por otra causa, como por la atracción de la luna. Los dos fenómenos deben obedecer a las mismas leyes, puesto que, según las investigaciones i cálculos de Airy, en jeneral la velocidad de las ondas depende de la profundidad del agua i de la anchura de la onda misma, siendo tanto mayor cuanto la profundidad i la anchura aumentan. Hochstetter reproduce el siguiente cuadro calculado por Airy, el cual hace ver perfectamente las leyes del movimiento de las ondas:

Siendo la hondura del agua i la anchura de una onda, en piés ingleses, de					
1,000	10,000	100,000	1,000,000	10,000,000	
la velocidad correspondiente de la onda es por segundo, en piés ingleses, de					
1	5,671	5,671	5,671	5,671	5,671
10	17,921	17,933	1,793	17,933	17,933
100	53,390	56,672	56,710	56,710	56,710
1,000	71,543	168,83	179,21	179,33	179,33
10,000	71,543	226,24	533,90	566,72	576,10
100,000	71,543	226,24	715,43	1688,3	1793,3

Se ve que, dando al Pacífico una hondura de 10,000 piés i a la onda una anchura de 1.000,000 de piés (165 millas mas o menos),

resultan para la velocidad valores que están bastante conformes con lo que arroja la observacion directa consignada en el cuadro de mas arriba.

Por otra parte, conociéndose la velocidad i la anchura de las ondas, la tabla de Airy permite calcular en sentido inverso la *profundidad del mar*. Así, hace tiempo se calculó la hondura del océano Atlántico con los elementos conocidos de la marcha de la marea lunar; i el resultado obtenido de 22,137 piés por término medio, coincide mui bien con las mensuras hechas.

Bache ha aplicado estas mismas teorías i tabla de Airy para calcular la hondura mui poco conocida del Pacífico mediante los datos que arrojan las ondas seísmicas, i últimamente Hochstetter ha seguido su ejemplo. Bache halló, mediante los datos de la onda del terremoto de Simoda en el Japon, que el término medio de la hondura del Pacífico entre Simoda i San Francisco es de 14,190 piés, i de 12,600 piés entre Simoda i San Diego. Las várias líneas de observacion que la onda de 1868 ha trazado al través del Pacífico han dado a Hochstetter múltiples datos para la hondura de las diversas rejiones comprendidas. Resulta de estos cálculos que la hondura de la parte média del Pacífico, es decir, la comprendida entre las islas de Sandwich i Nueva-Zelanda, varia de 8,844 a 17,303 piés. El primero de estos guarismos corresponde a la línea de Arica a Lyttelton, donde, como sabemos, la poca profundidad del mar en la costa de Nueva-Zelanda influye en rebajar el término medio de toda la línea. El último es el del trayecto entre Arica i Honolulu, cuya profundidad es mui grande, como se ve. Para las líneas de Chatham Oparo, resultan las honduras casi iguales de 11,478 i 11,351 piés respectivamente.

Resulta de estos mismos cálculos, que la rejion ecuatorial es la mas profunda, i que tanto al norte como al sur de ella, la hondura va disminuyendo. Siendo mui pocas las mensuras hechas en el Pacífico, estos elementos nuevos para la jeografia física del océano mas vasto del globo, no dejan de ofrecer un alto interés científico.

Tenemos, por consiguiente, en la onda seísmica un movimiento del mar, que, habiéndosele comunicado desde abajo por el sacudimiento del fondo sobre que descansa, se propaga por todo el espesor del agua i en todas direcciones con inmensa velocidad, que hemos podido medir hasta en diferentes secciones de su curso. Este movimiento forma en su comienzo en mar abierto unas ondas su-

manamente anchas de altura comparativamente inapreciable, las cuales pasan desapercibidas debajo del buque que las cruza i azotan con impetu ligero las islas aisladas; pero se hace violento i destructor al llegar a tierra firme, donde la fuerza dis tribuida antes en capas de aguas de miles de piés de altura, se condensa en aguas bajas i se arroja en marejadas gruesas i largas sobre la costa. Mostrando la onda seísmica en su apariencia jeneral una semejanza mui grande con las mareas lunares, el estudio de sus detalles no deja duda alguna sobre el hecho de que ambos fenómenos obedecen a las mismas leyes físicas.

