

Street; el desarrollo de la red electrificada será, aproximadamente, de 60 kilómetros de línea.

El sistema de tracción elegido es el de corriente continua, 650 voltios, análogo enteramente al empleado en las líneas francesas de arrabales, por el Oeste-Estado y la Compañía de Orleans; el sistema de corriente monofásica, empleado en las líneas próximas al London-Brighton, ha sido desechado por resultar excesivamente caro. La corriente llega a los trenes por un tercer carril colocado lateralmente; el conductor de tierra, conforme a la práctica inglesa, está constituido por un cuarto carril colocado en el centro de las vías.

Los carriles conductores son de acero dulce especial, pesan 52 kilogramos por metro y contienen una cantidad de carbono muy pequeña.

Están montados sobre aisladores de porcelana del modelo usual, unidos a las traviesas por soportes de fontanería maleable; los aisladores especiales de anclaje están colocados de distancia en distancia para impedir la marcha longitudinal de los conductores de alimentación, debido a las variaciones de temperatura.

Cada tramo de carril se une al siguiente por medio de cuatro enlaces de cobre flexible, de una sección total de 900 milímetros, equivalente, desde el punto de vista de la resistencia, a la del mismo carril.

A.—ESTACIÓN CENTRAL.

La central de vapor, en construcción en Stonehidge Park, producirá directamente corriente trifásica a veinticinco periodos y a la tensión de 11.000 voltios.

Comprenderá cinco turboalternadores de 5.000 kilovatios, susceptibles de desarrollar unidos, sin fatiga, durante dos horas, una potencia de 31.000 kilovatios; además, se tomarán todas las disposiciones necesarias para poder doblarla en el porvenir (turbinas Westinghouse, alternadores Siemens).

El hogar se compondrá de veinte calderas Babcock y Wilcox con parrillas automáticas y economizadores Green. Las calderas estarán dispuestas en dos baterías colocadas paralelamente al eje de la sala de máquinas y cada una tendrá su chimenea especial.

El carbón, depositado cerca de uno de los extremos de la fábrica, se transportará al interior de ésta por medio de dos aparatos convergentes y dos elevadores lo subirán a los silos colocados encima de las calderas. Las cenizas y las escorias se evacuarán mecánicamente y el carbón para las calderas se pesará automáticamente.

La circulación y enfriamiento del agua de los condensadores se asegurará por medio de una batería de refrigerantes y de bombas y también con depósitos de agua; ésta provendrá de un manantial subterráneo situado a 150 metros de profundidad, y se elevará por medio de una bomba impelente.

B.—SUBESTACIONES.

La corriente a 11.000 voltios se transformará en las subestaciones, en corriente continua a 650 voltios; cada una de ellas comprenderá tres convertidores hexafásicos de 750 ó 1.000 kilovatios de potencia continua, pudiendo soportar sobrecargas del 100 al 150 por 100 y provistos de disposiciones de sincronización automática.

La corriente alterna bajo tensión pasará a los convertidores por transformadores de baño de aceite.

C.—MATERIAL MÓVIL.

El primer lote de material móvil en construcción se compone de cuatro series de tres coches. La composición de los trenes en la sección considerada de Earl's Court a Willesden será de una automotora, un remolque y otro remolque con garita de gobierno. Dos de estos trenes podrán acoplarse constituyendo un nuevo tren de seis unidades. El modelo de coches adoptado es de pasillo central con portezuelas en los extremos é intercomunicación entre los coches.

Cada tractor estará provisto de cuatro motores de 240 caballos, montados en carretones especiales y los aparatos de *train contról* estarán reunidos en una garita completamente de acero, colocada en cabeza de la automotora.

H.

Manantiales geodinámicos⁽¹⁾

(CONTINUACIÓN)

Ensayo de una teoría geodinámica.

