

diente correspondientes á cada una de las dos estaciones y tomar el promedio de estos dos valores como cota verdadera.

En el método estereoscópico se miden con el estereocomparador—porque nunca ha de prescindirse de este aparato—, más fácilmente que con el transportador, los elementos que definen la posición de cada punto; se calculan con el tablero de Pulfrich las coordenadas de éste y se transportan al plano. No sólo no es precisa aquí la identificación de puntos, sino que, como consecuencia de esto, tampoco hay que marcar éstos en la fotografía, como se hacía en el método antiguo.

Los trabajos de gabinete son, como vemos, próximamente iguales en ambos métodos, con la ventaja á favor del estereoscópico de no exigir la identificación de puntos y de disponer de vistas del terreno con efecto de relieve.

Muy de tener en cuenta es, en la fotografía estereoscópica, la facilidad con que puede comprobarse la disposición y valores de todos los elementos en que la determinación de las coordenadas de los puntos ha de apoyarse; basta, para efectuar esta comprobación, comparar las conocidas de puntos de la triangulación previa, con las que para los mismos se deducen al hacer coincidir con ellos el estilete del estereoscopio.

Finalmente, vamos á ver que la aproximación que con el método estereoscópico puede obtenerse es muy superior á la que da el de intersecciones, siendo ésta, indudablemente, la más trascendental de las ventajas que sobre éste presenta aquél. Para convencernos de esto, examinaremos someramente los errores que en uno y otro método pueden cometerse.

Comencemos por el de medidas de bases. Siendo las estereoscópicas, como ya hemos visto, diez ó doce veces menores que las otras, en esta misma proporción se reducirán los errores absolutos respectivos á igualdad de sistema de medida.

Las distancias á que los puntos se hallan de las estaciones se miden en el método de intersecciones gráficamente con un doble decímetro, y en el de paralajes se calculan, en función de la base, la distancia focal de la cámara y la paralaje del punto, resultando en éste mucho más exactas que en aquél.

A igualdad de distancias, los errores en la posición de dos puntos determinados por uno y otro método, son proporcionales á los que se cometan en la fijación de las imágenes respectivas en las placas. En el antiguo, este error era el diámetro del punto que con el lápiz se marca al hacer la identificación de imágenes, diámetro que no bajará de 0,00025 metros; en el método moderno, este error se reduce al que el estereocomparador comete en la medida de abscisas y ordenadas en la estación de la izquierda, es decir, á 0,0001 metros.

Por otra parte, al paso que en el último no existe otro error que el indicado al fijar la proyectante de cada punto, en el método antiguo se suma al ya precitado el procedente de la medida de ángulos azimutales y de pendiente, que ha de efectuarse con el transportador fotográfico, en el que la mayor apreciación es de diez minutos.

Vimos por las anteriores consideraciones que si el método de intersecciones representaba un notable adelanto en los procedimientos topográficos anteriores, el de paralajes le aventaja notablemente, y es insustituible en multitud de casos y ventajoso en casi todos por varias causas, siendo una de las principales, entre éstas, la enorme economía de tiempo y dinero que supone, y que puede llegar frecuentemente al 80 y hasta el 90 por 100.

Ahora veremos cómo el estereoaquígrafo del Capitán von Orel suprime por completo todos los cálculos, dibujos y construcciones auxiliares que antes de su aparición eran indispensables, y cómo la fotogrametría estereoscópica automática repre-

senta, respecto de la no automática, un avance aún mayor que el de ésta respecto de su predecesora, la metrofotografía de Laussedat.

(Continuará.)

Manantiales geodinámicos⁽¹⁾

(CONTINUACIÓN)

Algunas experiencias y ensayos de una teoría.

