

# Funiculares aéreos para el transporte de personas

## IV Y ULTIMO

Un funicular aéreo moderno, tal y como han sido descritos en los artículos anteriores, tiene el inconveniente de su escasa capacidad de transporte, lo que, naturalmente, influye de una manera decisiva en su rendimiento económico. Desde que las cabinas llegan a las estaciones hasta que vuelven a salir otra vez hay que contar con unos diez minutos, tiempo preciso para evacuarla, dar paso a los nuevos viajeros, comunicar entre sí las dos estaciones, revisar alguna máquina y dar la orden de marcha. Según esto, en un funicular cuya distancia entre las dos estaciones sea de  $L$  metros, según el cable, y cuya velocidad de transporte sea de  $V$  metros por segundo, la capacidad de transporte por hora sería:

$$\frac{3\,600 \cdot p \cdot V}{600 V + L}$$

donde  $p$  es el número de personas por cabina. Veamos, por aplicación de esta fórmula, cómo disminuye el rendimiento de los funiculares a medida que aumenta la distancia entre estaciones, y supongamos, en igualdad de condiciones, que la velocidad  $V$  es de 3 m/s, y que el número  $p$  de personas por cabina es de 16. En este supuesto, para distancias de 1 000, 2 000 y 3 000 m, el rendimiento es el siguiente:

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Para 1 000 m..... | 61 personas-hora. |
| " 2 000 m.....    | 45 " "            |
| " 3 000 m.....    | 36 " "            |

La reducción progresiva de este rendimiento no puede aminorarse sino aumentando bien la velocidad, bien el número de viajeros por cabina. En cuanto a la velocidad, como puede observarse en el cuadro que publicábamos en el anterior artículo, se ha llegado a una cifra que no es conveniente aumentar, por lo que, hasta el presente, no se ha hecho otra cosa que utilizar cabinas de mayores capacidades. En las mismas condiciones del cuadro anterior, si la cabina pasa de 16 a 24 y a 35 personas, el rendimiento aumenta según se expresa a continuación:

|                   | 16 personas | 24 personas | 35 personas |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| Para 1 000 m..... | 61          | 92          | 135         |
| " 2 000 m.....    | 45          | 68          | 99          |
| " 3 000 m.....    | 36          | 54          | 77          |

Naturalmente, el procedimiento de aumentar el rendimiento a base de aumentar la capacidad de las cabinas tiene un tope, y es éste el que resulta económicamente por el aumento de precio de la instalación, resultando de ello que, para largas distancias, el funicu-

lar de va y ven deja de ser utilitario. Como ejemplo del inconveniente que resulta de la escasa capacidad de transporte de estos funiculares citaremos el caso del funicular del Zugspitz, cuyo transporte máximo por hora es de 57 personas, no habiendo podido transportar por día más que 850, y como en los días festivos la afluencia de turistas al funicular es grande, resulta que no solamente han de esperar largo rato el turno correspondiente para subir, sino que la Compañía se ve obligada a limitar el tiempo de permanencia en la estación alta.

Resulta, por lo tanto, que, como prácticamente la velocidad máxima no debe pasar de 4 a 4 m y medio por segundo y las dimensiones y peso, por lo tanto, de las cabinas tienen un límite, el aumento de rendimiento de un funicular no puede obtenerse sino aumentando el número de cabinas en la línea, lo que no es posible en un funicular de va y ven, donde el número de cabinas es necesariamente de dos. El problema se ha resuelto por medio del llamado funicular sin fin o *funicular circular*, en el que el número de vagonetas que suben y bajan, arrastradas por un mismo cable tractor, es ilimitado. Un funicular de esta clase ha sido construido por la Casa constructora Ernesto Heckel para la ascensión a la cumbre del Schauinsland. La disposición de los cables tractores y cables-vías es idéntica a la ya descrita para los funiculares corrientes; pero, tanto en la estación inferior como en la estación superior, las cabinas abandonan el cable-vía para tomar un carril fijo de acero que forma un bucle, permitiendo a aquellas dar una vuelta y tomar el segundo cable-vía para bajar o subir, respectivamente, según se trate de las que suben o bajan. El adjunto esquema da idea de lo que es un funicular de esta clase. El funcionamiento es el siguiente: a la salida, puesto en marcha el cable tractor, se engancha la primera cabina al mismo por medio de un cierre de mandíbulas perfecto, continuando la ascensión hasta la estación superior. Al llegar a este punto la cabina se desengancha automáticamente del cable tractor y, ya libre, toma la vía fija, donde es detenida para que descendan los viajeros, siendo nuevamente puesta en servicio, a través de la vía fija, para tomar el cable-vía de descenso, en cuyo momento es enganchada de nuevo al cable tractor. Una vez que la primera cabina fué enganchada en la estación inferior al cable tractor, se van enganchando las restantes, según las necesidades del servicio.