Fácil, y al alcance de todos, es adaptar la experiencia anterior a la naturaleza. Los trabajos de E. A. Martel, base principal de mi ensayo y verdadera fuente de luz para cuantos se dediquen a investigar los fenómenos de la corteza terrestre, acusan que ésta se halla recorrida por innumerables grietas que constituyen más ó menos complicadas redes, por las que se verifica el fenómeno circulatorio; por lo tanto, disponemos de cuantos tubos sean precisos para su mecanismo, bastándonos estudiar si las condiciones térmicas son las convenientes para la experiencia.

En primer lugar, tenemos como dato cierto que la temperatura en el fondo de los océanos es pequeña, muy próxima a cero grados y, por lo tanto, debemos suponer que bajo ellos el grado geotérmico se hará mayor análogamente a lo que ocurre en las cumbres, donde las nieves hacen bajar las líneas isogeotermas; esto también se acusa por las anomalías de la gravedad que señalan un aumento de ella sobre los mares, efecto sin duda del fortalecimiento de la corteza sólida por la acción refrigerante del agua del mar.

Sabemos que la tectónica enseña que los mares y los continentes no son sino arrugas de la corteza terrestre en la que se corresponden las alturas con las profundidades, y sabemos que el fondo de los mares puede variar y plegarse por los depósitos acumulados y la elevación consiguiente de las isogeotermas al no llegar el enfriamiento al fondo rocoso por la poca conductibilidad de los sedimentos (isostasis) y sabemos que los plegamientos dan lugar a grietas.

La línea isogeoterma se alejará del fondo, tomando por tal la superficie de los sedimentos, y se elevará un poco más rápidamente que el terreno, ya que en la superficie de éste va aumentando la temperatura hasta el nivel del mar, dependiendo la variación de la naturaleza de la roca, pues sabemos que el grado geotérmico puede variar desde más de 70 metros hasta los 11 metros acusados en los basaltos de Neufen.

Oscuro es cuanto se refiere al calor central, y aquí se presenta un punto de mi teoría que acaso se preste a discusión. ¿Es el aumento de calor bastante para que el agua que penetra en la

(1) Véase el número anterior.

corteza por las grietas halle un punto donde la temperatura sea capaz de vaporizarla á pesar de la presión?

Entiendo que por la misma dirección de las líneas isogeotermas que he indicado tiene que llegar un punto en que esta vaporización se produzca. No sé, ni aun la ciencia lo ha resuelto, qué oculta fuente de calor y de energía encierra la tierra en su núcleo; no sé qué reacciones químicas pueden desarrollarse que acaso favorezcan el fenómeno; no sé qué papel desempeña el radio cuyas emanaciones hallamos en las aguas termales; lo que sí sé es que la presencia de las aguas ascendentes, las emanaciones gaseosas de los volcanes, el convencimiento de que hay puntos donde se funden las rocas y se volatilizan los metales, todo me hace admitir como indudable que el agua que penetra por las grietas se vaporiza al llegar á un cierto punto cuya temperatura señalaré como de $(100 + n)^\circ$ y ya en forma de vapor extiéndese como gas por toda la red de grietas comunicantes; acaso se dirija hacia el centro y el exceso de calor dilatándolo le impida el paso, acaso se dirija á la superficie y al tropezar con las aguas de filtración que bajan, retroceda con ellas por ser mayor la presión externa, acaso siga hasta un punto donde con resistencias menores pueda empujar las aguas que se opongan á su salida y licuándose contribuir á aumentar su caudal y acaso, por último, siga por la chimenea caliente y se escape como el blanco penacho de las fumarolas.

Todos los casos son posibles entre la red de grietas en la que circula el vapor á presión y la corteza, empapada por las aguas meteóricas y las geodinámicas que ya han brotado en puntos más altos; en ciclo constante el agua que escapa por una grieta se junta con las de filtración, cae de nuevo en un punto en que la carga venza la presión interna, nace como fumarola, incorporándose al vapor de agua atmosférica, y en movimiento eterno de vida se confunden y mezclan las aguas que mueve el Sol y las que anima el núcleo interno.

Pero concretando, voy á estudiar los fenómenos que se verifican y qué relación guardan con mis experiencias de gabinete.