Expuestos á grandes rasgos los fenómenos que conozco más notables, indicadas algunas opiniones, quedame ahora la parte más difícil de mi trabajo; arremeter contra obra tan débilmente cimentada como la teoría geológica es tarea llana para cualquiera, como lo reconoce De Launay en su *Historia de la Tierra*, cimentar nuevas opiniones es abrumador trabajo, y si yo, menos que modesto estudiante, creíme facultado para atacar la obra de indudables prestigios, de reconocidos sabios, ¿qué ataques no aguardan á este pobre fruto de mi fantasía que ni tiene el apoyo de un nombre ni la aprobación de un prestigio ni siquiera el valor de la ciencia? Pero si el infierno se halla empedrado de buenas intenciones, el camino del saber se apoya sobre el polvo de las equivocaciones, y para tal uso acaso sea aceptable mi modesta publicación. Las opiniones de Schardt de De Launay, atribuyen la aparición de las aguas termales á un fenómeno parecido al de las capas artesianas, pues suponen que el agua no puede mecánicamente descender, y que se eleva bien por el tan discutible termosifón del primero, bien por el tubo acodado del segundo; el calor, en ambos casos, no desempeña otro papel que el de calentar el agua; Suess y A. Gautier dejan el problema en el misterio aun no concretado de las erupciones volcánicas, y en la teoría del geyser el agua siempre se supone que llega de zona más alta que el punto de erupción.

No satisfaciéndome ninguna de estas teorías, traté de averiguar si sería posible que pura y exclusivamente por la acción del calor el agua se elevara desde un recipiente hasta un punto de mayor cota, y creyendo que podría con ensayos de laboratorio resolver el problema, planteé y resolví éste en la forma que expongo en este capítulo.

Mis primeros ensayos no se hicieron con el aparato que va en estas láminas, sino que utilicé un matraz de doble boca uniendo una de ellas, por un tubo de goma de 6 metros de longitud y de un centímetro de diámetro, con un recipiente lleno de agua fría (en las primeras experiencias puse hielo) y sacando de la otra boca un tubo de vidrio vertical de 4 milímetros de diámetro y doblado en su extremo; el matraz lo dispuse sobre un foco de calor, quedando unos 30 centímetros por debajo del nivel del agua y elevándose el codo del tubo de vidrio á otro tanto sobre el mismo nivel; al cabo de poco tiempo, al empezar la ebullición, fué elevándose el agua por el tubo de vidrio saliendo por la boca sin que en el recipiente frío se notara la menor alteración de temperatura; en principio, estaba el problema resuelto; el calor sólo podía producir la elevación del agua; el núcleo central podía enviar á la superficie el agua del mar en forma de manantiales.

La fragilidad de los aparatos de cristal me obligó á sustituirlos por otros de metal, y tras larga serie de ensayos en los que me hallaba á veces ante casos imprevistos que hacían variar diametralmente mis ideas, creyendo unas veces que era mi artefacto-

(1) Véase el número anterior.

to algo que como la palanca de Arquímedes podía mover el mundo, pensando otras muchas que era ridículo é inútil, llegué al que exhibí en el Ateneo Tinerfeño y con el cual senté la teoría geodinámica que ahora estoy exponiendo.

Sustituí el matraz por una caldereta tubular de cobre de 30 centímetros de largo y 7 metros de diámetro con dos orificios opuestos, en uno de los cuales se ajustaba el tubo que comunicaba con el depósito y en el otro se atornillaba el tubo vertical, que se componían de uno de latón de un metro de largo y 4 milímetros de diámetro, al cual se ajustaba un tubo de goma de 1,60 metros que llevaba en su extremo uno de cristal, cuya punta se hallaba afilada al soplete para no dar paso sino á una escasa cantidad de agua ó de vapor; este tubo de cristal se enchufaba, ya en marcha normal el aparato, á otro tubo de goma que en forma de serpentín se sumergía en un refrigerante dando salida gota á gota al agua que caía de nuevo en el depósito de donde saliera. La elevación máxima del agua fué de 2 metros sobre el nivel del recipiente, creyendo yo que podría aumentarse esta altura.

Horas enteras mantuvo en marcha el aparato con el menguado calor de un infiernillo de petróleo, sin que el depósito acusara modificación en la temperatura y produciéndose el fenómeno de la elevación con regularidad perfecta; el oído acusaba el arrastre por el vapor del agua que se condensaba en las paredes y que se veía pasar por el tubo de cristal del extremo, y tan escasa era la cantidad de vapor que llegaba al serpentín, que á pesar de no haber variado el agua del condensador y ser ésta en cantidad escasa, no se observaba elevación de temperatura en la gota que caía á la hora y media de efectuarse el fenómeno.

