

del 14 al 19 de junio de 1925, el Sr. Fernández Navarro dió una conferencia sobre el *problema del agua subterránea en los terrenos volcánicos*, y al tratar del gran fenómeno hidrológico ocurrido en el túnel de Roque Negro-Catalanes (Tenerife), expresó así:

«No es imposible en terrenos volcánicos el aislamiento de una masa muy permeable en el seno de otra de permeabilidad sensiblemente nula (se refiere a las aguas fósiles); pero el caso debe ser raro, y, desde luego, no conozco de él ejemplo alguno. En cambio, son muy frecuentes en estos materiales las grandes soluciones de continuidad: cuevas alargadas a veces como verdaderos túneles, cavidades redondeadas como grandes ampollas otras, y redes de gruesas grietas con ensanchamientos locales en ciertos casos. De estas cavernas hay numerosos ejemplos en las islas Canarias, especialmente en Lanzarote y Hierro: histórica cueva de los Verdes, en Lanzarote; cueva del Hoyo, en el Golfo de Hierro; cueva del Hielo, del Teide, y tantas otras. Cuando una de estas cavidades no tenga comunicación con el exterior y sus paredes ofrezcan cierta impermeabilidad, podrá retener el agua indefinidamente, constituyendo un depósito que solamente la casualidad, puede descubrir.

Es, sin duda, el caso que se ofreció al perforar el túnel de Roque Negro-Catalanes, para llevar a Santa Cruz de Tenerife el agua de un pequeño nacimiento. La perforación debió de alcanzar a alguno de estos depósitos interiores, produciéndose la inundación re-

pentina de la galería, que hubo que desviar, y pereciendo algunos de los obreros. Grandes esperanzas se cifraron en el hermoso caudal que parecía alumbrado; pero bien pronto empezó a disminuir su importancia, que ha quedado reducida finalmente a bien poca cosa.»

La palabra *inundación*, empleada por el Sr. Fernández Navarro en este caso, parece comprobar la existencia del supuesto depósito; pero podemos afirmar que no hubo tal *inundación*, sino una *importantísima inyección de materiales*, consistentes en bloques, piedras, tierras y una muy pequeña cantidad de agua. El gran caudal se alumbró mucho antes de llegar la perforación a la falla encontrada en la parte central del túnel, y después de ocurrir dicha inyección continuó el nacimiento de las aguas en los mismos sitios y en las mismas cantidades que antes de ocurrir el fenómeno.

Cierto es que ha disminuído mucho el primitivo caudal alumbrado por no haberse adoptado, según nuestra opinión, para terminar la perforación del túnel, las precauciones exigidas por la clase del fenómeno ocurrido; sin embargo, han quedado fluyendo con carácter permanente unos 30 litros por segundo, cuyo valor es superior a tres millones de pesetas, donde sólo existían antes fuentecillas insignificantes; y como en las obras no ha llegado a gastarse un millón, no parece apropiado decir, como dice el Sr. Fernández Navarro, que la importancia del caudal *ha quedado reducida a bien poca cosa*.

Eugenio SUÁREZ GALVÁN  
Ingeniero de Caminos

## Obras públicas en la isla de Madera

Aprovechando el estar atracado en el dique del puerto de la Luz, mientras tomaba aceite combustible, el hermoso trasatlántico alemán *Cap Polonio*, de 211 m de eslora y 26 pies de calado, que hacía un viaje de turismo desde la Argentina a Alemania, con escalas, nos trasladamos a Funchal, la capital de la bonita isla portuguesa de Madera, para permanecer allí día y medio, aprovechando para el regreso un vapor de la Yeoward Line, la que, además de transportar plátanos a Inglaterra, explota el turismo modesto entre las Británicas y Canarias.

Nos movió más que nada a aceptar la galante invitación del cónsul alemán en Las Palmas, Mr. Sauer-mann, el deseo de conocer personalmente los puertos que por su situación pueden ser competidores de este, aparte del gusto de viajar en un buque de 21 000 toneladas, equipado con los últimos adelantos modernos de *confort* para el turista, y entre los que nos llamaron la atención la piscina de natación y el invernadero de plantas.