En primer lugar, tengo que admitir que el mar puede y debe ser el depósito común, y para esto necesito justificar dos extremos: primero, que hay puntos que pudiéramos llamar de succión, y segundo, que no es obstáculo la destilación del agua del mar á la continuidad del fenómeno.

Lo primero se ve en los molinos de Argóstoli; el fenómeno observado en la isla de Cefalonia, una de las Jónicas, en la punta de Argóstoli, consiste en que el terreno calcáreo absorbe por sus grietas el agua del mar, que penetra en las escotaduras de la costa de una manera continua, dando lugar á una corriente que Mr. Stevens ideó aprovechar, poniendo en 1833 una rueda hidráulica, y en vista del éxito, se dispuso en 1859 un nuevo molino.

Las observaciones hechas acusan que:

- 1.º La corriente no se interrumpe.
- 2.º En el origen no se oye ruido alguno.
- 3.º En las grietas aparecen muchas burbujas de un gas apesados, pero no se notan sino cuando hay poca agua.
- 4.º También entra en las grietas agua dulce que parece venir en sentido opuesto al agua del mar, pero que se introduce con esta; y
- 5.º En unos violentos terremotos MM. Stevens é Issel, no notaron nada anormal.

Strabon y Plinio citan un caso análogo en las costas de Fenicia, M. Fouqué otro en Milo. En el Sur de Albazia, en la costa oriental de Istria los pozos del diablo absorben 1.000 litros por segundo; en los molinos del mar se calcula que el gasto es de 675 litros por segundo.

El segundo punto á tratar es el de si puede la sal que arrastra el agua del mar ser obstáculo al fenómeno, y si acaso depositándose puede impedir la circulación; esta objeción es de poco valor; en primer lugar, las reacciones químicas internas pueden perfectamente utilizar el cloruro de sodio; pero, además, otra explicación justifica el que no se deposite la sal en los conductos; sabemos que el agua caliente disuelve más cantidad que la fría; por lo tanto, en el punto crítico del paso de agua á vapor podrá la que quede líquida disolver grandes cantidades de sal, más de la que abandone el agua que se vaporice, y ya indiqué que parecía acusarse una corriente análoga á la del termosifón en mi ensayo, á través del tubo que comunicaba con el depósito, y admitiendo ésta como racional, es perfectamente claro que el agua caliente va arrastrando la sal hasta restituirla al depósito general sin que pueda depositarse en las grietas.

Por lo tanto, admitidas estas opiniones, tenemos que el agua que llega de un depósito general, el mar, un lago, una cuenca de recogida, etc., penetra por las grietas hasta hallar la curva isogeoterma de $(100 + n)^\circ$, donde se vaporiza. La distancia vertical que media desde este punto á la superficie del agua nos dará la presión H , prescindiendo de la pérdida de altura debida á las irregularidades de la grieta.

En todas las grietas comprendidas entre el núcleo central y la curva isogeoterma de $(100 + n)^\circ$ no puede haber condensación y, por lo tanto, obrará el vapor como un gas, sujetándose á las leyes de Mariotte y Gay Lussac.

Al penetrar por las grietas más cercanas al núcleo central, el calor, expansionando el vapor, lo rechazará y, por lo tanto, á partir de aquella curva casi podemos decir que la gravedad no ejerce acción; por lo tanto, representará la parte en que el agua está vaporizada el papel que en los tubos comunicantes desempeña la rama horizontal.

Por las grietas superficiales llega el agua de filtración, bien que provenga de las lluvias, bien de manantiales más elevados y en cada grieta estas aguas determinan una carga al llegar á la curva isogeoterma $(100 + n')^\circ$ que llamo h distinguiendo con subíndices los distintos casos, si

$$h_1 < H \left(1 - \frac{1}{s}\right)$$

llamando como antes s al coeficiente en el que se engloba todo lo desconocido, el vapor empuja las aguas superficiales, se condensa con ellas y determina una corriente ascendente, si

$$h_2 > H \left(1 - \frac{1}{s}\right)$$

el agua de la grieta tiende á bajar penetrando en el depósito y vaporizándose para salir por otro punto de condiciones oportunas.