Este funicular fué construido en 1930; tiene un recorrido de 3.470 m, la cabina es capaz para 26 personas y la velocidad comercial resulta de 2,17 m/s. Con estas mismas características, un funicular ordinario de va y ven podría transportar

$$\frac{26 \cdot 2,17 \cdot 3\,600}{3\,470} = 58 \text{ personas-hora}$$

mientras que el funicular del Schauinsland, que puede enganchar hasta seis cabinas en sentido ascenden-

1 Véase la REVISTA de OBRAS PÚBLICAS del 1.º de diciembre de 1933, página 505.

te, tiene un rendimiento de  $6 \cdot 58 = 348$  personas-hora en cada sentido.

Naturalmente, por ser el primero que en su clase se ha construido, no es perfecto y tiene los inconvenientes siguientes:

1) Cuando una vagoneta llega a la estación superior, todas las que se encuentran en medio de la línea se paran igualmente, porque debiendo engancharse a mano las vagonetas al cable tractor, se precisa dete-

funcular de va y ven con velocidad comercial  $V$  viene dado por

$$\frac{p \cdot V \cdot 3600}{L}$$

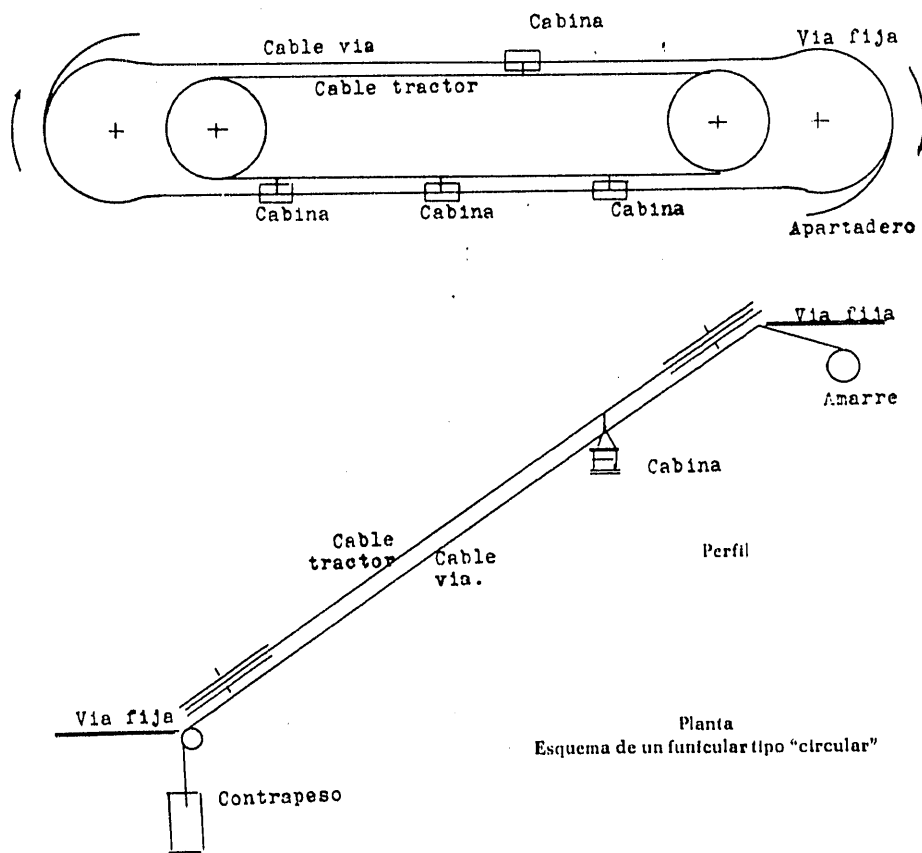
el de un funicular del sistema circular resulta de