Pero si bien se acusaba una perfecta regularidad en la marcha normal del aparato, el llegar á ella fue para mí más que difícil obra que me obligó á batallar con innumerables dificultades hasta comprender el mecanismo del fenómeno; en primer lugar, hube de disponer el tubo de goma, porque era imposible hacer subir el agua toda la altura mientras no se caldeaba el tubo ascendente, y para obviar el inconveniente doblaba el de goma, no obligando al agua sino á una elevación de unos 30 centímetros sobre el nivel del recipiente, hasta que se caldeaba el tubo, en cuyo momento ya me era posible la elevación que quería; además, vi la necesidad de la punta capilar del tubo de vidrio, en que de no adaptarla produciase, sí, la elevación; pero siendo sobrado rápida, penetraba el agua fría en la caldera en mayor cantidad de la que podía vaporizar y se interrumpía el fenómeno, que en este caso tenía la periodicidad del geyser.

Hecha la experiencia, repetida distintas veces y en condiciones variables después de infructuosos fracasos y de algunos aciertos, fácil era ya sentar el principio teórico que regulaba aquella circulación.

Prescindiendo en absoluto del comienzo del fenómeno y admitiéndolo ya en marcha regular, tenemos que en la caldera se ha formado una cantidad de vapor que se extiende por las dos salidas á los tubos que van á parar al recipiente frío y al condensador; los primeros ensayos con el matraz, aunque siempre de muy escasa duración, me revelaron que en éste no queda sino una insignificante cantidad de agua; á una cierta distancia del foco de calor se condensará el vapor en ambos tubos; pero esta distancia depende de las condiciones térmicas del aparato; en el tubo que comunica con el depósito de agua fría, después de condensarse ésta, irá el calor transmitiéndose á través del agua hasta perderse en el recipiente y en la atmósfera, determinándose quizás una corriente secundaria por la teoría del termosifón, dentro del tubo de goma de 1 centímetro.

En el tubo vertical el vapor va perdiendo calor por radiación

y por trabajo, condensándose en lo alto del tubo al vencer las resistencias del paso del tubo capilar y del arrastre del agua; entre los dos puntos de condensación tenemos una masa de vapor de agua, cuyas propiedades no me son muy conocidas, pues se trata de una masa heterogénea donde el vapor pasa del punto de condensación á un recalentamiento sobre el hogar para seguir como vapor recalentado ó saturado, según el punto, y condensarse de nuevo.

En tan variable masa difícil es dar leyes, y esto quédese si acaso para los que dominan la difícil ciencia física, ya que no se trata de un ciclo termodinámico, sino de las propiedades del vapor de agua entre estos dos puntos críticos; pero sí se puede afirmar que la masa tendrá propiedades análogas á la de los gases, y una de ellas es transmitir en todas direcciones la presión que recibe en un punto; ahora bien, en el punto de condensación en el tubo del depósito habrá una presión debida á la altura del agua é igual á ella, que llamaremos H y que se propagará á través de la masa gaseosa del vapor, modificándose por resistencias que desconozco, dando lugar en el otro punto crítico á una presión que representaré por la fórmula

$$h \left(1 - \frac{1}{s}\right)$$

siendo s un coeficiente desconocido que depende de las resistencias de los tubos y del papel que el recalentamiento ejerce en esta acción; si suponemos que en el punto de salida hay una presión h , tendremos

$$h \geq H \left(1 - \frac{1}{s}\right)$$

fórmula fundamental que voy á tratar de discutir.

Discusión de la fórmula.

Si $h > H \left(1 - \frac{1}{s}\right)$, es decir, si la presión que obra en el extremo del tubo alto es mayor que la que transmite el empuje hidrostático á través de la masa de vapor, el fenómeno no puede verificarse.