Pero puede ocurrir que en un punto se reúnan dos ó más grietas con cargas distintas y entonces la corriente como en todos los casos irá de la mayor carga á la menor, no haciendo el vapor por decirlo así, sino un papel de resorte, constituyendo la curva isogeoterma de $(100 + n')^\circ$ una capa impermeable y con acción dinámica capaz de elevar las aguas en determinadas condiciones.

Es preciso tener en cuenta la acción que ejercerá esta circulación en las curvas isogeotermas: donde el agua tiende á salir tendrá más temperatura que la roca, y al irse cediendo determinará una elevación de la isogeoterma.

La diferente naturaleza de las rocas desempeñará á su vez un papel importante en la circulación; si suponemos un dique de gran conductibilidad, por ejemplo de basalto, incrustado en ro-

cas de menor conductibilidad, las isogeotermas se elevarán en el dique con respecto á las rocas vecinas, y si suponemos que todas las grietas superficiales se hallan empapadas de agua, como los valores de h se refieren á la distancia vertical entre la capa de aguas superficiales y la isogeoterma de $(100 + n)^\circ$ resultará que en el dique será este valor inferior al que tenga en las otras rocas y, por lo tanto, en virtud de lo dicho hasta ahora, el agua toda tenderá á filtrarse por las rocas vecinas y á elevarse por el dique, ó por las grietas que determinen sus paredes, siempre que la diferencia de conductibilidad eleve lo bastante la isogeoterma para este fenómeno dinámico.

También explica esta teoría esas fuentes que crecen en los veranos secos, pues dependiendo el gasto de un orificio de la presión, y siendo en este caso la que determina las fuentes geodinámicas la de

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

ó sea la diferencia entre la presión del vapor en la isogeoterma de $(100 + n)^\circ$ y la carga superficial en esa línea, cuanto más disminuye h mayor será la presión y, por lo tanto, el gasto, y como al desaparecer ó reducirse por la sequía y el calor las aguas superficiales disminuye la carga, y, por lo tanto, h , es natural que las fuentes de esta naturaleza aumenten; en cambio cuando las lluvias llenen las grietas pueden producir valores de h que disminuyan y hasta anulen los manantiales.

También se comprende como pueden variarse los puntos de alumbramiento y los gastos cargando hidrostáticamente las grietas de salida según el procedimiento de François, pues claro es que si puedo variar los valores de h voy determinando alteraciones, no sólo en los caudales, sino en los puntos de emergencia, pues dependen éstos de las dificultades que cada grieta oponga.

Creo que con este ensayo de teoría pueden explicarse cómodamente los fenómenos anotados al principio de este estudio, y sin entrar en más detalles, que acaso causarían á aquéllos para quienes esto se escribe, sólo diré, como á mi entender se explica, el fenómeno del volcán de Tinguaton.

Indiqué ya que si recalentaba con exceso la caldera de mi aparato no facilitando la elevación, no se producía el fenómeno y el agua era expulsada, pero que al retirar el soplete entraba aquélla con rapidez en la caldera y que se elevaba por el tubo vertical; á mi entender lo mismo ocurrió en Tinguaton: alguna grieta de la chimenea volcánica se puso en contacto con el agua del mar, impidiendo el exceso de calor la entrada en la chimenea, pero al enfriarse ésta entró el agua con rapidez, y por la brusca vaporización y teniendo en cuenta lo elevado de la curva isogeoterma en estas condiciones, se produjeron los chorros de agua de que nos habla el cura Perdomo; al enfriarse la chimenea fué descendiendo la curva, no pudiendo producirse el fenómeno en cuanto ya pasó de un cierto punto; la rapidez de la vaporización determinaba el arrastre del agua del mar sin destilar, ó acaso llegaba ésta por grietas superiores y era arrastrada como en un inyector.