$$\frac{p \cdot V \cdot 3600}{L} \cdot N$$

donde  $N$  es el número de cabinas en la línea al mismo tiempo, por lo que basta aumentar este número para aumentar la capacidad, de transporte del mismo, con la ventaja de que el funicular puede adaptarse a las necesidades del servicio, suprimiendo o añadiendo cabinas en la línea. Es con arreglo a este sistema que he proyectado el funicular Tetuán - Monte Gorgues, actualmente en trámite de concesión.

\* \* \*

El coste de los funiculares aéreos es, naturalmente, muy variable, pues influyen en él no solamente las características del perfil longitudinal, sino la distancia a que se encuentre de los centros de producción, amén, claro es, de la mayor o menor envergadura arquitectónica de las estaciones. No puede establecerse una comparación sino a base de los precios de coste por metro lineal de línea, estimada ésta tanto en su longitud horizontal como en la diferencia de nivel que salvan. La inestabilidad de las diversas monedas eu-



ner el movimiento de éste. Esta interrupción, repetida tantas veces cuantas cabinas van llegando a su destino, resulta realmente enojosa para los viajeros.

2) Las operaciones de enganche y transporte por el bucle o vía fija se hacen a mano, lo que es una causa de pérdida de tiempo.

No se ha construido todavía ningún funicular que resuelva estos inconvenientes; pero los estudios han sido ya hechos por alguna Casa constructora. La Casa Pohlig, en su hogar de Colonia, ha construido un pequeño modelo que resuelve los anteriores inconvenientes de un modo radical. La disposición de los cables no difiere de la utilizada en los funiculares ordinarios; pero, en cambio, el cable tractor es doble, trabajando los dos a la misma tensión, por lo que, en caso de rotura de uno de ellos, el otro toma, sin choque la totalidad de la carga. El aparato de enganche y desenganche de las cabinas a los cables tractores se hace automáticamente por movimientos forzados y sin intervención del hombre, y como el acoplamiento es doble (uno a cada cable tractor), el coeficiente de seguridad se duplica. Consecuencia de este automatismo, el cable tractor gira sin cesar, el movimiento circular no se interrumpe; las paradas sucesivas se anulan y la velocidad comercial aumenta considerablemente con respecto al caso del Schautinsland.

Si el rendimiento o capacidad de transporte de un

metro lineal de línea, estimada ésta tanto en su longitud horizontal como en la diferencia de nivel que salvan. La inestabilidad de las diversas monedas eu-



Foto A. Estación superior del funicular de Schautinsland

ropeas, la influencia económica de la Gran Guerra y las diversas fechas en que se han construido los funi-

culares hace difícil obtener un cuadro comparativo reducido a una divisa cualquiera, por ejemplo, la española. Por esta razón, en el adjunto cuadro, en el que aparecen los precios de coste de algunos funiculares, se expresan éstos en la moneda de origen, indicándose, al mismo tiempo, la fecha de inauguración.