Sabido es que el hermoso puerto de La Luz, con cuya dirección nos ha honrado recientemente la Superioridad, tiene un tráfico propio de embarque de frutos del país, y uno mucho más importante de movimiento de buques que vienen a tomar combustibles sólidos o líquidos, aprovechando la posición de la isla en las grandes rutas Europa-Suramérica y Europa-Africa. Baste decir que en el último año se llegó a una entrada de buques de 5 564, con un tonelaje de 8 408 487, y como comparación citaremos la

de 1 922, que fué 4 758 buques, con un tonelaje de 6 590 750, y la del mismo año del gran puerto de Barcelona, que sólo llegó a 2 706 buques, con un tonelaje de 1 910 817.

Es claro que otros puertos disputan a éste su tráfico especial, y haciendo excepción del de Santa Cruz, por varias razones, la principal de ellas el ser español, están los de Casablanca y Dakar, esforzándose por suplir su inferioridad de posición con el adelanto de sus obras y facilidades para el aprovisionamiento; y con respecto a los portugueses de Madera y Cabo Verde, se habla de que piensan acometer grandes obras, que alarman naturalmente a los canarios, que en el puerto fundan, con razón, todas sus ansias, y patrióticamente desean que España conserve y acreciente la riqueza que le produce la posesión de esta isla.

Es la isla de Madera muy montañosa y apenas en su ladera SE deja sitio para el establecimiento de la ciudad a la orilla del mar, que, como en Tenerife, tiene fondos profundos correspondientes a las vecinas alturas, fondos que dificultan económicamente la construcción de obras de abrigo que completen el de la naturaleza. Sus casas salpican la verde falda, que ofrece un bello panorama al turista norteño, que ansía sol y tranquilidad; pero apenas se ven valles con anchura bastante para que puedan dedicarse al cultivo, lo que convertiría aquello en un vergel, dada la temperatura y la abundancia de aguas que bajan de las cumbres, indudablemente como en Canarias, por condensación de las nubes.

Desde luego de puerto no tiene nada, y ello nos tranquilizó, y más aún el ver lo cerca de la playa que fondeaba el *Cap Polonio*. Solamente existe un desembarcadero de barcas en el extremo de un espigón y protegido por un bastión, antiguo baluarte, que denota la época de su construcción, en la que se atendía más que a fines comerciales, a los estratégicos.



Un trineo bajando del Hotel del Monte.

Por su alta escalera, por medio de perchas en días de marejada, o cargando en barcas varadas en la escasa playa, se hace el tráfico mercantil, que debe reducirse al famoso vino que se embarca y a la importación de artículos para sus habitantes y para los ingleses que aprovechan las líneas de vapores que allí ondean para descansar de las luchas que impone la actividad moderna.

La constitución geológica de la isla es la misma que la de Canarias, o sea de naturaleza volcánica, abundando el basalto y toba como materiales pétreos de construcción, y la puzolana llamada *picón*, de las mismas características que las aquí conocidas.

Desde luego llama la atención al visitante, y quizá también la llame al lector, el profuso empleo que se hace en Funchal del trineo arrastrado por bueyes o caballerías y formado por cestas de mimbre (industria peculiar) con toldo, apoyadas en un bastidor deslizante de madera, forrado de chapa metálica. Los meridionales solemos imaginar conjuntos al trineo con la baja temperatura, que produce hielos o mantiene largo tiempo la nieve en estado sólido, y nos sorprende el que se utilice este medio de transporte en otros climas, y más cuando el sol aprieta como ocurría en el mes de julio, época de nuestra visita. Es corriente ver montados en trineos y en traje de baño a los extranjeros que desde los hoteles se trasladan a las casas de la playa, para refrescarse en las azuladas aguas que lamen la isla.

Estos trineos resbalan sobre el pétreo afirmado de las calles y carreteras que contornean las proximidades de Funchal, y en algunos sitios, como en la bajada del hotel del monte, a 600 m sobre el mar, no hacen



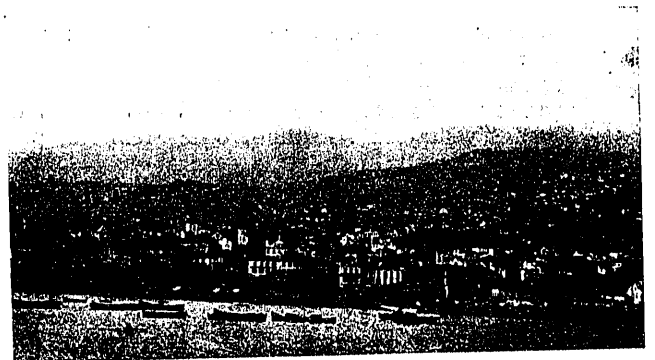
Bahía y desembarcadero de Funchal.

los conductores sino frenar, para que los que pagaron unos chelines por la emoción de la bajada rápida, no lleguen al máximo de ella, estrellándose contra los muros de las casas que bordean la fuerte pendiente,

Y voy a pasar, después de esta larga digresión, a explicar el sistema de pavimentado, que permite a aquellos isleños pacíficos y agradables el empleo de vehículos corrientes en otros climas, en los que la naturaleza se encarga de mantener una superficie dura y lisa.