Este es el ensayo de teoría que intentaba exponer á aquellos cuya curiosidad los moviera á estudiar la obra de este desconocido; si los años y el estudio me hubieran dado autoridad, si mi trabajo pudiera orgulloso reclamar de todos atención y respeto, acaso sobre estas bases intentara edificar más amplias teorías y llevara mi atrevimiento á revisar las ideas sobre vulcanismo que hoy imperan; pero puesto que más que sobrado fué ya aquél al discutir obras de prestigios, que soy el primero en reconocer, al terminar este ensayo debo declarar que más que á mí se debe

esta idea, caso de ser aceptable, á E. A. Martel, cuyas obras me dieron las bases para mi estudio, y á las observaciones hechas en estas islas por D. Eugenio Suárez Galván, corroboradas por la autoridad para mí indiscutible de D. José Nicolau.

Sólo he querido llamar la atención acerca del fenómeno termodinámico que constituye, por decirlo así, la máquina de vapor de la naturaleza. Sabemos que el hombre no logra nunca emplear los procedimientos naturales, sino que los copia desfigurándolos; la hélice no es igual á la aleta del pez ni al ala del pájaro, la rueda no se asemeja á las patas de los mamíferos, y, por lo tanto, no debe extrañarnos que el motor térmico natural no se parezca á nuestra máquina de vapor; en cambio guarda analogía el fenómeno infraterrestre con el supraterrrestre; en éste el agua sube en forma de vapor y es colosal el esfuerzo dinámico que representa la elevación de tan voluminoso caudal de agua; en la circulación subterránea también ha de transformarse el agua en vapor para estar en condiciones de transmitir los esfuerzos; en ambos casos los ciclos rematan y comienzan en la capa superficial del planeta.

En resumen, para mi opinión y según mis ensayos, en la corteza terrestre, por bajo de la superficie isogeoterma de $(100 + n)^\circ$ circula vapor de agua con presión H escapándose por cuantos puntos ofrezcan una presión h menor de $H \left(1 - \frac{1}{s}\right)$, y recibiendo las aguas meteóricas transformadas en vapor donde la presión sea superior á esta cifra. Las condiciones de temperatura, la localización de los focos internos y las comunicaciones y separaciones entre unas grietas y otras harán variar los valores de H y de n y n' de un punto á otro, y en general las capas impermeables impedirán la emergencia de los manantiales de procedencia interna; en cambio, se presentarán con preferencia en las grietas y en las fallas de los terrenos de dislocación reciente, que por acusar una debilidad de la corteza son favorables á la elevación de las líneas isogeotermas y, por lo tanto, á la disminución del valor de h ; donde la grieta atraviesa capas con materiales solubles se presentarán las aguas minerales; donde esto no ocurra, si acaso se distinguirán por su radioactividad, pudiendo presentarse en forma de manantiales fríos, si su largo paso bajo la corteza así lo exige; en la proximidad de los volcanes, en puntos donde no haya lluvias que determinen aguas de filtración, el vapor debe escaparse en forma de fumarolas, y en general en terrenos donde se manifieste este género de circulación, que serán aquellos donde no haya capas sedimentarias y, por lo tanto, los de dislocación reciente, deberán buscarse las fuentes por la exploración de las fallas, bien por las anomalías de la gravedad, bien por las líneas isógonas, por los métodos de Naumann, y, si fuera posible, por la determinación de las isogeotermas.

Como se ve, aun partiendo de datos distintos, llego á resultados parecidos á los de De Launay, lo que indudablemente da garantías á mi estudio.

JUAN JOSÉ SANTA CRUZ,
Ingeniero de caminos.

(Continuará.)

EL ECLIPSE TOTAL DE SOL del 21 de Agosto de 1914 y el estudio de la propagación de las ondas eléctricas.

La Comisión de investigaciones radiotelegráficas de la Asociación británica para el adelanto de las ciencias llama la atención respecto á la ocasión importante y excepcional que el eclipse total de sol de este año va á proporcionar, para poder aumentar