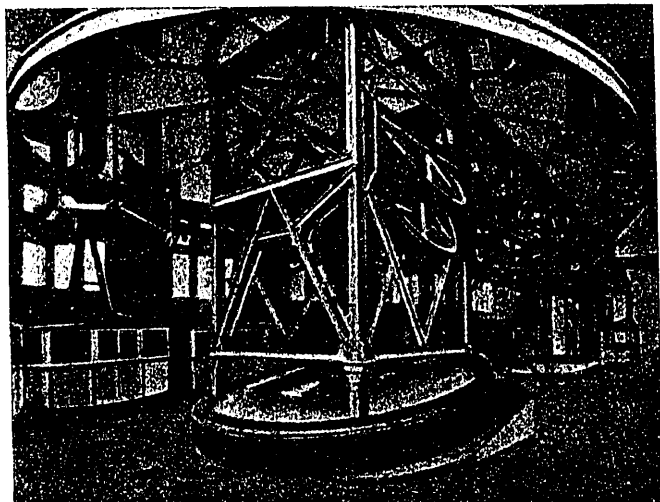


Foto B. Funicular circular del Schauinsland. Estación inferior

#### COSTE DE ALGUNOS FUNICULARES AEREOS

| Funicular                  | Año                   | Presupuesto            | Longitud y altura | Precio por metro lineal   |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|
| Chamonix . . .             | 1920                  | "                      | 5 000 m           | 600 frs. <sup>1</sup>     |
| Aiguille du Midi . . . . . | 1925                  | 3 000 000 de francos.  | 2 600 m           | 1 220 frs. <sup>1</sup>   |
| Bolzano . . . . .          | "                     | "                      | 1 400 m           | 428 c. a.                 |
| Monte Kohlern. 1913        | 600 000 cor. aust.    |                        | 834 m             | 720 c. a.                 |
| Vigiljoch . . . . .        | 1911                  | 1 086 540 francos....  | 1 877 m           | 580 frs. <sup>2</sup>     |
|                            |                       |                        | 1 153 m           | 940 frs. <sup>2</sup>     |
| Zugspitz . . . . .         | 1926                  | 4 000 000 shill. aust. | 3 380 m           | 1 180 sh. a. <sup>3</sup> |
|                            |                       |                        | 1 581 m           | 2 520 sh. a. <sup>3</sup> |
| Wank . . . . .             | 1929                  | 1 200 000 reichmark.   | 2 670 m           | 450 r. m.                 |
|                            |                       |                        | 1 020 m           | 1 750 r. m.               |
| Teide . . . . .            | 1930                  | 2 150 000 pesetas....  | 2 730 m           | 785 ptas. <sup>4</sup>    |
|                            |                       |                        | 1 436 m           | 1 495 ptas. <sup>4</sup>  |
| Monte Gorgues. 1933        | 2 775 000 pesetas.... |                        | 3 348 m           | 830 ptas <sup>5</sup>     |
|                            |                       |                        | 802 m             | 3 470 ptas. <sup>5</sup>  |

Hemos incluido en el cuadro anterior los presupuestos de los funiculares que hemos proyectado al pico del Teide, en Tenerife, y el que unirá a Tetuán con el Monte Gorgues, porque desconocemos exactamente los costes de los funiculares españoles ya construidos, y nuestro deseo es orientar a los compañeros que algún día proyecten obras análogas. La comparación de los precios obtenidos para estos dos funiculares y, haciendo el cambio, la que también resulta al comparar los restantes, indica bien claramente que el factor importante es la diferencia de altura, pues los precios por metro lineal en horizontal son muy semejantes.

Anotaremos, aunque por sus características especia-

les no pueda compararse con los citados en el cuadro anterior, que el coste del funicular del puerto de Barcelona fué de unos 4 millones de pesetas.

\* \* \*

Contrariamente al elevado coste de esta clase de obras, hoy reducido gracias a la supresión de postes por consecuencia de los largos vanos que se salvan sin apoyos intermedios, los gastos de explotación son

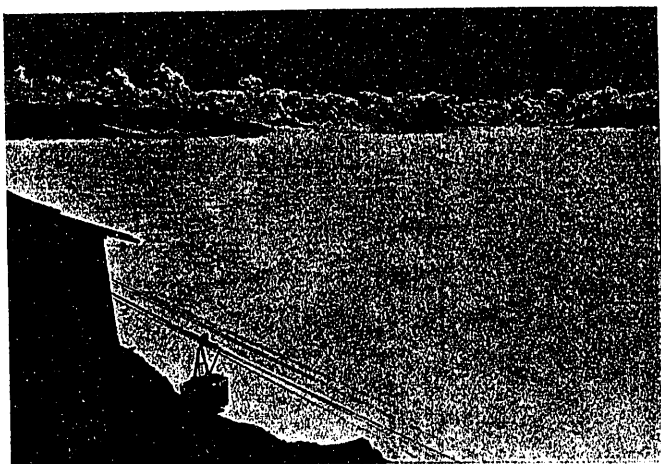


Foto C. El mar de nubes a los pies de la estación superior del funicular de Hafelekar

generalmente muy pequeños, pues así resulta del poco coste del entretenimiento de la línea, del reducido consumo en kilovatios-hora por viajero transportado, que a veces no llega al medio kilovatio, y por el restringido personal a cargo del cual está la explotación de los funiculares, de los que 11 empleados son suficientes para el funicular a la Aiguille du Midi, y 15 en el



