



AÑO LXXXIX

MADRID. = AGOSTO 1934

NÚM. VIII

Influencia de las trincaduras en la resistencia de los puentes militares reglamentarios

Desde que se adoptó en España el actual material reglamentario de puentes, han sido continuas las controversias motivadas por las encontradas opiniones sobre la necesidad o conveniencia de trincar las viguetas a las bordas de los pontones, así como sobre la efectividad del apoyo de las viguetas sobre todas las bordas de los pontones que forman un tramo; pues mientras unos con criterio optimista consideran las viguetas como pieza apoyada en varios puntos como si estos apoyos fuesen rígidos, deduciendo grandes resistencias para los puentes, otros afirman que, debido a la deformación del tablero y a la rigidez de las viguetas, éstas no pueden tener más puntos de apoyo que sus extremos (fig. 1), y así califican de deficientes los cálculos que sirvieron para adoptar dos longitudes de viguetas: una de 5,73 metros para los tramos de caballete y otra de 6,35 metros para los tramos de pontón.

Claro que los que sostienen el primer criterio también afirman, aunque no lo digan expresamente, que el material está mal calculado, ya que de ser cierto su criterio, los tramos de pontón del puente normal reforzado, por ejemplo, con luces de 3,18 metros entre

bordas de dos pontones consecutivos, admitirían cargas tales que no las admitiría el tramo de caballete de 5,50 metros de luz.

A nuestro entender, ambos criterios son equivocados; las viguetas se apoyan, efectivamente, en las bordas interiores del tramo, pero no se apoyan libremente en ellas (momentos cero en los apo-

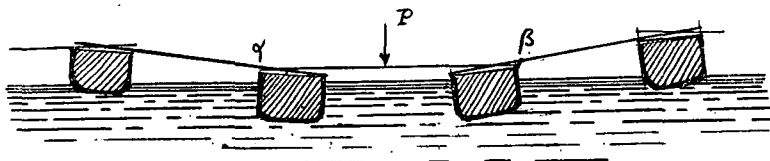


Fig. 1

ynos), ni como pieza apoyada en varios puntos (momentos negativos en los apoyos), sino con un momento positivo en los apoyos cuyo valor hay que sumar a los momentos de flexión que se producen en el vano por efecto de las cargas exteriores, por lo que en la pieza se produce un momento de flexión máximo igual al que se produciría en una pieza libremente apoyada en sus extremos, de una luz superior a la de vano, tanto mayor cuanto mayor sea aquel momento positivo en los apoyos.

Estos momentos positivos tienen su origen en el descenso que experimenta el apoyo flotante bajo la acción de las cargas; y aun tratándose de un tramo aislado, aparecen por la especial manera de comportarse de estos apoyos.

Sin consideramos un tramo aislado (fig. 2) y suponemos que insiste una carga P en el centro del mismo, cada pontón estará sometido a un empuje ascendente igual al peso que sobre él gravite, y, por la simetría de la figura, estos dos empujes serán iguales a la mitad de la carga total (carga exterior, más peso propio).

Recordaremos que un flotante tiene, para aun desplazamiento dado, posibilidad de inclinarse sin aumentar dicho desplazamiento, y el movimiento se efectúa como si la superficie de flotación ss rodase sobre el plano de flotación XX , y que la resultante A , vertical siempre del empuje del agua, pasa, precisamente, por el punto de contacto de aquellas dos superficies, que es el centro instantáneo de rotación para la posición considerada.

La vigueta ejerce sobre cada pontón dos acciones $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$, producidas por la carga exterior P ; en la posición de equilibrio del pontón se verifican las condiciones generales del equilibrio: suma

de vectores igual a cero y suma de momentos respecto al centro instantáneo de rotación igual a cero, o sea

$$\begin{aligned} \alpha + \alpha' + p &= A \\ \alpha \times d + p \times \delta &= \alpha' \times d' \end{aligned}$$

El peso p del pontón es pequeño comparado con las cargas que consideramos y, por la rigidez de las viguetas, la inclinación del pontón es pequeñísima, por lo que la distancia δ es insignificante, y así, sin error tangible, podemos expresar que

$$\alpha \times d = \alpha' \times d'$$

y por la misma pequeñísima inclinación del pontón, la reacción A se confunde, prácticamente, con el eje del pontón, por lo que d y d' pueden considerarse iguales, y, por tanto,

$$\alpha = \alpha' = \frac{P}{4}$$

y análogamente,

$$\beta = \beta' = \frac{P}{4}$$

El pontón devuelve a las viguetas del tablero reacciones iguales y contrarias, por lo que aquéllas estarán sometidas a las siguientes fuerzas: una carga exterior P , que actúa en su punto medio, y cuatro reacciones r r' q q' (fig. 3), iguales a $\frac{P}{4}$; en α' el momento será

$$m = \frac{P}{4} \times a,$$

siendo α la manga del pontón; entre α' y γ será de la forma

$$m = \frac{P}{4}(a + x) + \frac{P}{4}x = \frac{P}{4}a + \frac{P}{2}x$$

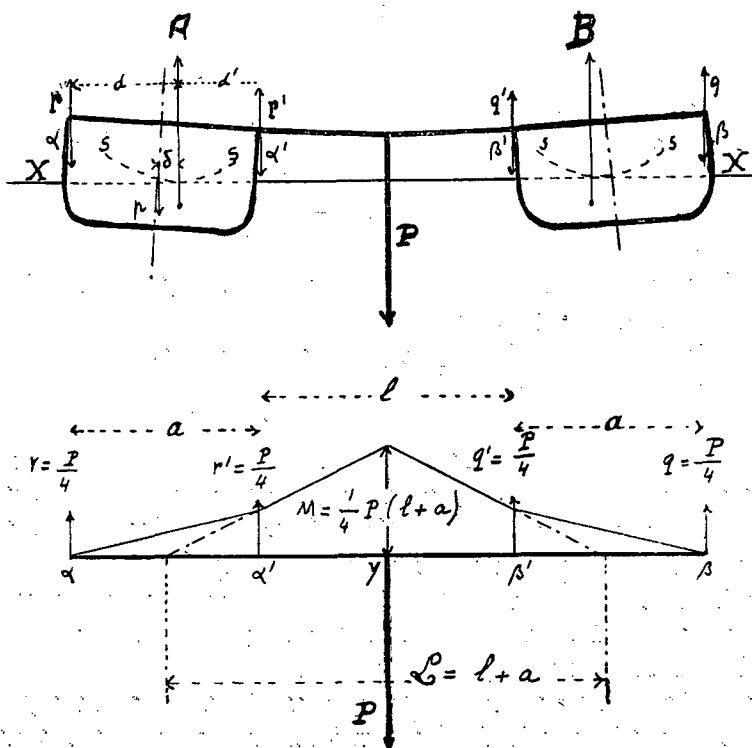
el segundo sumando es el valor de los momentos que se producirían

en el trozo $\alpha' \beta'$ si estuviese cortado en sus extremos, y el momento máximo

$$M = \frac{P}{4}a + \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{P}{4}(l+a)$$

es el mismo que se produciría en una pieza libremente apoyada en sus extremos de una longitud $\mathcal{L} = l + a$, que con las dimensiones del material reglamentario es de 4,74 metros.

Si el tramo está unido a otros formando un puente, los empujes de los apoyos inmediatos producen un aumento en el momento de los apoyos y, por tanto, aumento de la longitud virtual del vano,



Figuras 2 y 3

haciendo posible que dos viguetas colocadas, una en tramo fijo y otra en tramo flotante, estén sometidas a los mismos esfuerzos, bajo la acción de la misma carga, a pesar de su diferente longitud aparente.

El examen del tablero en conjunto se puede hacer por el estu-

dio de la pieza sobre apoyos flotantes; es apoyo flotante aquel que al recibir la acción de una carga, sistemáticamente desciende una magnitud proporcional a la reacción que desarrolla; este concepto, como se ve, está de acuerdo con la acepción corriente de flotantes: cuanto más se sumerge, más empuje vertical ascendente desarrolla.

Expresando analíticamente la deformación que experimenta la pieza por efecto de la flexión, y el descenso que sufre el apoyo por efecto de la misma carga, e igualando ambas expresiones, puesto que los recorridos son iguales, se llega a la ecuación de los cinco momentos, que liga los momentos que se producen en un apoyo con los que se producen en los dos apoyos anteriores y en los dos siguientes y con el sistema de cargas exteriores.

Esta ecuación, de expresión complicada, se simplifica cuando se trata de casos particulares, que son los más corrientes (apoyos todos iguales y tramos también iguales), pero nos abstendremos de desarrollar los penosos cálculos, que aumentarían la atención del lector, y solamente indicaremos, traducidas al lenguaje corriente, las características que se deducen de los cálculos y que diferencian esencialmente esta clase de sustentaciones de la pieza apoyada rigidamente en varios puntos.

Cuando se trata de hacer un cálculo con cargas móviles, lo más práctico es construir las líneas de influencia de momentos de flexión y de reacciones en los apoyos, y de ellas se deducen fácilmente los casos más desfavorables a la resistencia de las piezas.

En una pieza indefinida, apoyada rigidamente en varios puntos igualmente espaciados, la línea de influencia de las reacciones en un apoyo *A* es de la forma que se indica en la figura 4.

En horizontal está representada la viga en una escala arbitraria, y en ordenadas las reacciones que se producen tomando para unidad de fuerza una magnitud también arbitraria.

En la figura se ve que la reacción es alternativamente positiva o negativa, según que la fuerza actúe en un tramo impar o en uno par, contados a partir del apoyo que se considera; que se hace cero cada vez que la fuerza pasa por un apoyo anterior o posterior y toma un valor igual a la unidad cuando la carga pasa por encima de él, es decir, que en este momento la reacción es igual a la carga; cuando la carga recorre un tramo, las reacciones que se producen en los apoyos inmediatos son mayores que las que se obtendrían si la pieza estuviese cortada en los apoyos.