Debemos este importante i curioso descubrimiento a los datos obtenidos sobre la onda de 1868, las cuales han hechado por primera vez alguna luz sobre la naturaleza de este fenómeno. Mediante este conocimiento será posible aprovechar i apreciar las pocas noticias que poseemos sobre ondas oceánicas pasadas. Los datos sobre ellas son mui escasos i datan todos de una época reciente; porque, como ya lo observé, no se han conservado noticias sobre efectos distantes de las grandes olas que en siglos pasados han asolado la costa del Pacífico, i los terremotos del mundo antiguo carecian, por su situacion alrededor del Mediterráneo, de semejante accidente. Convendrá, pues, echar una rápida ojeada a los terremotos accidentados por ondas lejanas que ha habido antes, para obtener unos puntos de comparacion i completar en lo posible la presente reseña del fenómeno.

El gran terremoto de Lisboa acaecido el 1.º de noviembre de 1755 es el primero de que se tiene noticia que haya causado ondas de alcance lejano. Estas tocaron la costa de España, Irlanda, África i de la isla de Madera i aun pasaron a la costa opuesta del Atlántico, sintiéndose en las Antillas. El sacudimiento de tierra tardó 25 minutos en recorrer la distancia de 535 millas marinas entre Lisboa i Madera, mientras la onda echó dos horas i média por el mismo camino, corriendo con la velocidad de 214 millas por hora.

El terremoto de Concepcion del 20 de febrero de 1835, a las 11 40 minutos, tan desastroso para Concepcion i Talcahuano, aunque sumamente intenso i acompañado de ondas mui fuertes, no estendió, sin embargo, su efecto a distancia comparativamente larga. Luego después del primer sacudimiento, la mar principió a retirarse en Talcahuano, i a la média hora, una ola terrible invadió el

pueblo, la cual fué seguida de otras dos, que alcanzaron hasta 25 piés sobre de nivel de las mareas mas altas. El temblor se sintió desde Chiloé hasta Copiapó i desde Juan Fernandez hasta Mendoza. En los mismos límites parece que se detuvo la onda seísmica. En Chiloé, Valdivia i Juan Fernandez fué donde se hizo sentir mas; en este último punto, grandes olas batieron la costa después de haberse retirado la mar hasta dejar en seco unas anclas antiguas que allí habia. Este terremoto fué además notable por haber causado un solevantamiento de la costa, fenómeno que ha faltado en 1868.

Un terremoto de Chile; que sin embargo en la mayor parte del país apenas ha sido sentido, es el que de todos los conocidos ofrece mayor analogía con el de 1868. Hablo del que se esperimentó en Valdivia i Chiloé, el 7 de noviembre de 1837. En Chiloé su memoria ha quedado bastante viva hasta la fecha, i la tradicion popular refiere de él que todos los fenómenos del temblor respondian a la cifra 7, puesto que acaeció a las 7 de la mañana del dia 7 de noviembre de 1837, i que hubo siete mareas grandes, etc. No parece, sin embargo, exacta esta creencia en cuanto a la hora, porque la relacion oficial datada en Valdivia la fija en las 8 h. i 5 minutos. No siendo todavia comunes en aquella época los relojes en los campos de Chiloé, esta pequeña discordancia de la hora no se debe extrañar. Además, es fama en esa provincia que desde aquel terremoto, el clima del archipiélago ha sufrido notablemente, madurando los granos en una época mas avanzada del año, i habiendo quedado apestado el manzano. Se le atribuye, pues, que desde entonces las cosechas se echen a perder a veces por las lluvias tempranas i que las manzanas i la cidra escaseen mucho. Los sacudimientos fueron mui fuertes en Chiloé i Valdivia: se arruinaron los pocos edificios de cal i canto que habia en esas provincias i algunos de madera, sin causar, sin embargo, daño de consideracion. Mui fuertes fueron los flujos i reflujos que penetraron a los canales mas distantes del interior de Chiloé. En Talcahuano se sintió un sacudimiento bastante recio i hubo "un pequeño retroceso de la mar e interrupcion de las mareas por algunos dias." Fenómenos al parecer no demasiado violentos tuvieron, sin embargo, un alcance sumamente vasto, puesto que la onda seísmica causada por este sacudimiento no cedió casi a la de 1868. Además, su curso fué mui parecido al de ésta, tocando varios puntos idé-