Foto D. Maravillosa perspectiva desde la estación intermedia del funicular de Hafelekar

funicular del Zugspitz, explicándose perfectamente que los gastos totales de explotación del primeramente citado no pasen de 350 000 francos anuales. A pesar de esto, algunos funiculares llevan una vida lánguida y otros están al borde de la ruina, a pesar del crecido número de viajeros anuales que transportan; pero esto no puede achacarse al funicular en sí, como medio de transporte, sino al enorme volumen de las amortizaciones de aquellas construcciones auxiliares, no precisas íntegramente, como hoteles, carreteras, et-

<sup>1</sup> El presupuesto es el calculado antes de la guerra.

<sup>2</sup> Aunque este funicular está en el Tirol austríaco, no hemos podido obtener la cifra de costo sino en francos.

<sup>3</sup> No se ha calculado el costo de los hoteles.

<sup>4</sup> y <sup>5</sup> Son presupuestos presentados por las mejores Casas europeas dedicadas a esta clase de construcciones.

cétera, que encarecen el costo de primer establecimien- to. Los hoteles, carreteras y garajes costaron en el funicular del Zugspitz 4 millones de shillings austria- cos; es decir, otro tanto equivalente al verdadero funi- cular, y de ahí el pésimo coeficiente de este funicu- lar maravilloso.

En España tenemos igualmente funiculares que pro- ducen un buen rendimiento y otros que son un mal negocio, a pesar de contar con un decidido favor del público, y la explicación no es otra que la que acaba de ser citada.

A continuación insertamos dos cuadros conteniend-



Foto E. Vista de los Alpes suizos desde la montaña del Zugspitz

do la cifra de viajeros anuales y los precios que rigen en algunos funiculares:

| Nombre del funicular   | Viajeros transportados |
|------------------------|------------------------|
| Hafelekar ... ..       | 90 000                 |
| Burgeber... ..         | 75 000 <sup>1</sup>    |
| Wank ... ..            | 90 000 <sup>2</sup>    |
| Zugspitz ... ..        | 50 000                 |
| Chamonix-Brevent... .. | 25 000                 |
| Barcelona... ..        | 224 500 <sup>3</sup>   |

| Nombre del funicular         | Tarifas                                                                            |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Hafelekar ... ..             | 12 shillings austríacos ida y vuelta.<br>3,50 para los naturales de Ins-<br>bruck. |
| Hungerburg ... ..            | 8 sh. a. subida; 6 sh. a. bajada.                                                  |
| Zugspitz ... ..              | 21 shillings austríacos.                                                           |
| Wank ... ..                  | 5 reichmark.                                                                       |
| Chamonix-Plampraz. ... ..    | 40 francos.                                                                        |
| Les Pelerins-Les Glaciers... | 100 francos ida y vuelta.                                                          |
| Barcelona ... ..             | 4,10 pesetas recorrido completo,<br>incluso ascensor.                              |

El hombre ha huído de los pueblos, y con ello ha huído del campo en donde está la vida, la verdadera vida de los países, casi todos agrícolas. El ferrocarril, el automóvil y el avión han facilitado este éxodo desde hace casi medio siglo a las que, por eso, son hoy grandes poblaciones, en donde el hombre entretiene

su vida, su vida más artificiosa, más equivocadamente placentera, y, por ello, menos cristiana. Sin embargo, como una reminiscencia, todavía ama el hombre el campo. Díganlo, si no, esos cientos de miles de per- sonas que en Madrid se marchan los días festivos al Guadarrama; díganlo esos cientos de trenes que sa- len de las estaciones de Londres; díganlo esas carre- teras alemanas, pobladas de automóviles, motocicle-