La línea de influencia correspondiente al mismo apoyo, si la pieza estuviese sobre flotantes, es de la forma que se indica en la figura 5; en contraposición con la figura anterior, en ella se observa:

1.º Que la reacción no se anula cuando la carga pasa por otro apoyo (salvo en el caso que le corresponda un cambio de signo); y

2.º Consecuencia de la anterior, que cuando la carga pasa sobre del apoyo A, éste no recibe la totalidad de aquélla, como pasaba en la figura 4, sino que solamente recibe una fracción de ella, cuya cuantía depende de las dimensiones de los flotantes y de la rigidez de la pieza sometida a flexión.

Estos datos dan lugar a un factor

$$\omega = \frac{6EI}{L^2} \times \alpha$$

característico de esta clase de sustentaciones:

E , módulo de elasticidad de la pieza sometida a flexión.

I momento de inercia de la misma pieza.

L longitud de los tramos.

α coeficiente de asiento de los apoyos (descenso producido por la unidad de la carga).

Si ω es grande, bien porque lo es la rigidez de la viga (primer factor), bien porque los flotantes son pequeños y descienden mucho (segundo factor), la línea de influencia se achata como en la figura 6 (1), que nos indica que el apoyo devuelve una reacción menor a costa del aumento correspondiente en las de los inmediatos.

Si el factor ω es pequeño, bien por ser pequeña la rigidez de la viga, bien por ser grande la importancia de los flotantes, la línea de influencia se abulta como en la figura 5, y, finalmente, si ω se reduce a cero porque el apoyo no experimenta asiento, la ecuación de los cinco momentos se convierte en la conocida de los tres momentos, siendo, por tanto, el caso de pieza sustentada rígidamente en varios puntos un caso particular de la pieza sobre apoyos flotantes en el que el descenso de éstos se hace cero.

Si una viga es perfectamente continua, la acción de una carga en uno de sus extremos se transmite, lo mismo si la sustentación

(1) Estas figuras tienen un valor puramente comparativo.

es rígida, como si los apoyos son flotantes, hasta el otro extremo, de modo que al entrar una carga en un puente de flotantes, todos ellos, del primero al último, experimentan descensos, o elevaciones

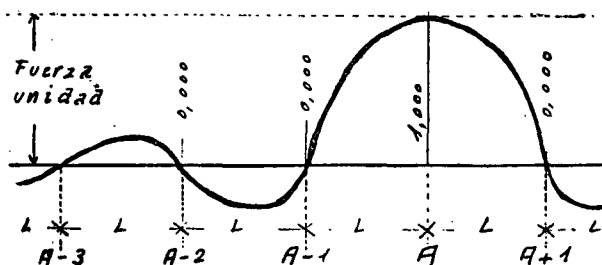


Fig. 4

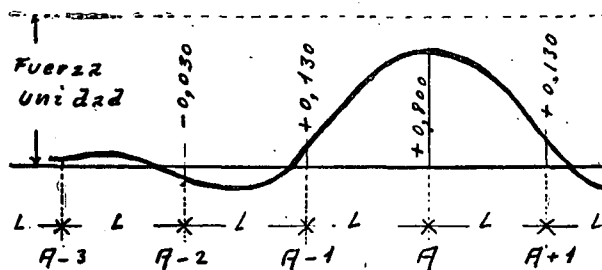


Fig. 5

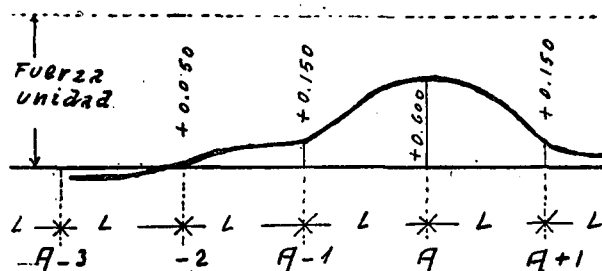


Fig. 6

Fig. 4.—Línea de influencia de las reacciones en el apoyo A de una pieza rígidamente sustentada por varios puntos.

Fig. 5.—Línea de influencia de las reacciones en el apoyo A de una pieza sobre apoyos flotantes para un valor pequeño de ω .

Fig. 6.—Línea de influencia de las reacciones en el apoyo A de una pieza sobre apoyos flotantes para un valor grande de ω .

tales que los aumentos de desplazamientos experimentados por los primeros, disminuidos en las pérdidas de desplazamiento sufridas

por los segundos, es igual al valor de la carga que ha penetrado en el puente.

En realidad, la influencia, después de pasados algunos apoyos, es muy pequeña, y si se tiene en cuenta que la continuidad de la viga no es perfecta, la influencia es nula pasados un pequeño número de apoyos.

Observando las figuras 5 y 6 se comprende que cuanto más rígida es la viga (y aquí hay que considerar el punto menos rígido, que son las uniones de los trozos que componen la viga), o sea, cuanto más perfectas son las trincaduras de las viguetas a las bordas de los pontones, menor es la carga que corresponde al flotante, pero esto es a costa de un mayor trabajo de las viguetas.

Esto puede verse en las figuras 5 y 6: en la primera, cuando una carga de 1.000 kilogramos insista sobre el apoyo A, el momento en dicho apoyo será

$$M = 130 \times L \square 30 \times 2 \times L = 70 \times L \text{ kgm.}$$

y en la segunda, en las mismas condiciones, será

$$M = 50 \times 2 \times L + 150 \times L = 250 \times L \text{ kgm.}$$

Pero con más comodidad se hace el estudio construyendo la línea de influencia de los momentos de flexión en los apoyos, que es de la forma que indica la figura 7 (1), correspondiendo la rama de la izquierda a la pieza de la figura 5 y la rama de la derecha a la pieza de la figura 6.

En horizontal se ha representado la pieza en la misma escala que en las figuras 5 y 6, y en ordenadas los momentos de flexión hacia abajo los positivos, y hacia arriba los negativos.

Considerando un tramo intermedio, la línea de influencia es prácticamente simétrica e igual para todos los apoyos suficientemente alejados de los estribos del puente, por lo que bastará considerar el recorrido de la carga desde su posición sobre el apoyo hasta el punto medio del tramo; la repartición de momentos en los intervalos para una posición cualquiera de la fuerza se obtienen llevando los momentos locales (obtenidos como si la pieza se apoya-

(1) Aunque por comodidad de exposición se ha dado a conocer primeramente la línea de influencia de las reacciones, cuando se hace el estudio para un caso concreto, se construye primeramente la línea de influencia de los momentos de flexión, y de ella se deduce la de las reacciones.

se solamente en los extremos del vano) sobre la recta que une las ordenadas representativas de los momentos de flexión en cada uno de los apoyos, correspondientes a la posición de la fuerza que se considera.

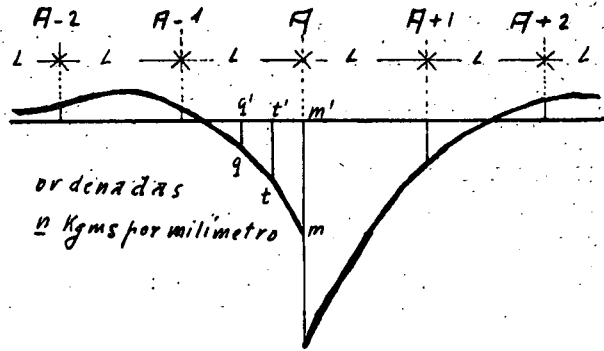


Fig. 7

Hasta ahora hemos representado los apoyos por los puntos, mientras que en la realidad, los flotantes tienen dimensiones y reciben las cargas por sus dos bordas, y son dos, por tanto, las reacciones que devuelven, pero es preciso no engañarse acerca de estas sustentaciones; si aceptamos que la inclinación de los pontones es muy pequeña, las dos reacciones son iguales, y su efecto debe referirse al eje del pontón, que es el que constituye el verdadero apoyo flotante; si se disponen dos pontones para formar un apoyo éste corresponde al centro de figura formado por aquéllos, transmitiendo su reacción por cuatro componentes iguales, que actúan en las cuatro bordas del apoyo.

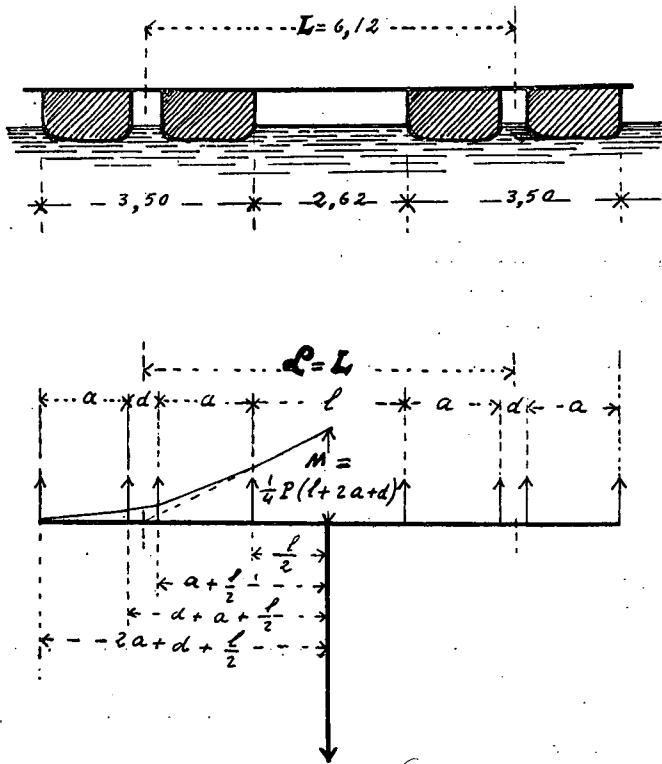
Consideremos un tramo del puente sencillo para grandes cargas, cuyas dimensiones son las indicadas en la figura 8, y supongámoslo aislado, que, como hemos dicho, es el caso más favorable a la resistencia de las viguetas.