Hoy los problemas de pavimentado son una preocupación de los ingenieros dedicados a la construcción y conservación de carreteras, así como de los que por cuenta de Ayuntamientos dirigen la vialidad urbana. Desechado el firme de macadam, que tan útiles servicios prestó cuando ni con mucho se llegaba al tránsito moderno, es preciso idear procedimientos para que económicamente se obtenga la resistencia y duración necesaria a que hoy se someten nuestros caminos, en los que la profusión de vehículos ligeros y pesados de tan variada clase le imponen un trabajo límite. Y el problema no se puede resolver con carácter de generalidad, ya que es particular la clase de materiales en cada región y a veces la naturaleza del tránsito.

Por ello estimamos de utilidad el aportar datos a los compañeros, aunque aquéllos vengan de islas remotas perdidas en el Atlántico.



Vista de la ciudad de Funchal (Madera)

En Canarias constituye una preocupación el deshacerse del polvo que se produce en las carreteras, fundadas sobre arenales que los vientos acumulan en ciertos parajes. La que comunica el puerto de La Luz con la ciudad, que se encuentra en esas condiciones, origina grandes dispendios para atenciones de riego, el que ha de hacerse de modo continuo, si se quiere evitar las molestias que ello produce y que tan mal efecto causa a los extranjeros que, aprovechando las cortas estancias de los buques para el carboneo, inundan la ciudad y sus alrededores, dejando en los comercios una buena utilidad, y que precisamente han de cruzar dicho camino. Quizá el resolver este mismo asunto moviera a los portugueses de Funchal a pensar en un pavimentado que no fuese el de piedra partida recebada y apisonada, ni el oneroso de adoquín, en el que, cuando la piedra lo permite, sólo el labrado consume una gran parte del presupuesto. Ellos se han limitado a recoger o a preparar lajas de piedra de 10 ó 12 cm de largo por 2 ó 3 de ancho y a colocarlas unas junto a otras, hincadas en tierra con martillo y pisón y de modo que queden sujetas de canto, con mayor o menor cola, según la consis-

tencia del terreno, es decir, formando un enguijarrado primitivo.

Es claro que este sistema, perfeccionado, se emplea con éxito hoy, formando una capa artificial de cimientoy y enlazando la piedra con mortero, pero creemos conveniente tomar nota de que, aun en una forma primitiva, resiste perfectamente, no sólo el movimiento de rodadura, sino también el deslizante de los trineos.

No tenemos idea de lo que costará el metro cuadrado a la Dirección de Vías públicas portuguesa, pero desde luego podemos asegurar que allí donde los jornales son poco elevados y el suelo sea consistente, ha de resultar muy económico, y ello lo prueba el haber recorrido veintenas de kilómetros por las carreteras de las proximidades de Funchal, todas afirmadas en esta forma, y proporcionando un movimiento suave al automóvil, como ocurre con los firmes regulares de piedra partida, en que se evitan los saltos del adoquinado.

En los tramos de mucha pendiente se forma una sucesión de cañones cilíndricos, para que los hombres-frenos no resbalen en la bajada, cuando sostienen el trineo con cuerdas amarradas en su parte delantera; y cuando aquélla se dulcifica algo, se montan en la parte trasera para descansar, aumentando el peso y disminuyendo la superficie de rozamiento, al no apoyarse el trineo más que en las aristas más altas de los cañones.

El espectáculo de la salida en automóvil por la carretera pavimentada al hotel del monte; el almuerzo en lugar tan fresco y agradable por el arbolado y vegetación, y la vista tan espléndida del mar a los pies desde aquella altura, y, por fin, la bajada emocionante en trineo, son puntos obligados para el turista que se aventura mar adentro para beberse una copa del agradable y famoso vino isleño, brindando por la prosperidad de esta pequeña nación portuguesa de tan grandes colonias y de historia más grande todavía.