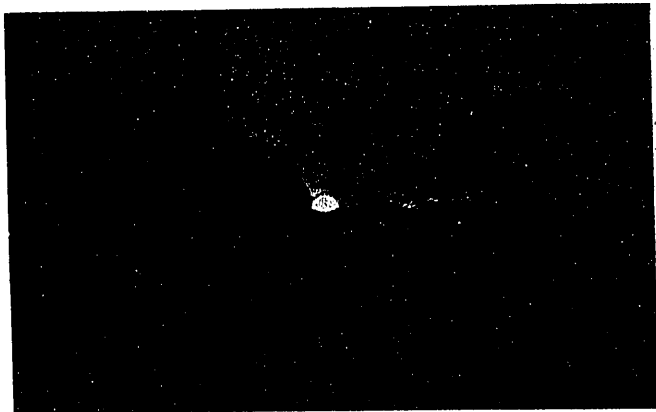


Foto F. Puesta de sol en el Zugspitz

tas, bicicletas, coches, sin otra dirección que las mon- tañas vecinas, y dígallo, finalmente, este detalle curio- so: En el Tirol austriaco y frontera austroalemana, dentro de una circunferencia imaginaria, cuyo radio fuera tan sólo de 20 km, se encuentran instalados cin- co funiculares aéreos, medios que el hombre ha pue- sto a la disposición del hombre para subir a las cum- bres. Los nombres de esos cinco funiculáres son los siguientes: Hafelekar, Patscherkofel, Kreuzeck, Wank y Zugspitz.

Las fotografías C, D, E y F, que acompañan es- te artículo, son muestra, nada más, de las soberbias, maravillosas perspectivas que la Naturaleza ofrece a

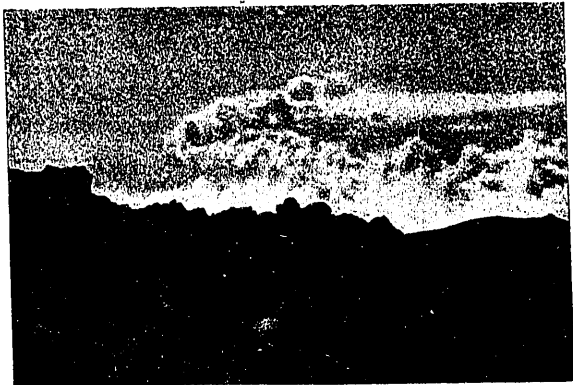


Foto G. Desde el cráter del Teide, en Tenerife, a 3 715 metros de altura. Un mar de nubes a los pies del gigante

los que, cómodamente y por poco precio, utilizan al- gunos de los funiculares citados.

Cuando visité el del Zugspitz, acababa el año 1929 y hacía un frío intensísimo en toda la Europa cen- tral. Recuerdo que al descender del automóvil, a los pies del funicular, me encontré con la desagradable sorpresa de que el funicular no funcionaba, por pro- cederse, por aquellos días, a la revisión anual de to-

<sup>1</sup> Desde su inauguración, en 17 de julio de 1929, hasta fin del año.  
<sup>2</sup> Desde su inauguración, en 15 de mayo de 1929, hasta fin del año.  
<sup>3</sup> Esta cifra es realmente de aquellos viajeros que subieron a la gran torre en 1932.

da la maquinaria. En vista de ello me fui directamente a ver al director del funicular, simpática persona con la cual intiné luego, y le expliqué que un hombre que, como yo, había venido nada menos que desde las islas Canarias para ver, entre otros, el funicular de Zugspitz, no podía renunciar tan fácilmente a su propósito, y obtuve de él que subiría, en viaje privado, con una Comisión de Carabineros alemanes y austríacos, que estaban esperando.