Cuando una carga P insiste en el centro del vano, cada apoyo devuelve un empuje igual a $\frac{P}{2}$, que pasa por su centro de figura, y la transmisión se verifica por las cuatro bordas de cada apoyo, de modo que en cada borda existe una reacción igual a $\frac{P}{8}$.

El momento de flexión en la sección media será

$$\begin{aligned} \frac{P}{8} \times \left(2a + d + \frac{l}{2} \right) + \frac{P}{8} \times \left(d + a + \frac{P}{2} \right) + \frac{P}{8} \times \left(a + \frac{l}{2} \right) + \frac{P}{8} \times \frac{l}{2} = \\ = \frac{P}{8} \times (4a + 2d + 2l) = \frac{P}{4} \times (l + 2a + d) \end{aligned}$$

que es el mismo momento máximo que se produciría en una pieza libremente apoyada, cuya longitud fuese $L = l + 2a + d$, que es precisamente la longitud del tramo de puente, y esto sucede independientemente (dentro de pequeños valores) de la separación d entre los pontones que constituyen el apoyo.



Figuras 8 y 9

De modo, que aunque el vano entre pontones es de 2,62 metros, la longitud virtual del tramo, en el caso menos desfavorable, es de 6,12 metros.

Para el caso de que el tramo forme parte de un puente, se de-

ducen, en cada caso, las reacciones y momentos por las líneas de influencia, que serán de la forma indicada en la figura 5 y rama izquierda de la figura 7, en las que cada ordenada se sustituye por un número dependiente de la escala de fuerzas y momentos adoptada.

Cuando una fuerza aislada P , actúa sobre el centro del apoyo, el momento de flexión (máximo en el apoyo) vale: $m = m' \times P$ kilográmetros.

Cuando la fuerza actúa sobre el centro del tramo, los momentos en los apoyos inmediatos son iguales a $q q'$, y el momento en la sección media (máximo en el tramo) vale

$$M = q q' \times P + \frac{1}{4} l \times P \text{ kilográmetros.}$$

Cuando la carga pisa sobre la borda, el momento de flexión no es cero, como pudiera creerse a primera vista, sino que le corresponde un valor $m = t t' \times P$ kilográmetros, que aunque no representa ningún máximo, es preciso considerar esta posición, por la circunstancia de que en esta sección no contribuyen a la resistencia siete viguetas, como en las dos posiciones anteriores, sino solamente tres, ya que las otras cuatro se articulan en dicho punto.

De todo lo dicho resumiremos: que aunque el apoyo de las viguetas es efectivo sobre todas las bordas, cuando la carga actúa dentro del tramo, la longitud virtual del vano, si se quiere comparar con una pieza libremente apoyada en sus extremos, es superior a la longitud del vano entre pontones, y que, por tanto, no hay que dejarse engañar por lo próximos que parecen los pontones en los puentes para grandes cargas.

Que cuanto con más perfección se trinquen las viguetas a las bordas de los pontones para constituir la viga continua, menor será la carga que recibe el apoyo, pero mayor será el trabajo desarrollado por las viguetas; siendo el apoyo flotante más que suficiente para las cargas que admite el tablero, parece convendría no se trincasen las viguetas, pero por la distribución de éstas se produce un efecto de tijera que afloja los tablones y desorganiza el puente, por lo cual es preciso trincar aquéllas lo mejor posible, pero remachando la idea, no para lograr un aumento de resistencia, sino, por el contrario, a costa de una disminución de ésta, para evitar la desorganización del puente.

A pesar de las trincaduras, el efecto de tijera tiende a produ-

cirse, como es natural, y como las trincaduras se hacen con cuerdas de cáñamo, éstas se aflojan después de un tráfico activo, y tras ese aflojamiento viene el ya indicado de los tablonos.

Por esto es preciso considerar si sería preferible dar otra distribución a las viguetas para poner al tablero en condiciones de deformarse, sin que esa deformación arrastre la desorganización del puente; con ello habríamos conseguido lo que actualmente no se consigue, por muy bien que se hagan las trincaduras, y las viguetas estarán en las mejores condiciones de resistencia, ya que la influencia para un apoyo termina en las articulaciones de los apoyos inmediatos.

La línea de influencia de las reacciones estaría formada por líneas rectas en la forma que indica la figura 10.

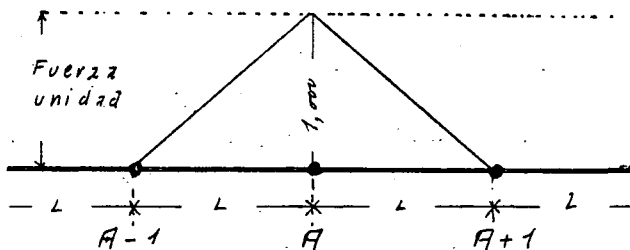


Fig. 10

Al insistir la carga en el apoyo anterior, la reacción en el A, que consideramos es nula y lo único que hará es inclinarse, lo que sabemos puede hacer sin variar su desplazamiento, y, por tanto, la reacción; cuando la carga recorre el tramo $A - 1$ A, estando el tramo articulado en sus extremos, los momentos en ellos serán nulos y las reacciones se obtienen en la forma conocida para las piezas apoyadas en sus extremos; cuando la carga llega al apoyo A, éste produce una reacción igual a la carga, lo que no debe preocuparnos, pues los apoyos tienen desplazamiento suficientemente sobrado para las cargas que admite el tablero.

Otra ventaja que sería posible obtener será una mayor velocidad de construcción, circunstancia capital para un puente de vanguardia.

Las experiencias que este año se llevan a cabo en el Batallón de Pontoneros sancionarán en uno u otro sentido cuanto aquí queda dicho.

CÁNDIDO ITURRIOZ.

Evacuación de las aguas residuales de las poblaciones marítimas

Si bien el procedimiento más racional y económico para la evacuación de las aguas residuales en las poblaciones marítimas es descargarlas en el mar, siempre que se cumplan los principios que provocan la autodepuración, ya que el volumen de agua disponible para la dilución es teóricamente infinito en relación al de las aguas residuales y el índice de dilución es cero, debe tenerse en cuenta que el hacerlo sin tratamiento alguno previo tiene los peligros siguientes: polución del agua marina de las playas próximas, con los riesgos y molestias consiguientes para bañistas y cuantos practiquen los deportes náuticos; contaminación de los trozos de costa donde se depositan las materias orgánicas en suspensión; peligro de fermentación de los depósitos de sólidos y algas formadas o desarrolladas a expensas de las aguas negras en las playas u orillas; contaminación de los parques o viveros de moluscos y peces; perjuicios para la pesca cuando la contaminación del agua marina impide el paso periódico de los peces emigrantes por las zonas de coloración o película de grasas y molestias y peligros en las dársenas y puertos para el vecindario en general.

Aunque es evidente que la dilución potencial por descarga en el mar es ilimitada, el problema estriba en transformar aquélla en dilución actual o eficiente.

Por otra parte, el oxígeno disuelto en el agua marina lo es en cantidad inferior en un 20 por 100 al contenido en el agua dulce en igualdad de las demás condiciones, y el agua del mar ejerce una acción precipitante específica sobre ciertos elementos de las aguas residuales que origina la tendencia que tienen a la formación de bancos o depósitos de materia orgánica en las playas, puertos, etc., sumamente molestos, teniendo también mayor facilidad para la formación de hidrógeno sulfurado; los cuerpos de poca densidad arrastrados por las aguas fecales flotan en el agua de mar formando grandes manchas de una especial película; además, la reaireación del agua del mar es menos rápida a causa de su viscosidad; es sabido que, generalmente, las aguas dulces son mejores medios para la dilución que las marinas.

En el mar, la dilución viene complicada por las mareas, que tienen influencia preponderante sobre la circulación y movimiento de las corrientes y retienen con el flujo y reflujo las materias en suspensión, depositándolas en las playas próximas durante la bajamar, reteniéndolas en las proximidades de las mismas antes de alcanzar la corriente que pueda arrastrarlas mar adentro con el máximo de dilución.

La mayor densidad del agua marina se opone a la dispersión de las aguas residuales y, por tanto, a su dilución, y, además, las materias salinas disueltas en aquélla provocan la floculación y coagulación de las materias coloidales en seudosolución en éstas al alcanzar el punto isoelectrico de las materias albuminoides disueltas; este fenómeno se observa visiblemente en el punto de descarga donde el agua del mar toma un aspecto lechoso y se enturbia mucho; si este precipitado no se difunde rápidamente, se deposita formando bancos de fangos sumamente ofensivos porque entran en fermentación, desprendiéndose gas hidrógeno sulfurado.

Además, las sales disueltas en el agua del mar, su mayor densidad y menor temperatura que las de las aguas residuales, hace que éstas tengan tendencia a elevarse a la superficie y a extenderse formando una capa o película perceptible a grandes distancias.

La capacidad de oxidación del agua del mar es menor que la del agua dulce, debido a que absorbe 20 por 100 menos de oxígeno y su capacidad de reabsorción es menor también.

A todo proyecto de evacuación en el mar de las aguas negras de una población costera debe preceder una serie de investigaciones para determinar en cada caso las corrientes marítimas predominantes, acción de las mareas, coeficiente de dilución actual, climatología local y emplazamiento del punto de descarga del emisario.