En el caso del aparato cesaría la circulación, como efectivamente ocurre si se enfría el tubo ascendente; aumentando la condensación y, por lo tanto, los arrastres; pero si supusiéramos que cada punto del tubo recibe la cantidad de calor necesaria y suficiente para que el vapor ó el agua tengan la misma temperatura, cualquiera que sea el sentido de la circulación, si

$$h > H \left(1 - \frac{1}{s}\right) > \frac{H}{1 - \frac{1}{s}}$$

entonces se verificará la circulación en sentido contrario, y por el mismo mecanismo el agua pasaría desde el punto alto al depósito previas las transformaciones vistas, si

$$h > H \left(1 - \frac{1}{s}\right) < \frac{H}{1 - \frac{1}{s}}$$

el agua no puede salir por el punto alto, pero tampoco puede retrogradar, y en este caso se produciría un extraño estado de equilibrio, mejor dicho, como s depende indudablemente de la marcha del fenómeno, ocurriría algo de lo que pasa en las circulaciones de agua, que por poca que sea la presión hidrostática nunca puede equilibrarse por los rozamientos; pero puede el movimiento hacerse tan lento que no se observe si

$$h = H \left(1 - \frac{1}{s}\right)$$

habrá equilibrio por lo menos teórico, y por último, si

$$h < H \left(1 - \frac{1}{s}\right)$$

el agua se moverá en el sentido ascendente dando lugar á la circulación en la forma ya descrita en las experiencias.

En resumen: *la presión hidrostática correspondiente á la diferencia de altura entre el nivel del depósito y el punto donde el agua se convierte en vapor, es la fuerza que actuando á través de la masa gaseosa del vapor de agua puede determinar una fuerza vertical en el punto donde el vapor se condensa para convertirse en agua, dependiendo la intensidad de esta fuerza del modo de actuar el vapor de agua en condiciones físicas completamente heterogéneas.*

Otro punto á considerar, antes de pasar á la teoría geodinámica, es la temperatura de los puntos críticos; en el de paso de agua á vapor será ésta de $(100 + n)^\circ$, llamando n al aumento necesario para producir la vaporización con la presión H ; pero en el paso del vapor á agua tendremos la temperatura $(100 + n')^\circ$, siendo n' el aumento debido á la presión h ; si $h < H$, $n' < n$.

Indudablemente la experiencia por mí realizada, si bien puede servir de apoyo á este ensayo de teoría, adolece de multitud de defectos en su comparación con la naturaleza; sería preciso que en cada punto se pudiera dar al vapor ó al agua la cantidad necesaria de calor, y que entre los puntos críticos el vapor no fuera abandonando su calórico propio por la radiación del tubo, sino que llegaría á ellos en las condiciones precisas que supongo en la teoría; además hay propiedades, como la conductibilidad, que no pueden reducirse á escala; podrán las distancias y alturas guardar relaciones con los volúmenes, con las secciones, con los focos de calor y con las presiones; pero la conductibilidad es propiedad absoluta, y por lo tanto no puede reducirse á proporción para dar ó quitar en espacios reducidos la cantidad de calor que adquiriría ó perdería el agua en el caso de la naturaleza.

Además la presión con que he trabajado ha sido pequeña, 30 centímetros de altura de agua, y á pesar de ello en algunas ocasiones, cuando me limitaba á una escasa elevación, obtenía chorros de agua continuos que no podían durar, porque calentándose rápidamente el tubo, salía á los pocos momentos el agua convertida en vapor; la elevación á dos metros en un tubo sin recubrir, con la natural condensación del agua, hacía más difícil el fenómeno, saliendo ya en este caso solamente gotas por el extremo del tubo que sumergía en el condensador.

Mis observaciones en el orificio de entrada del agua fría, por medio de cuerpos muy ligeros, como picadura de tabaco, para ver el sentido de la corriente, me hicieron ver que, aparte de la corriente insignificante que se producía según la marcha del agua, insignificante por la pequeñez de la experiencia, parecía acusarse una corriente secundaria que podía ser la de la teoría del termosifón.