Mientras llegaba la esperada Comisión me fui informando de que el funicular de Zugspitz, que se encuentra en territorio austríaco, sube a la montaña del mismo nombre, cuya cumbre era justamente el límite de Austria y Alemania, como luego pude comprobar, pues incluso me hicieron una fotografía junto al poste divisorio de las dos fronteras, cuya foto, como prueba testifical de lo que relato, aparece adjunta, con la letra P. Una gran parte de los turistas que utilizan el funicular se sirven de él con el exclusivo objeto de dedicarse al deporte de la nieve, para lo que, una vez arriba, han de pasar algo penosamente la frontera y penetrar en territorio alemán, donde existe una espléndida pista de patinaje. En vista de

territorio alemán, se puede explotar, desde el otro lado de la frontera, por un funicular austríaco? La respuesta a esta pregunta me la encontré yo en aquella mi visita al funicular de Zugspitz, porque aquella Comisión de Carabineros alemanes y austríacos, que se esperaba, y que al fin llegó, y con los cuales subí a la cumbre, tenía la misión de examinar si, por medio del túnel construido por la Compañía del funicu-

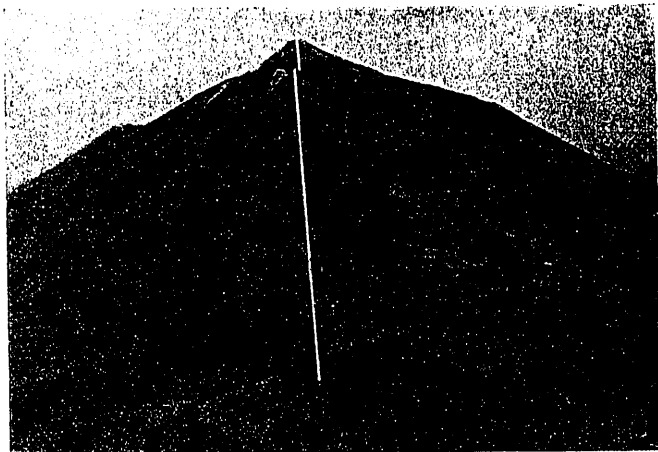


Foto K. El trazado del funicular al pie del Teide



Foto H. El pico del Teide, desde un avión

esto, la Compañía explotadora del funicular, arrancando desde la misma estación de llegada, construyó un túnel, de 500 metros de largo, que permite a los deportistas atravesar el macizo rocoso en pocos minutos y encontrarse cómodamente en el lago alemán, para dedicarse al deporte de la nieve.

Por aquellos días los alemanes comenzaban la construcción de una gigantesca obra de Ingeniería, consistente en subir, también al punto más alto del Zugspitz, por el lado alemán, partiendo de la preciosa villa de Garmisch-Partenkirchen, a 19 kilómetros de la montaña, comenzando por un ferrocarril de adhesión, continuando con un cremallera y dando el salto final a la cumbre con un funicular aéreo. Esta obra, ya terminada, importaba muchos millones de reichsmarks, por lo que el funicular austríaco, muchísimo menos costoso, con el apéndice de su túnel, habría de hacer, naturalmente, una gran competencia al ferrocarril alemán, en lo que se refería, por lo menos, al transporte de los deportistas de la nieve, y, comprendiéndolo así, la Bayerische Zugspitzbahn A. G. de Garmisch, que tal es el nombre de la Compañía explotadora del nuevo ferrocarril, planteó el siguiente problema: ¿Es que una pista de patinar, sita en te-

lar, ¿se podía hacer contrabando! Posteriormente he sabido que el túnel llegó a cerrarse, pero que no tardó mucho tiempo en volver a ser abierto, lo que no hubo de extrañarme, porque entonces aún la política no había enfriado las relaciones de dos pueblos que son ciertamente hermanos.