El factor actual de dilución es difícil de determinar. El doctor Gilbert Thomson, en su comunicación al Congreso Sanitario de Glasgow, sugiere el siguiente método para calcular el volumen de agua de dilución:

Si se trata de una bahía o cala profunda, o puerto, donde se propone verter las aguas negras, se toma el área media de la bahía o dársena en pleamar y bajamar, y como altura la diferencia de nivel de las aguas en ambos períodos; el volumen obtenido con esos datos será el del agua de dilución; esto se aproximaría a la realidad si la descarga tuviera lugar durante la bajamar, pues entonces toda el agua que ha recibido la aportación residuaria se habría disemi-

nado en alta mar antes de la marea ascendente, sin que el agua marina polucionada volviera a entrar en la bahía y a recibir nueva cantidad de materia orgánica.

En el caso de una playa poco profunda se considera que el punto de descarga es el centro de un círculo cuyo radio es la distancia de aquél a la costa en la bajamar, siendo el volumen del agua de dilución el de un cilindro cuya base fuese dicho círculo y la altura la diferencia entre el más bajo nivel de las aguas del mar y la profundidad media de la bahía, es decir, que si el punto de descarga está situado a 100 metros de la orilla en la bajamar y la profundidad media de aquélla en este período es de tres metros, el volumen del agua de dilución sería el de un cilindro de 100 metros de radio y tres metros de altura.

Conviene generalmente, y en ocasiones resulta necesario, someter las aguas residuales, antes de su vertido en el mar, a un cribado previo que elimine los sólidos en suspensión que al flotar se irían depositando en las playas próximas, con la consiguiente polución de las mismas y peligros y molestias para bañistas y vecinos.

En algunos casos será conveniente producir la desintegración de las materias en suspensión reteniendo las aguas residuales en tanques de sedimentación, donde, además de eliminarse gran cantidad de sólidos, se favorece la oxidación de la materia orgánica; no debe olvidarse que dicha oxidación es una acción superficial, y que a menor diámetro de las partículas, mayor superficie disponible para el mismo volumen.

* * *

Cuando sea de temer la contaminación de los criaderos de ostras y mariscos, las condiciones económicas y locales indicarán si es más adecuado el tratamiento depurativo de las aguas residuales antes de su descarga para conseguir un efluente de estabilidad orgánica y pureza conveniente o almacenar esta clase de alimentos en aguas claras y bacteriológicamente puras antes de darlos al consumo.

Los crustáceos y moluscos son objeto de atención por constituir gran número de sus especies un preciado alimento utilizado ya por el hombre primitivo, como demuestran los abundantes restos de aquéllos encontrados en las cavernas y cuevas prehistóricas.

La difusión de estas agrupaciones zoológicas sobre la tierra es

muy grande y sólo comparable a la de los insectos, esencialmente acuáticos, son las marinas las más numerosas y habitan preferentemente en la zona litoral sometidas al ritmo de las mareas, buscando albergue y protección en las rocas, en las grutas y en galerías que ellos mismos forman en la arena, en el fango y hasta en los acantilados, donde el mar rompe; aunque la mayoría viven en el fondo, enterrados como la almeja, sujetos por el viso como los mejillones, adheridos íntimamente a su concha como las ostras, o caminando por el suelo como la langosta, no desdeñan, sin embargo, la vida libre.

Sin entrar en sus relaciones anatómicas, indicaremos que todos los moluscos tienen un cuerpo fofo y blanducho, a lo que alude el nombre de malacozoos con que algunos naturalistas les designan, es decir, animales blandos, y el de moluscos—del latín *moll*, *mollis*, blando—, más generalmente empleado; la mayoría tiene una protección resistente, caliza: la concha.

El consumo grande que se hace de moluscos actualmente ha sido causa de que se hayan estudiado bien las enfermedades que pueden propagar, y prescindiendo de aquellas ocasionadas por haberlos ingerido en malas condiciones, es decir, alterados, graves en su mayoría, pueden ocasionar otras peligrosas también, sin que los técnicos encargados de su reconocimiento puedan apreciar en ellos nada anormal por llevar los moluscos el agente productor de la enfermedad que fué su compañero durante la vida en el mar y lo sigue siendo fuera de él, sin que se pueda sospechar su existencia más que por las referencias que se adquieran del sitio donde fué pescado; es la más difundida la fiebre tifoidea, estando plenamente demostrado que los moluscos son agentes transmisores del tifus abdominal por hacer de vehículo entre el elemento patógeno y el consumidor, es decir, que los moluscos no son peligrosos por sí mismos, sino por las aguas contaminadas que encierran y bañan su cuerpo cuando han sido pescados en lugares donde existen aguas residuales cuyas materias orgánicas les sirven de alimento, siendo en este caso muy peligroso su consumo porque entre las valvas y el tubo digestivo encierran agua infectada, y es sabido que el germen de la fiebre tifoidea se mantiene vivo dentro de la concha durante siete días, y hasta catorce en el agua del mar.

Si los veterinarios y consumidores pudieran reconocer fácilmente los moluscos infectados para separarlos de los sanos, no habría peligro para la salud pública, pero como esta distinción es imposi-

ble, se ha pensado garantizar la sanidad de los moluscos evitando su contaminación durante su crianza y desarrollo.

Está confirmado que los bacilos paratíficos *A* y *B*, que producen las fiebres paratíficas, se hallan en los moluscos, así como los del cólera y disentérico.

Aunque muchas veces no se encuentran en ellos bacilos peligrosos, aun procediendo de aguas contaminadas, nunca se puede negar la existencia de las toxinas que los mismos moluscos producen, y que son causantes, casi siempre, de los graves envenenamientos alimenticios a que dan lugar.

Es fácil también hallar el colibacilo, *bacterium-coli*, que en el hombre causa a veces septicemias de gravedad variable; el bacilo *proteus vulgaris* se encuentra también a veces, cosa explicable por ser el agente habitual de la putrefacción y hallarse, por tanto, en los productos putrefactos de las aguas fecales.

Además de los bacilos señalados se encuentran otros muchos en los moluscos procedentes de aguas contaminadas que, en general, son perjudiciales para la salud de los consumidores.

Fuller, como presidente de una Comisión nombrada para el estudio de la contaminación de los moluscos, ha examinado detenidamente el asunto en Estados Unidos, estimando que el valor anual de los que se crían en las costas del Atlántico es de quince millones de dólares, y deduciendo que si bien el consumo de moluscos, ostras y toda clase de mariscos contaminados con aguas residuales es un peligro evidente, debe regularse la instalación, almacenaje y conservación de estos alimentos mejor que restringir la evacuación de las aguas negras de las poblaciones en el mar.

* * *

En ciertos casos, la depuración más o menos completa de las aguas residuales se hace necesaria antes de descargarlas en el mar.

La Comisión sanitaria de Baltimore requiere que las aguas residuales, antes de verter en la bahía, tengan el mayor grado de pureza prácticamente posible, previendo un presupuesto de cerca del millón de dólares para la instalación de filtros de arena como suplemento de los filtros percoladores necesarios para la estabilidad orgánica del effluente.

En Belfast (Irlanda) se planteó el interesante problema de que la descarga en el puerto de sus aguas negras producía un desmesurado crecimiento de algas, principalmente la lechuga de mar—ulva

latissima—, que, arrastradas por las corrientes, se depositan en las playas vecinas, entrando en putrefacción; los estudios practicados por Lets demostraron que el desarrollo de tal alga era debido a la acción fertilizante de las aguas residuales; estos vegetales utilizan para su desarrollo el nitrógeno sin oxidar, así como el de los nitratos y nitritos, demostrando dicho autor que dobles lechos de contacto eliminaban el 51 por 100 de nitrógeno y 71 por 100 de nitrógeno albuminoideo; fosos sépticos, combinados con dobles lechos de contacto, dan resultados mejores, pues se llega a eliminar hasta el 87 por 100 de nitrógeno amoniacal y 73 por 100 de nitrógeno albuminoideo. Después de amplios experimentos recomendó el siguiente sistema de depuración: cribado preliminar; sedimentación en tanques para un período de retención de seis horas; llevar una parte del líquido sedimentado a filtros percoladores, y el efluente de éstos mezclarlo con el volumen restante de los tanques de sedimentación; conducir la mezcla a un lecho de contacto para su desnitrificación y descargar el efluente en depósitos donde termina el proceso de desnitrificación y de los que se vierte al mar; con él se obtiene una eliminación del 80 por 100 de los elementos que favorecen el desarrollo de las algas marinas, pero el tratamiento es costoso.

En Francia, las "Instrucciones generales relativas a la construcción de alcantarillados, así como a la evacuación y depuración de las aguas residuales", dictadas por el Consejo Superior de Higiene Pública, prohíben terminantemente la descarga en ríos, canales, arroyos, y aun en el mar, en las proximidades de puertos, playas o viveros de moluscos, de las aguas residuales no depuradas, negándose toda subvención a las poblaciones que no cumplen dichos preceptos, a pesar de las protestas que este rigorismo provoca en el Parlamento.

Finalmente, merecen citarse como ejemplos recomendables de evacuación directa en el mar las poblaciones siguientes:

Bilbao, cuyo alcantarillado vierte al mar en Punta Galea, a 13 kilómetros de la población y a 7 metros de profundidad en las bajas mareas.

Gijón. Su moderno alcantarillado desagua al mar en el acantillado de Peña Rubia, a cuatro kilómetros de la población, mediante un emisario en túnel de cerca de kilómetro y medio de longitud y 1,00 por 1,85 metros de sección visitable, que arranca de un amplio depósito regulador, en el que se hallan instaladas las bombas elevadoras.

Melilla. Su emisario desemboca en la ensenada de Los Galápagos, punto tan batido por las olas que precisa la existencia de una alta chimenea de equilibrio para amortiguar los golpes de ariete.