Otra observación que hice fué la siguiente: en algunos momentos en que, por no conocer aún bien el fenómeno, traté de producir elevaciones grandes con el tubo vertical frío, en vista de que no se iniciaba el fenómeno, forcé el calor por medio de un soplete. Naturalmente no se produjo aquí; pero al observar que por el excesivo recalentamiento de la caldera ya no había en ella agua, retiré el foco de calor, y al penetrar el agua fría y producirse la brusca formación del vapor se elevó éste con el agua por el tubo vertical, saliendo por el extremo durante un breve instante; esto, que fué un accidente, acaso me permita explicar los fenómenos antes expuestos del volcán de Tinguaton.

JUAN JOSÉ SANTA CRUZ,
Ingeniero de caminos.

(Continuad.)

HORAS DE SERVICIO Y DE DESCANSO EN LOS FERROCARRILES ALEMANES

por

KIENITZ

Consejero íntimo de regencia, en Berlín.

(Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnericallungen.)

Los servicios de verano del año 1913 en los ferrocarriles alemanes señalarán el origen de una importante innovación: nos referimos á las horas de servicio y de descanso del personal. Antes de la aplicación integral de esta medida se pasará todavía algún tiempo, porque, á parte de las condiciones de presupuesto que influirán en las diferentes administraciones de los ferrocarriles del Estado, presenta dificultades intrínsecas más graves, que á primera vista no parecen existir. Sin embargo, el nuevo Reglamento no tardará en ponerse en vigor, resultando, por consiguiente, interesante estudiarlo detenidamente en la actualidad.

Se sabe que la limitación del tiempo de servicio y de descanso de los empleados de ferrocarriles, durante los últimos años, ha sido objeto de extensas y violentas discusiones públicas. Mucho se ha escrito sobre este particular en los periódicos de las diferentes Asociaciones de empleados, mucho se ha hablado en las reuniones de éstas, se ha invocado á la opinión pública por medio de peticiones dirigidas al Parlamento, hasta que, por fin, el Reichstag, ocupándose del asunto, ha invitado, por vía de resolución, á los Gobiernos confederados para dar á esta cuestión una solución legislativa valedera para todo el Imperio. Ahora bien, en el intervalo se entablaron negociaciones entre las diferentes Compañías para llegar á un acuerdo con objeto de modificar el «Reglamento común relativo á la duración normal de servicio y de descanso de los agentes del servicio activo de ferrocarriles». Estas prescripciones habían sido elaboradas en 1899, de común acuerdo por las Administraciones alemanas de los ferrocarriles de Estado. En 1909 se publicó una nueva edición en la que únicamente se hicieron cambios de redacción. Por el contrario, los diferentes ferrocarriles de Estado aceptaron, desde esta época, disposiciones especiales, á veces bastantes importantes. En estos últimos tiempos, debido á la iniciativa de Prusia y bajo la Dirección del Oficio imperial de ferrocarriles, se entablaron nuevas negociaciones que han tenido por resultado el nuevo Reglamento, del que nos ocuparemos en el presente artículo.

Todas las Administraciones alemanas de ferrocarriles del Estado se han adherido á esta convención. El Estado bávaro, como hizo precedentemente, se ha adherido al acuerdo tomado, á título de libre consentimiento; igualmente ha hecho la Compañía de Lübeck-Büchen, que es la mayor Administración alemana de ferrocarriles privados, cuya situación, desde el punto de vista de sus relaciones con el Estado de Lübeck, se aproxima, poco más ó menos, á la de los ferrocarriles del Estado. El problema de saber en qué medida y en qué plazo adoptarán el nuevo Reglamento el resto de los ferrocarriles privados alemanes, está subordinado á las decisiones de la inspección de la Administración superior en los diferentes Estados de la Confederación.

Esta iniciativa espontánea de los ferrocarriles del Estado de Alemania es de suma importancia, puesto que las resoluciones votadas en el mismo sentido por el Reichstag no hubiesen podido recibir sanción eficaz; aun cuando el Reglamento por vía legal hubiese sido posible, adolecería de un vicio radical, puesto que, en virtud de su derecho privilegiado constitucional, el ferro-