ticos. La ola llegó a las islas de Sandwich a las seis de la tarde del mismo día. La marea bajó de repente 8 piés, dejando en seco los arrecifes, i volvió en seguida; i este cambio se repitió durante algunas horas con intervalos de 20 a 28 minutos. Tomando en cuenta la diferencia de tiempo de 5 horas 32 minutos, debida a la diferencia de longitud entre Valdivia i Honolulu, resulta que la duracion del viaje fué de 15 horas 27 minutos, lo que coincide bastante bien con la velocidad de la ola en 1868. El fenómeno fué observado tambien en Upolu i en todo el archipiélago de Samoa, tocado igualmente por la onda de 1868, segun vimos. Además se notó la ola de 1837 en las islas de Gambear, Vavao i Tahiti. Se ve que los pormenores poco conocidos de este temblor ofrecen el mayor interés.

Una ola seismica que tuvo lugar en una parte distinta del Pacífico i difiere de las anteriores por su marcha en direccion opuesta de oeste a este, fué la que causó el temblor ya mencionado de Simoda, el 23 de diciembre de 1854 a las 9 de la mañana. Media hora después fué invadida la ciudad por una ola inmensa, que se repitió cinco o seis veces. A mas de la ruina de Simoda, el temblor destruyó la ciudad de Osaka i alcanzó a sentirse en Yedo. La ola pasó por la isla de Peel, del archipiélago de Bonin, al sud-este del Japon, donde se elevó 15 piés sobre el nivel de las mareas i dejó completamente en seco los arrecifes, i continuó su marcha al este hasta tocar la costa de California, haciendo variar los mareómetros de San Francisco i San Diego. Las oscilaciones observadas mediante estos instrumentos se limitaron a cambios de nivel de hasta 0.65 i 0.56 piés, repetidos con intervalos de 22 a 35 minutos. Las curvas delineadas por los mareómetros citados, segun Bache, se asemejan en todo a las descritas de Sidney. El siguiente cuadro dará los demás pormenores:

CAMINO DE LA ONDA.	DISTANCIA Ms. marinas	DURACION DEL VIAJE.		VELOCIDAD.		ANCHURA DE LAS ONDAS millas.
		horas.	minuts.	Por hora. millas.	Por segundo piés.	
Simoda-S. Francisco	4527	12	25	366	617.7	210-217
— San Diego....	4917	13	50	355	597.4	186-192

Por último, mencionaré como ejemplo bastante reciente la ola que recorrió la misma zona del Pacífico el 30 de junio de 1868. Un espantoso temblor que precedió a una erupcion del volcan Moína-Loa en la isla de Hawaii, archipiélago de Sandwich, fué acompañado de fuertes oleadas que barrieron la costa de la isla. Esta ola atravesó el océano i se hizo sentir en San Diego, San Francisco i Astoria, recorriendo las 2,000 millas, mas o menos, de camino en 5 horas, o sea, a la razon de 400 millas por hora.

Hé ahí la lista de las ondas seismicas oceánicas conocidas, la cual viene a cerrar, por ahora, la onda de 1868 que nos ocupa. No deja de ofrecer algunos puntos de vista curiosos.

Deteniéndonos de paso un momento en la consideración del hecho citado algo singular, de que el temblor de 1837 causó una variacion perjudicial en el clima de Chiloé, observaré que Darwin, que visitó a Chiloé en 1835, asegura que las cosechas peligran a menudo a causa de las lluvias. Parece, pues, que no ha habido tal cambio en el clima.