Marsella. Con moderno alcantarillado que vierte en alta mar, al este del Cabo Croisette, donde los vientos dominantes y las corrientes son propicias y hay profundidades de 30 a 60 metros.

Nápoles, que descarga sus aguas negras en Cumes, a 15 kilómetros de la población, avanzando el emisario 60 metros mar adentro.

Buenos Aires. Vierte sus aguas residuales en el Río de la Plata, a 23 kilómetros de la población.

Manila, cuya evacuación se hace, después de sucesivas elevaciones, por un emisario que avanza a dos kilómetros en el Mar de la China.

Boston, con dos emisarios que desaguan en el centro de su puerto, a 600 metros de la orilla y 15 metros de profundidad; y

Wáshington. Parte de cuya población descarga sus aguas residuales en dos emisarios que terminan a 250 metros de la orilla y ocho metros de profundidad, resultando una zona de decoloración muy reducida.

Conclusiones.

La evacuación en el mar de las aguas residuales de las poblaciones marítimas debe hacerse atendiendo a las condiciones siguientes:

1.^a Elección del punto de descarga, previo estudio de las corrientes marinas predominantes, para que las aguas residuales sean arrastradas mar adentro y no hacia las playas vecinas.

2.^a Que el final del emisario esté suficientemente alejado de la población para evitar los efectos del invertimiento en el mar, lo bastante sumergido para no quedar al descubierto en la bajamar y separado de la orilla lo preciso para que el oleaje no lleve a la costa las materias en suspensión.

3.^a Conviene someter las aguas residuales a un cribado previo que elimine los sólidos en suspensión para evitar que se acumulen en las playas vecinas o formen bancos que entrarían en putrefacción.

4.^a Conviene evitar que en las aguas residuales se haya iniciado la fermentación pútrida antes de la descarga.

5.^a Convendrá, en ciertos casos, retener las aguas residuales en tanques de sedimentación para favorecer la oxidación de la materia orgánica y evitar el desarrollo excesivo de algas.

6.^a Tener en cuenta la existencia de parques o viveros de moluscos y prever la influencia sobre ellos, deduciendo si es preferible la depuración de las aguas residuales o someter los mariscos a un tratamiento adecuado, realizándose siempre su control bacteriológico.

MANUEL GALLEGO VELASCO.

El libro científico como factor del progreso humano a lo largo de la historia

(Conferencia radiada en Madrid con motivo de la II Feria del Libro.)

Entre los diversos temas elegidos para estas charlas de exaltación del libro en sus diversos aspectos, y con motivo de la gran fiesta de cultura que constituye la II Feria de Madrid, cúmpleme el honor de decir dos palabras acerca de la influencia del libro científico en la vida del hombre y de la aportación valiosa del mismo al progreso y cultura de la Humanidad.

El empeño, de suyo muy superior a mis fuerzas, lo es más ante el estrecho marco de una limitación inexorable de tiempo que me mueve en consecuencia a concretar o reducir la cuestión a los siguientes términos: ¿qué libros, entre los de carácter científico, han ejercido una influencia más directa y trascendental en la civilización actual?; o, dicho de otro modo: ¿cuáles han sido los principales libros de ciencia que han servido de peldaños a la marcha ascendente de la Humanidad desde la remota cima de la ignorancia y superstición hasta las ásperas cumbres del conocimiento moderno?

Con todo, no resulta fácil ese discernimiento, tanto más cuanto que, desde nuestro punto de vista, hemos de apartarnos del concepto restringido que suele darse al libro científico y considerar como tal al que abarca otras disciplinas del conocimiento. En este sentido hemos de dar cabida al libro de Historia—que articula al hombre con su pasado y da sentido de continuidad a su vida—, del mismo modo que el libro de Geografía lo relaciona con el presente a impulsos del sentido de convivencia.

Es más; aun en muchas obras genuinamente literarias palpitan ideas y anhelos que luego son recogidos por el hombre de ciencia

en sus libros, especulaciones e inventos maravillosos propulsores de la civilización, como dijera con acierto inimitable D. Tomás Borrás en reciente fiesta celebrada en comunión con los ingenieros. Desde Homero, en la *Odisea*, verdadero poema geográfico, y Virgilio, en las *Geórgicas*—compendio de agricultura, en el que se vislumbra el ciclo del nitrógeno—, hasta los modernos novelistas, Julio Verne, Wells, etc., sin olvidar a varios de nuestros clásicos, como Lope y Cervantes, se tienen innumerables ejemplos de literatos que, asumiendo los sueños y afanes de la Humanidad, han servido de base a multitud de libros y empresas científicas llevados al terreno de la realidad.

Que el libro es la creación más trascendental del hombre lo prueba el hecho de que todo el mundo civilizado se gobierne por unos cuantos libros: la *Biblia*, el *Corán*, los *Vedas*, las obras de Platón, Aristóteles, etc., y de unos cuantos códigos civiles y políticos. En cuanto al porvenir, se hallará cada vez más ligado a la obra científica como expresión de los progresos crecientes del hombre sobre la materia y de su afán por desentrañar los misterios que le rodean en busca incansable de la justicia y solidaridad humanas.

Dicho lo anterior, procuraremos dar una impresión sucinta de algunos de esos libros más trascendentales en los diversos períodos históricos.

En la oscuridad de los primeros tiempos es la *Biblia* la obra que brilla con luz más potente: relato histórico y documentado del pueblo hebreo, es, ante todo y por cima de todo, el libro de la "Suprema Inteligencia", un canto religioso, un código, un tesoro de poesía que ha inspirado a los artistas de todos los tiempos y uno de los principales libros que han regido los destinos del pensamiento humano. Con razón se ha dicho que si los egipcios nos legaron sus bellas estatuas y templos, los fenicios el alfabeto y sus artes industriales y los asirios la exquisitez de su arte, los hebreos nos dejaron con la *Biblia* un monumento más sublime e imperecedero.

Con inspiración más o menos directa en la *Biblia*, surge después otro libro religioso: el *Corán*, convertido a poco en libro universal y que, al igual que aquélla, es una historia y un código para el mundo musulmán. El *Corán* es, por otra parte, una grandiosa obra poética cuyas imágenes han sabido ejercer una fascinación profunda en el pueblo islámico, y en cuyas páginas se canta la grandeza de un Dios único en términos monótonos, que se adentran en el espíritu por virtud de esa misma monotonía rítmica.

Con los *Vedas* se cierra el ciclo de los grandes libros sagrados primitivos. Cosmogonía fantástica, contienen pasajes tan grandiosos como la *Biblia*, y en otro orden son un exponente de la medicina y cirugía indostánicas. Acaso los principios de la religión budista, basados en el renunciamiento de la individualidad y en el carácter transitorio y vanidad de la existencia humana al imprimir una actitud mental opuesta a todo mejoramiento material, hayan sido la causa de la escasa aportación de la India a la ciencia en general, salvo en lo tocante a la Medicina, que por su finalidad humanitaria se ha hallado siempre en armonía con esta doctrina de amor y caridad.

Pasando ahora a considerar en rápida visión la trayectoria del conocimiento científico propiamente dicho a través de los libros, observaremos que si bien en el mundo antiguo de Egipto, Babilonia y Fenicia comienzan a dibujarse ciertos testimonios científicos en la reglamentación elemental de las unidades de medida y cambio, en los calendarios como necesidad impuesta por los cultivos agrícolas, en el conocimiento de los eclipses y de otros fenómenos astronómicos, etc., es lo cierto que los primeros que sometieron estos conocimientos al examen racional, los que llegaron a establecer las relaciones causales de los mismos y, en una palabra, los verdaderos creadores de la ciencia y del libro de este nombre fueron los sabios griegos de Jonia.

Como de todas las ciencias, aun las más abstractas, los orígenes de la Geometría reconocen por causa las necesidades de la vida diaria, y en este caso corresponde a Tales de Mileto la gloria de haber convertido las reglas empíricas empleadas por los egipcios desde los tiempos más remotos para la medición de tierras y parcelas, en la ciencia deductiva de la Geometría, preparando así el camino a Euclides, que con sus libros es el primero que formula sistemáticamente tan importante ciencia.

El árbol frondoso de las Matemáticas se alimenta así originariamente por una de sus raíces con la Geometría de Euclides y por otras, no menos importantes, con las aportaciones de Pitágoras, Platón, etc. No se olvide, en efecto, que fueron los pitagóricos los que iniciaron la idea abstracta del número, dando así viabilidad a la Aritmética, y los que, llevados de una mística exaltada, llegaron a considerar el número y sus relaciones como base del mundo real, concepción que muchos siglos más tarde, en pleno Renacimiento, es recogida por los astrónomos Copérnico y Kepler al enunciar el prin-

cipio de los números perfectos y atribuir a Dios la creación del Universo, de acuerdo con la armonía matemática o “música de las esferas”.

Esta misma trayectoria es proseguida por Platón, que en su famoso libro *El Timeo*—aparte de su visión especial del Universo, basada en una caprichosa analogía entre el cosmos y el hombre, entre el microcosmos y el macrocosmos—formula la idea de los números negativos y considera la línea como engendrada por un punto, germen del Cálculo diferencial que había de dar la gloria a Newton y Leibniz muchas centurias después.

Si toda la ciencia matemática empieza en Euclides y Pitágoras, todo el entramado de la mecánica e hidrostática modernas se asienta sobre los manuscritos de Arquímedes, que, inspirados en un espíritu verdaderamente científico, en una ideología moderna de asociación de las matemáticas con la experimentación, pueden considerarse como el origen de la Física actual.

Del mismo modo es en Hipócrates, con sus libros de Medicina, en quien arranca este interesante conocimiento, al que supo darle el carácter de ciencia de observación, exponiendo unos métodos curativos similares, en cierto modo, a los corrientes hoy día.