Julio RODRIGUEZ DE RODA  
Ingeniero de Caminos

## La sesión especial de Basilea de la Conferencia mundial de la Energía <sup>(1)</sup>

### IV

Un tercer tema de estudio tenía por enunciado: "Relaciones económicas entre la producción de energía eléctrica por vía hidráulica y por vía térmica. Condiciones en las que una cooperación entre estos dos modos de producción es ventajosa". El número de Memorias presentadas fué de 12, y la ponencia general era del ingeniero señor Nizzola, presidente de la Compañía "Motor-Columbus", de Baden.

La misma redacción del tema demuestra que el espíritu con que estaba concebido apartaba toda idea de oposición o competencia entre ambos modos de producir la energía. "Sin negar—dice el Sr. Nizzola—que se puedan considerar la fuerza hidráulica y la fuerza térmica como haciéndose mutua concurrencia, creemos que la idea de colaboración es más verdadera y más fecunda." Del estudio de la mayor parte de las Memorias viene a sacarse esa misma impresión general.

Y es natural que así sea. Una y otra clase de energía tienen condiciones propias de aplicación y pueden prestarse mutuamente valiosa ayuda, como lo demuestra el hecho de observarse en todos los países la coexistencia en plena prosperidad de empresas de uno y otro género y la existencia de muchas que emplean ambos medios, si no indistintamente, por lo menos en proporción muy equilibrada. En Suiza, país rico en fuerzas hidráulicas y extremadamente pobre en carbón, y donde la potencia hidráulica instalada, sin contar los ferrocarriles ni las fábricas de interés privado, es, según la Memoria del ingeniero Ehrensperger, de 833 000 kw, todavía existen instalaciones térmicas que suman 62 000 kw. Francia, que tiene a su disposición fuentes de energía de las dos clases, produjo hidráulicamente en 1923, según Arbelot, 3 400 millones de kw-h y 4 000 millones por vía térmica, y hasta Bélgica, tan pobre en recursos hidráulicos como rica en carbón, no desdén tampoco por completo aquellas fuentes de energía, aprovechadas ya en algunas instalaciones, y que podrán ser objeto de mayor utilización en el porvenir, a juzgar por los proyectos propuestos y por las concesiones otorgadas, de que da cuenta

el ingeniero jefe de Puentes y Calzadas, Sr. Lassalle.

Considerada la cuestión desde el punto de vista económico, tres factores principales son los que, en general, habrá que tomar en cuenta cuando la elección se presente, a saber: la posible demanda del mercado de energía, el interés del dinero y el precio del combustible.

La energía térmica es, sin duda alguna, la que mayor elasticidad presenta para ceñirse a las necesidades del consumo y para seguirle en sus desarrollos: los gastos no tendrán que adelantarse demasiado a los ingresos presumibles y podrán proporcionarse a éstos. La instalación hidráulica depende en gran parte de las condiciones naturales del emplazamiento y del régimen de la corriente aprovechable: la importancia y, por consiguiente, el coste de las obras, está en relación directa con los caudales máximos; los ingresos, más bien con los caudales mínimos o por lo menos bajos; la maquinaria podrá acomodarse mejor, en todo caso, a la demanda creciente del mercado, sin necesidad de anticipos excesivos de capital.

Cuando la instalación hidráulica no hubiera de ser notablemente desproporcionada a las necesidades, presenta a su favor, a la larga, la pequeñez de los gastos de explotación, que en la instalación térmica son de primera importancia. Si es posible, en un plazo prudente, la amortización del capital de primer establecimiento, la instalación hidráulica marchará con un costo mínimo, mientras que la térmica exigirá siempre el gasto constante del combustible. Si aquel plazo fuera muy pequeño o el capital fuera gratuito, la elección no sería dudosa; pero no es ese el caso de ordinario, y entonces la carga financiera puede compensar o aun superar al gasto de explotación. Un tipo elevado de interés del dinero favorecerá en este caso a la energía térmica; una baja en el tipo, a la energía hidráulica.

El precio del combustible interviene también, y a veces de una manera decisiva, especialmente cuando se trata de grandes instalaciones, porque en las pequeñas, servidas, por lo general, de un consumo que paga caro y es, por lo mismo, más exigente, la cuestión de precio puede quedar relegada a segundo término, frente a la seguridad del suministro, a las facilidades de la puesta en marcha, a cuestiones de personal y a otra porción de circunstancias de carácter local que pueden

(1) Véase nuestro número anterior, página 475.