Mas bien estoi dispuesto a creer que aquella tradicion es una ficcion debida a la inclinacion innata a todo pueblo de ponderar los tiempos antiguos. La esterilidad del manzano mas bien será efecto del abandono en que se le tiene. Lo cierto es que por aquellos años, Chiloé pasó por una época de transicion (de colonia privada del contacto del mundo, a parte integrante de la República i abierta al comercio), la cual no estaria exenta de consecuencias desfavorables. Coincidiendo con eso el terremoto que tanto impresionó el ánimo de los habitantes, sirvió para datar de él aquella época, notable sobre todo por la decadencia de la agricultura, con lo que no habia mas que un paso para ponerla en relacion causal con aquel fenómeno. En la vida tranquila i exenta de mayores eventos que dejaban antes estos buenos isleños, los temblores siempre les han servido para marcar las épocas. Tenemos, pues aquí un ejemplo curioso del modo como las grandes catástrofes del globo se ligan a las leyendas i tradiciones de un pueblo.

Volviendo de esta digresion a las ondas seismicas, vemos que hai tambien ondas que corren de oeste a este, como las de Simoda i Hawaii, en oposicion a la opinion de algunos, que por atribuir el orijen de los temblores i mareas consiguientes, a la atracción de la luna, suponen que corren siempre en direccion de la marcha de ésta, es decir, de este a oeste.

El ejemplo de la onda de Hawaii prueba que los temblores causados por *erupciones volcánicas* son enteramente iguales a los en que esta causa no es aparente, puesto que son acompañados de las mismas agitaciones del mar. Me parece que ésta es una pequeña prueba mas a favor del orijen volcánico de los temblores.

Es difícil darse cuenta del hecho de que una fuerte agitacion del mar en Valdivia i Chiloé, que estendió su alcance desde allí al través del Pacifico, no afectó en mayor grado la costa de Chile, notándose en Talcahuano solo un pequeño retroceso del mar: la situacion abrigada hácia el sur de los puertos de nuestra costa podrá esplicar suficientemente este hecho.

Es igualmente difícil de esplicar la diferencia del alcance de las olas de 1835 i 1837 causadas por temblores que tuvieron sus centros a poca distancia en la costa de Chile, no pasando la ola tan fuerte de 1835 mas allá de Juan Fernandez, mientras la de 1837 tuvo un alcance tan lejano. Si me fuese permitido aventurar una conjetura a este respecto, diria que nos debe guiar la circunstancia de que el terremoto de 1835 causó un notable sollevantamiento de la costa, que parece haber faltado en el de 1837. Sin duda la parte levantada de la costa no puede haber estado distante del centro del sacudimiento. Aun cuando no consideremos esencial que el temblor cause un sollevantamiento mas o menos duradero del suelo, tenemos motivo para inferir que el centro del terremoto de 1835 estaba mucho mas cerca de la costa que el de 1837, que no levantó la costa. Aquél removeria, pues, el fondo del mar en una parte comparativamente baja, mientras éste alcanzaria a sacudir el océano a gran profundidad. Sabiendo ya que la intensidad de las ondas es proporcional a la hondura del mar que recorren, se explica la vasta estension de la onda de 1837 i la reducida esfera de la de 1835. La comparacion con el terremoto de 1868, que no causó sollevantamiento de la costa cuyo centro, segun el cálculo citado arriba, distaba a lo menos 33 millas de ella, pone mejor todavia en relieve esta misma diferencia i sus diferentes efectos. Contrasta con los terremotes acompañados de fuertes agitaciones marinas, el de 1822 en Chile, que a la par de ser mui fuerte i ocasionar un sollevantamiento de la costa de 3 piés en los alrededores de Valparaiso, causó solo una subida del mar de 8 piés. Sin duda su parte central se halló mas apegada todavia a la costa que en 1835. Resultaria de esto la

regla, si es que fuese permitido sacar una regla de tan pocos casos, que los temblores de centro inmediato a la costa firme i solavantamiento consiguiente de ella no causan ondas seismicas de alcance lejano, mientras en circunstancias contrárias son susceptibles de hacerlo, por remover el mar a gran profundidad. Tocar á a futuras observaciones i estudios comprobar o refutar esta teoría.