Aunque sea de pasada, no se puede hablar del pensamiento científico griego sin citar dos grandes figuras: Aristóteles y Tolomeo, cuyas obras ejercieron tan gran influencia en los siglos siguientes. En efecto, los libros del primero—*Discurso de Física, Meteorología, Biología*, etc.—no sólo constituyeron una enciclopedia de cultura del mundo antiguo, sino que la escuela filosófica fundada por Aristóteles fué la más profunda de su tiempo y la única puede decirse que imperó en los siglos del Medievo.

En cuanto a Tolomeo, legó a la posteridad su gran enciclopedia de Astronomía—designada más tarde con el nombre árabe de *Almagesto*—y su Geografía, basada en las observaciones de longitud y latitud, cuya exhumación en el siglo xv tanto contribuyó a los grandes viajes y descubrimientos marítimos iniciados en esa época.

Basta pararse a considerar que la Geografía de Tolomeo fué la obra más fervorosamente leída y comentada por Colón y la que inflamó la mente del genial descubridor, pese a los errores contenidos en aquélla o, mejor dicho, por virtud de estos mismos errores. En efecto, al asignarse a la Tierra en dicho libro un diámetro sexta parte del verdadero y suponerse que las costas orientales de Asia se hallaban cercanas a las occidentales de Europa—como parecían

confirmarlo otros dos libros que embargaron también la atención del gran almirante, el *Imago Mundi*, del cardenal Ailly, y la *Relación del viaje*, de Marco Polo—, Colón creyó encontrar un camino fácil a la India navegando hacia Occidente, y fué este error o feliz casualidad la que le hizo encontrarse con un Mundo Nuevo, como es sabido. ¿Puede darse un caso más notorio y decisivo de la influencia del libro científico en la civilización y en la vida humanas?

Situados así en los umbrales de la Edad Moderna—y sin adentrarnos a considerar el Medievo, iniciado en los siglos conocidos con el nombre de “Noche de la Ignorancia”, apenas iluminada por las antorchas aisladas que mantienen en alto Santo Tomás de Aquino, con sus obras escolásticas, nuestro San Isidoro, con sus famosas *Etimologías*, y, posteriormente, Alfonso X el Sabio, con su *Código de las Siete Partidas*, Raimundo Lulio, etc., etc.—, nos enfrentamos con el gran invento de la Imprenta, que al difundir el pensamiento humano por medio del libro impreso con caracteres móviles, rompe el aislamiento intelectual del hombre y le permite empeñarse en una obra de colaboración y solidaridad, sin la cual no puede aspirar a la conquista de la verdad.

Son tan abundantes las plantas que crecen vigorosamente en el campo del Renacimiento científico y tan abundantes sus frutos, que es punto menos que imposible hacer una selección de los libros que en esa época y en todo el curso de la Edad Moderna han influido más en el estado actual del conocimiento.

Quizá sea el genio universal de Leonardo de Vinci el que mejor encarne el espíritu del Renacimiento, y aunque hayan sido escasos los manuscritos que legara a la posteridad, su tendencia a buscar la ciencia por la experimentación le sitúa en un lugar preferente entre aquellas figuras.

La gran obra revolucionaria de esta época en cuanto a la Astronomía es iniciada por Copérnico, que en su famoso tratado de este título consideró al Sol como centro del Universo, saliendo así al paso de la teoría geocéntrica de Tolomeo y del Escolasticismo, como se sabe. ¿Hará falta ponderar la trascendencia de tal libro, que en forma audaz e irrespetuosa venía a romper los moldes consagrados de antiguo al relegar la Tierra a un lugar secundario entre los demás planetas y destronar al hombre del puesto de rey de todo lo creado?

Por esta brecha, valientemente abierta, se internan después Kepler y Galileo, al que se considera por muchos como el primero de los científicos modernos, y cuya aportación a la Dinámica, como

nueva ciencia experimental y matemática, es bien conocida. Más tarde, Newton, con sus famosos tratados *Principios*, *Optica*, etcétera, alcanza la gloria al descubrir las leyes de la gravitación universal y formulando la primera gran síntesis física.

En reacción contra el yugo del escolasticismo se alzan: Descartes, autor del *Discurso sobre el Método*, creador de la *Geometría analítica*, y Bacon, que en su *Novum Organum* afirmó rotundamente que sólo por la observación y la experimentación se pueden conocer las leyes de la Naturaleza. Fueron, pues, ambos los fundadores de la ciencia moderna, aunque realmente tuvieron por precursor a nuestro gran Luis Vives.

A esta misma escuela pertenece el inglés Harvey, cuyas observaciones y experimentos le permitieron descubrir la circulación de la sangre y la función propulsora del corazón; también en este punto los fueros de la justicia obligan a reivindicar el nombre de nuestro compatriota el médico aragonés Miguel Servet, que, un siglo antes que Harvey, y en su libro *La restitución del cristianismo*, ya vislumbró la circulación general de la sangre.

A mediados del siglo XVIII aparece en Francia la *Enciclopedia*, obra famosa o, mejor dicho, especie de diccionario general en 28 volúmenes que inaugura una modalidad del pensamiento. Su estilo, violento y demoledor—como salido de las plumas de Diderot, Voltaire, Montesquieu, Rousseau, D’Alambert, etc.—, hizo que su publicación fuera prohibida dos veces, medida que acaso contribuyera a su exaltación, y que a hurtadillas se leyera aun en los salones más aristocráticos. Esta obra contribuyó por mucho a preparar el espíritu del pueblo francés para la gran experiencia revolucionario de 1789, con lo cual se releva su importancia histórica excepcional.

En orden a las ciencias naturales, Buffon llena todo el siglo XVIII con su *Historia natural de los animales*, verdadera enciclopedia de zoología, del mismo modo que el siglo XIX lo absorbe Darwin como autor del famoso libro *El origen de las especies*, exponente de sus audaces teorías acerca de la transformación y selección naturales, con arreglo a las cuales el hombre se convierte en un mero eslabón de la cadena orgánica de los seres, y que tan honda revolución había de producir en el mundo científico y teológico.

No hemos de seguir citando obras aparecidas con posterioridad, tanto por la falta de perspectiva para enjuiciar como por la misma profusión de libros aparecidos en el siglo XIX y lo que va del actual, entre los cuales algunos son de importancia tal que fijarán

época en la historia de la Ciencia, como, por ejemplo, los de Einstein acerca de la relatividad, en los que se formula una nueva síntesis del conocimiento físico.

Con lo expuesto hemos pretendido realzar la aportación del libro científico al acervo de la civilización actual como herramienta valiosa de preparación y formación de la juventud no experimentada, como instrumento eficaz del hombre de ciencia ya consagrado y como arma excelsa de propaganda espiritual utilizada por el investigador y el sabio para dar a conocer sus ideas, tentativas y descubrimientos embrionarios, a fin de facilitar a los demás la conclusión o realización de aquéllos en generosa y franca colaboración.

Hacemos punto final, no sin exaltar la importancia de esa colaboración desinteresada, con la vista fija en la ciencia, como gran liberadora de la Humanidad, en una comunión de esfuerzos que, como dice Richert, pueda acaso conjurar un día los dos peligros más graves que aquejan a aquélla: la lucha de clases y la guerra. Hora es ya de que los Gobiernos todos del momento actual se den cuenta de esto y que, persuadidos de los prodigios de la ciencia, cada día más maravillosos y bienhechores, vuelvan la vista hacia la instrucción superior, la investigación científica y la difusión de los libros de esta naturaleza.

M. P. U.

SECCIÓN DE AERONÁUTICA

METEOROLOGIA Y AEROSTATICA

La catástrofe del globo estratosférico "Sirio Osoaviachim I".

II

Dedicada la primera parte de este estudio al examen de la subida del globo y altitud alcanzada, queda ahora examinar lo más interesante del tema, que es las condiciones del descenso.

Descripción del descenso.—Según la Memoria rusa y, salvo algunas contradicciones que no se sabe bien si son del original o de

la traducción, resulta que el globo, a las 12 h. 23 m., inició un descenso muy lento, tanto que no sólo se contuvo, sino que se convirtió en ascenso, no permitiendo la falta de datos conocer la circunstancia de si el globo conservó bien o no su forma esférica por ignorar si iba provisto de círculo de Pöschel; en vista de la lentitud del descenso y de la nueva ganancia de altura, los aeronautas maniobran las válvulas prolongadamente a las 13 h. 20 m., cuando se encontraban, según los datos rusos, a 21.500 metros y descienden hasta las 13 h. 51 m., volviendo a subir a 21.500 metros, que son alcanzados poco después; a las 14 h. 07 m. hay nuevamente descenso, que se continúa ya sin interrupción y, a las 15 h. 28 m., pierden el enlace por radio, siendo curioso citar que la respuesta a la indicación que desde tierra hicieron al globo de que descienda a las 11 h. 30 m. y que irían a su encuentro fué arrojar más lastre para alcanzar su altitud máxima de 22 kilómetros, según la afirmación rusa.

La última anotación es de las 16 h. 07 m., en la que, además de algunos datos incoherentes, existe la nota de altitud a 12 kilómetros; luego, la anotación sólo contiene la hora: las 16 h. 13 m. y, a las 16 h. 23 m. la barquilla se estrellaba contra el suelo, siendo de indicar que en la nota de las 15 h. 28 m. está la observación de sospecha sobre retardo en las indicaciones del altímetro cuando marcaba 17 kilómetros.

Explicación rusa de la catástrofe. — La Memoria de Procofiev dice que la catástrofe hay que atribuirle:

a) A un abuso de lastre, quedándose con poca reserva para el descenso.

b) A una estancia demasiado prolongada en la estratosfera, dando lugar a la puesta del Sol sin salir casi de ella.

c) Al aumento de la temperatura ambiente al llegar a la troposfera.