He traído a cuento la anterior historieta, para demostrar hasta qué punto, en algunos países, se lucha por la conquista de los montes. En España, ¡cuántas bellezas son ignoradas por falta de medios fáciles, y sólo conocidas por esos grupos de bravas gentes que,



Foto L. El personal auxiliar de los estudios del funicular del Teide, en su cabaña

arriesgándolo todo, aún suben montañas! Y, sin embargo, qué fácil sería, en algunos casos, *tracr* las montañas a nosotros! Ahí tienen ustedes el pico del Teide, en Tenerife, a 3 715 metros de altura; altura absoluta, porque desde el cráter del volcán, girando sobre uno mismo, puede recorrerse palmo a palmo toda la costa de la isla, lo que no ocurre desde otros puntos de vista, porque mirando desde la cumbre só-

lo se alcanza el valle. Sólo por este hecho la ascensión al pico del Teide sería única en el mundo; pero, además, el espectáculo es algo inolvidable: nos ve-

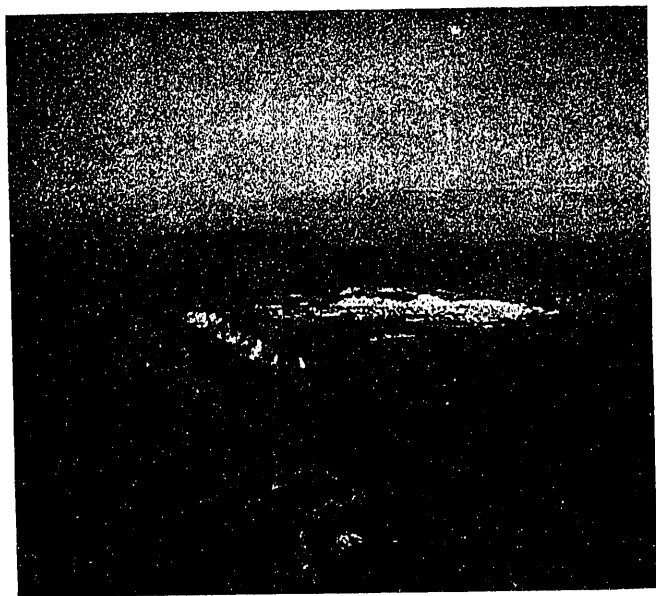


Foto M. Tetuán visto desde el monte Gorgues

mos como desde los hombros de un gigante enclavado en pleno atlántico, y a su alrededor, como polluelos en torno a la gallina, las demás islas menores de este grupo de las Afortunadas. Las fotogra-



Foto N. El trazado del funicular de Tetuán a Monte Gorgues

fías G, H y K muestran lo que sería una excursión al pico. Hoy es larga e incómoda, pero el proyectado funicular la resuelve en pocos minutos; sin embar-

go, y a pesar de que Tenerife es un país esencialmente de turismo, con una aportación anual de este género de cerca de 40.000 personas, todavía no se ha hecho nada. Por lo visto, aunque el Teide tiene, como dice la folia, fuego en el corazón, como la mujer canaria, todavía se cubre de nieve varios meses al año. ¡Y se está tan bien a los veintitantos grados de Santa Cruz o la Orotava!

He observado que, como ello signifique algún esfuerzo, son muy pocos los que sacrifican la fatiga física al placer espiritual de contemplar, desde lo alto, la Naturaleza. Y aunque me extrañó que de los ciento y pico mil habitantes de Tenerife no llegaran a pocas docenas los que habían subido al pico del Teide, ya no me causó tanto estupor que en Tetuán nadie me supiera dar razón del monte Gorgues.



Foto P. El autor de estos artículos, en el Zugspitz, junto al poste divisorio de Austria y Alemania

¡El monte Gorgues! ¡El macizo más alto de los que rodean a la capital del Protectorado español en Africa, cuya ascensión es cuestión de pocas horas, y desde cuya cumbre se divisan Ceuta, el Mediterráneo, el Estrecho y España! Las fotografías M y N dan una idea de lo que sería este funicular, que alcanza los mil metros de altura, y que ofrecería, a los miles de turistas que anualmente visitan la ciudad de las mezquitas, la posibilidad de alcanzar en breves minutos una soberbia perspectiva. El proyecto es del sistema circular, y la concesión está en trámites.

Aún anda por ahí algún otro proyecto mío para lograr la cumbre de alguna montaña, pero nada práctico he conseguido hasta ahora. La poesía de las cumbres, que ha sido el acicate del ingeniero, no ha vencido todavía el prosaísmo del dinero. ¡Paciencia!

José OCHOA Y BENJUMEA  
Ingeniero de Caminos