Es sorprendente que las ondas de los terremotos de 1837 i 1868, cuyos centros distan como 1400 millas, hayan elegido vias casi iguales al atravesar el Pacífico, llegando a tocar las islas de Sandwich i Samoa bajo circunstancias enteramente análogas. Es como si estas ondas, aunque saliendo de diferentes puntos, eligieran en su curso ulterior ciertas rutas predilectas. Los espacios mas profundos i libres de islas serán, sin duda, los en que la onda corra mas libremente i de preferencia; además, quizás ciertas inclinaciones del fondo favorecerán su marcha. Faltará tambien investigar en lo futuro la influencia que pueda tener sobre la onda la corriente antártica, llamada tambien de Humboldt, que recorre las costas de Chile i el Perú.

En jeneral, la reseña de las ondas seismicas conocidas que precede confirmará la notable uniformidad de sus detalles. En los de toda la lista, no hallamos mayor diferencia que la que nos ofrecen las diversas faces de la onda de 1868. Son los mismos valores para la velocidad i anchura de las olas, es la misma curva la que describen los mareómetros de Australia i California, son el mismo efecto i apariencia los en que llegan a tocar las costas, ya sea que su impulso salga de las entrañas incandescentes del Mouna-Loa o de la base del silencioso Misti.

Grande es el triunfo que celebra la ciencia al constatar que las oscilaciones del mar causadas por los terremotos, no son gobernadas por el acaso, sino que obedecen a ciertas leyes i que éstas son idénticas con las de las mareas lunares. Siendo éstas últimas de importancia tan prominente i esencial en la actitud fisica de nuestro globo, es un gran descubrimiento el de haber hallado en las ondas seismicas un análogo, que lo mismo que aquéllas, hace su marcha misteriosa al través de los océanos con velocidad increíble.

Cuanto mas reciente e imperfecto sea este ramo de la ciencia, conviene estudiarlo i cultivarlo con los medios que el inmenso poder del jenio humano está poniendo a nuestra disposicion. A Chile, país que en las orillas del Pacífico está a la vanguardia de la cien-

cia i de las letras i que es frecuentado además continuamente por temblores, corresponderá sobre todo el contribuir por su parte a tan noble fin. Podrá ser objeto de otra comunicacion el llamar con este motivo la atencion sobre los métodos usados en otras partes, que convendria adoptar en Chile para observar, tanto los temblores de tierra, como las oscilaciones consecutivas del mar.

MINERALOGÍA. — Descripción de los depósitos de nitrato de soda existentes en Bolivia, entre los grados 23 i 24 de latitud sur. — Comunicacion a la Facultad de ciencias físicas i matemáticas, por don Manuel A. Prieto.

Era hasta hace muy poco tiempo un enigma la existencia del depósito de salitre en la cuenca u hoya del salar del Cármen, propiedad de la casa Milbourne Clark i C.^{ta}. En efecto, su ninguna semejanza con el terreno i modo de formacion de la misma sustancia en el Perú, habia dado márgen a un sinnúmero de suposiciones sobre su oríjen, todas las cuales no sacaban de dudas ni aun lo explicaban de un modo que satisficiera a médias.

Para comprender el interés que esta localidad ofrece, es necesario ante todo conocer su posicion jeológica i la naturaleza de su yacimiento.

Saliendo del puerto o caleta de Antofogasta, cuya latitud es 23° 47', situado en la bahía de la Chimba, que está formada por la península de Mejillones al sur, i dirijiéndose al N. E. como uno i medio quilómetros, se entra en una quebrada que se encamina casi al oriente por entre los cerros, graníticos en su mayor parte, que forman la cadena de la costa, i que se encuentra enteramente aislada de las cerranías del interior por un valle longitudinal en una distancia como de 15 leguas.

Dicha quebrada, que tiene una gradiente fuerte i en partes hasta 8.5 %, sube 560 metros i desciende en seguida hasta el valle mencionado, en el cual encuentra la vista desde luego una grande estension de terreno en forma de lago, con sus orillas terminadas lo mismo que un depósito de agua i encerrada por cerros, escepto al norte. Este es el salar del Cármen, donde se encuentra el establecimiento de los señores Milbourne Clark i C.^{ta}, distante de la caleta