A este respecto, afirma la Memoria rusa que, en la primera zona de equilibrio, a los 19.500 hubiesen sido necesarios, para compensar el enfriamiento del globo e igualación de temperaturas, el 20 por 100 de la fuerza ascensional, o sea, 496 kilogramos de lastre disponibles, existiendo a bordo 580 kilogramos, a los que podría añadirse 200 kilogramos de objetos diversos, estando, pues, asegurado el descenso, en buenas condiciones, desde esa altura.

Este cálculo se hace aplicando la ley de dilatación de los gases simplemente y luego se verá el error de esta aplicación.

Se sigue diciendo que en los 22.000 metros hubiesen sido nece-

sarios 700 kilogramos de lastre para compensar el enfriamiento, sobre lo que no se añade justificación alguna y, si a esta cantidad se suman los 100 kilogramos resultantes de la pérdida de gas por las válvulas, serían necesarios 800 kilogramos para asegurar el descenso frenado desde esa altura.

Conviene señalar que, según el libro de a bordo, a los 22 kilómetros la temperatura del gas era de 4°,2, es decir, la misma sensiblemente que a la altitud de 19.500, en donde era de 4°.

Sigue diciendo la Memoria rusa que en lugar de existir esos 800 kilogramos de lastre sólo había 420 kilogramos y, por consiguiente, era imposible frenar un descenso, aunque sólo hubiese sido hasta la altura en la que un aeronauta podría haber aligerado el globo lanzándose en paracaídas.

Dice después Procofiév que, agravado el enfriamiento producido por el contacto con la atmósfera a -50° , por la puesta del Sol, que se acercaba al horizonte sin haber salido el globo de la estratosfera y, todavía, por el aumento de temperatura del ambiente, se apresuraba el momento de la igualación de temperaturas del gas y del aire y, por tanto, aquel en el que era irremediable la catástrofe por no existir el lastre necesario para compensar esa igualación.

Cálculo de las fases que intervienen en un descenso estratosférico.—Aunque los principios que se van a indicar son aplicables a la Aerostática en general, nos vamos a referir especialmente a un descenso desde la estratosfera, empezando por indicar las fórmulas que representan las circunstancias si en el movimiento no intervienen cambios de calor y, después, cuando hay variación de temperatura.

a) *Movimientos adiabáticos de un globo flácido.*—Es la característica de este estado, el que el peso es constante.

Poniendo la fuerza ascensional bajo la forma:

$$F = \frac{P_h}{a_h} (a_a - a_h) - P$$

siendo P y P_h los pesos del plomo y del gas y a_a y a_h los pesos específicos del aire y del gas y diferenciando y transformando, se llega fácilmente a la relación:

$$-\frac{\Delta F}{P} = \frac{1}{1 - \frac{T_a}{T_h}} \left(\frac{1}{n_a} - \frac{1}{n_h} \right) \Delta h$$

de cuya expresión se puede deducir la altura, conocidas las demás cantidades, en función del deslastre.

Se ve en seguida que el signo de la variación de ΔF depende no sólo del de Δh , sino muy especialmente de los valores de n_a y n_h : n_h , si se supone adiabática la transformación, vale 1,4 para el hidrógeno; n_a depende de la distribución vertical de la temperatura, como se vió en el artículo anterior; resultando que si $n_a > n_h$ o sea, atmósfera con gradiente *Superadiabático*, será ΔF del mismo signo que Δh y el equilibrio será inestable, pues el globo se acelerará lo mismo en los ascensos que en los descensos; si es $n_a < n_h$ entonces son ΔF y Δh de signo contrario y el equilibrio es estable, cumpliéndose esta condición, seguramente, si $n_a = 1$, es decir, en la estratosfera, donde sensiblemente existe *isotermia*.

Se ve también que, si $n_a = n_h$, el equilibrio es indiferente y, por tanto, al variar la altura, *no variará* la fuerza ascensional; resultando que el principio de que la fuerza ascensional de un globo flácido es constante, *sólo es cierto adiabáticamente con un cierto estado meteorológico* de la atmósfera.

En general, es $n_a < n_h$ y el equilibrio es estable, ocurriendo esta circunstancia, de modo muy marcado, en las *inversiones* de temperatura, por lo que es su altitud la mejor para la navegación aerostática; cosa que ocurre, desde las primeras horas de la noche, en las capas inferiores de la atmósfera, que son las mejores para navegar con economía de lastre en las ascensiones nocturnas.

b) *Movimiento de un globo flácido con cambios de calor.*—El caso anterior sólo puede aplicarse para movimientos *muy lentos*; en cuanto el globo se mueve con velocidad apreciable intervienen los cambios de calor en proporciones muy importantes, tendiendo a *ser iguales* las temperaturas del gas y del aire por efecto de la *ventilación* que resulta, en cuyo principio, como se sabe, está basada la medición de la *verdadera* temperatura del aire.

Asimismo, influye en los cambios de calor, el de *forma radiante*, sea absorbiendo el globo el que recibe por insolación, sea perdiendo al espacio durante la noche.

Entonces, escribiendo la fuerza ascensional bajo la forma:

$$F = P_h \left(\frac{T_h}{T_a} - 1 \right) - P$$

y, diferenciando parcialmente con relación a T_h y T_a , transfor-

mando y hallando la diferencial total, resulta:

$$\frac{\Delta F}{P} = \frac{\frac{\Delta T_h}{T_h} - \frac{\Delta T_a}{T_a}}{1 - \delta \frac{T_a}{T_h}}$$

Salta a la vista que si es

$$\frac{\Delta T_h}{T_h} = \frac{\Delta T_a}{T_a}$$

no varía la fuerza ascensional, que es, de otro modo, el principio enunciado antes respecto a la conservación de la fuerza ascensional del globo flácido y que es el que expresa mejor la realidad de lo que sucede en los movimientos importantes, en los que conservándose la igualdad de temperaturas del aire y del gas, se verifica esa circunstancia por efecto de la ventilación, como se verá después.

Dejemos establecido que la relación hallada supone constante la presión o que, si varía, es siempre la misma para el gas y el ambiente, resultando que si varían simultáneamente las temperaturas del gas y del aire hay una variación de fuerza ascensional que es:

a) Proporcional a la diferencia algébrica de variaciones relativas.

b) Proporcional a la fuerza ascensional total.

c) Independiente de las presiones, siempre que sean iguales, para el gas y aire en los instantes inicial y final.

Si se admite ahora que $\Delta T_a = 0$, o sea, en la estratosfera o en una región isoterma, la variación de la temperatura del gas equivale a un deslastre $\frac{\Delta F}{P}$ que, combinado con la fórmula del caso anterior, produce:

$$\Delta h = h_0 \frac{\frac{\Delta T_h}{T_h}}{\frac{1}{n_a} - \frac{1}{n_h}}$$

que daría la modificación de altura causada por la variación ΔT_h si, después del enfriamiento, el fenómeno es adiabático.

Si se supone atmósfera isoterma (estratosfera) $n_a = 1$, entonces una variación de 1° en la temperatura del gas produce, si estaba a 4°C . ó 277°A , una variación

$$\Delta h = 126 \text{ metros};$$

por tanto, 60° de variación exigirían descender *adiabáticamente* 7.560 metros para compensar el enfriamiento, recuperando el globo, en su nueva posición, la fuerza ascensional primitiva y quedando en equilibrio, cosa, sin embargo, imposible de realizar en la práctica si el enfriamiento es brusco.

La fórmula hallada indica que, con los datos,

$$\Delta T_h = 60^\circ; T_h = 277^\circ; \Delta T_a = 0; T_a = 223^\circ,$$

que eran los del globo *Sirio*, en sus dos zonas de equilibrio, resulta:

$$\frac{\Delta F}{P} = 0,228$$

es decir, aproximadamente, el 23 por 100; por tanto, en la primera zona de equilibrio, en la que $P = 2.480$ kilogramos, el lastre compensador hubiese sido 570 kilogramos y no 496, como afirma la Memoria rusa.

En la segunda zona, donde $P = 2.120$ kilogramos, el lastre de compensación, hubiese sido 487 kilogramos y no 700 kilogramos, como se dice en la referida Memoria.

Lo que pasa es que en la primera posición, para intentar la llegada a la segunda en buenas condiciones, hubiesen sido necesarios $360 + 487 = 847$ kilogramos; pero, ya estando en ella, sólo se necesitaban, para evitar los efectos de un enfriamiento total, los 487 kilogramos citados.

Movimiento adiabático teniendo en cuenta la resistencia del aire.—Cuando el globo se pone en movimiento, entonces aparecen dos nuevos fenómenos de gran importancia: la resistencia del aire y la “ventilación” ya citada, cuyos efectos se van a considerar.

Para la resistencia se admiten fórmulas del género:

$$W = K D^3 v^2$$

siendo D y v el diámetro y la velocidad del globo.

Como además, según se ha visto, la fuerza ascensional varía con la altura (salvo el caso de gradiente adiabático), resultará la ecuación del movimiento, supuesta una variación lineal, como en el caso adiabático, la siguiente:

$$m \frac{a^2 h}{dt^2} - K' h \pm K' \left(\frac{dh}{dt} \right)^2 = 0$$

Es la ecuación de un movimiento vibratorio con amortiguamiento cuadrático que explica las oscilaciones o ascensos y descensos que, a veces, tiene un globo, como se ha visto en el caso del *Sirio*.

Es el mismo caso que el de las "pompas" de aire en la atmósfera, que, prescindiendo de la resistencia, como se puede hacer en general o, a lo sumo, con resistencia lineal, tienen una oscilación de período:

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{T'}{\Theta g}}$$

siendo T' la temperatura del ambiente y Θ la *temperatura potencial* de la pompa; habiendo sido calculado por el meteorólogo alemán Linke el valor numérico de este período, que resulta de ocho minutos y, por tanto, para el globo será, seguramente, mucho mayor.

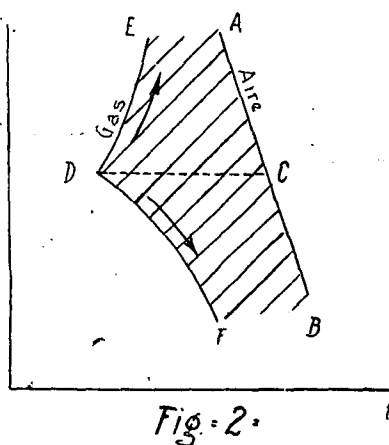
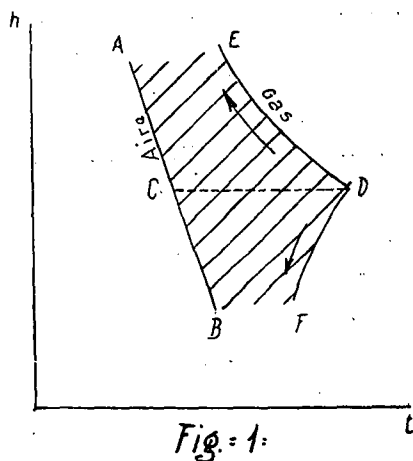
Movimiento del globo con intervención de la ventilación.—Este fenómeno es de una importancia muy grande: basta ver que un globo, partido a 0° y en equilibrio de temperatura con el ambiente, llegaría a 20 kilómetros de altitud, si el movimiento fuese adiabático y tuviese fuerza ascensional suficiente para compensar el enfriamiento, a la temperatura de —153° C.; el globo *Sirio* ya se ha visto que a esa altura tenía 54° sobre el ambiente y, por tanto, si no hubiese existido insolación, su temperatura hubiese sido de —50°, como la del aire y, el cambio de calor del globo y el ambiente le había elevado la temperatura 103°.

Inversamente: un descenso desde 20 kilómetros a la temperatura de 4° C. produciría, al llegar al suelo, la *temperatura potencial* de esa altura, es decir, 344° C., con cuya elevación de temperatura no sólo se compensaría un enfriamiento de 60° (se vió antes que bastaban poco más de siete kilómetros), sino que habría un incremento enorme de fuerza ascensional que la experiencia no confirma.

Resulta, pues, que la "ventilación" tiende a igualar las tempe-

raturas del gas y del globo, con lo que se deducen consecuencias curiosas.

Si es (fig. 1) $A C B$ la temperatura existente en la atmósfera y $C D$ el "calentamiento" del globo, al ponerse éste en movimiento el calentamiento disminuye, siguiendo la temperatura la evolución $D E$ o $D F$ en los ascensos o descensos; los primeros serán, pues, *frenados* y los segundos *acelerados*, que es lo que ocurrirá en día de insolación.



Si es de noche, ocurre la evolución que indica la figura 2 y el globo tiene ascensos *acelerados* y descensos *frenados*.

Si, por descender el globo con velocidad importante, le consideramos con la misma temperatura que el aire, pueden presentarse varios casos, según la situación atmosférica, de acuerdo con lo dicho al tratar de estabilidad.

En un tramo, $A B$, de pequeño gradiente (fig. 3) el globo se frena espontáneamente por tender a la evolución $A B'$, de la que resultaría el calentamiento $B B'$; en un tramo adiabático, $B C$, seguiría a velocidad constante, mientras que en una inversión, $C D$, el frenado sería muy enérgico y hasta podría haber efecto de *rebote*; finalmente, con gradiente fuerte, como en $D E$, el globo se *desboca*.

La ecuación del movimiento se modificará en el término $K h$ que representaba la fuerza ascensional, pues ahora, con el efecto de la ventilación, no sólo variará con la altura, sino con la velocidad, resultando una relación muy complicada para tratar el problema por el cálculo, limitándonos a una explicación gráfica.

Fig. 3:

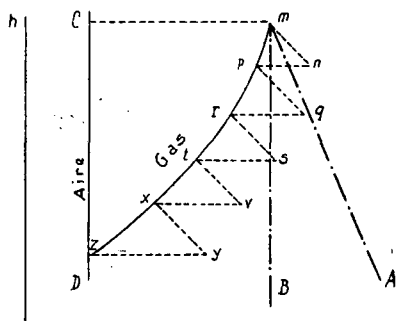


Fig. : 4.

Se ve, pues, que la ley de temperatura del gas puede ser tal como $m A$, $m B$ (isoterma) o $m z$, es decir; con elevación; conservando la temperatura o en descenso; dependiendo ello del crecimiento de la velocidad.

Se ve también que podrá haber velocidades de descenso con las que no llegue a verificarse la igualación de temperaturas, conservándose siempre el gas con cierto calentamiento sobre el ambiente, a expensas de parte del trabajo adiabático, aun habiendo desaparecido la insolación.

De las dos teorías sobre el modo de empleo del lastre: la de “la puntada a tiempo”, es decir, frenar en seguida una y, la otra, la

de dejar tomar velocidad, es más prudente la primera, pues la segunda depende mucho de la distribución vertical de temperatura existente en la atmósfera, según se ha visto y lo confirma la práctica, de que unas veces da buen resultado y otras no.

Se comprende también, con claridad, cómo las reglas del lastre necesario para descender de una altura, que dió el coronel Renard, producían diferentes cantidades, según que el estado del día fuese despejado o con nubes, etc., pues ya se ha visto que todo depende del calentamiento, viéndose notoriamente la perspicacia del coronel Renard, en tiempos en los que se sabía bien poco de meteorología.

Influencia del círculo de Pöschel.—La influencia de esta disposición es que entrando aire del exterior contribuirá a acelerar la igualación de temperaturas en el descenso, pero, en cambio, tiene la enorme ventaja de que *conserva la forma* esférica y la resistencia del aire es *mayor* que si no existiese, con lo que los descensos son *más frenados*.

Además, la ya conocida de evitar el aumento continuo de la altura de plenitud.

Otra razón más para que *convengan* los descensos lentos es que, en los acelerados, el funcionamiento del círculo de Pöschel es defectuoso, sobre todo si el apéndice es largo y, contrayéndose el globo, se aumenta la aceleración por disminución de resistencia, con lo que se aumenta a su vez la ventilación y el globo puede tomar velocidades excesivas que pueden llegar a ser peligrosas.

Descenso de la primera expedición de Piccard.—Como ejemplo de que un descenso lento y sin haber maniobrado las válvulas produce un enfriamiento pequeño y permite mantener el calentamiento conveniente, se cita la primera ascensión de Piccard.

En ésta, el lastre necesario para compensar todo el enfriamiento hubiese sido de 468 kilogramos, suponiendo las condiciones de temperatura las mismas que en el caso del globo *Sirio* ya que en la zona de plenitud el peso soportado por el globo *F. N. R. S.* era de 2.037 kilogramos; disponía de 28 sacos de granalla fina de plomo de 12,5 kilogramos, es decir, de 350 kilogramos, no habiendo tenido que arrojar más que *dos sacos* en el momento del aterrizaje; el descenso se hizo, pues, *sin compensar* absolutamente con lastre alguno.

Ahora bien; como la velocidad del descenso fué aumentando *paulatinamente*, ello indica que el enfriamiento era progresivo y que el círculo de Pöschel funcionó perfectamente y así se puede aplicar

la fórmula de resistencia del aire a la forma esférica, que es:

$$W = 0,02 D^3 v^2$$

Con las dimensiones del globo de Piccard y la velocidad alcanzada en la última fase, que fué de 4,6 metros por segundo, resulta:

$$W = 378 \text{ ..}$$

es decir, que siendo

$$378 = 468 \times 0,8$$

el calentamiento *final* del globo, al aterrizar, debería ser sólo el 20 por 100 del calentamiento en la zona de plenitud o sean, 12° sobre el ambiente.

La evolución de temperatura sería la representada en el gráfico que se acompaña (fig. 5), que ha sido calculado a base de los des-

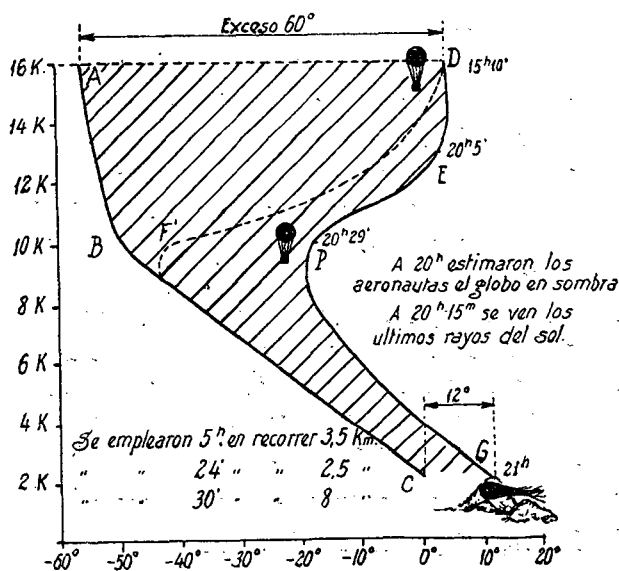


Fig. 5.

lastres correspondientes en función de las velocidades deducidas del libro de a bordo; el descenso duró desde las 15 h. 10 m., en que puede suponerse su verdadero principio, hasta las 21 h., que fué la

toma de tierra en el glaciar de Gurgl; el de Procofiév duró desde las 13 h. hasta las 17 h., habiendo empezado la ascensión a las 9 h. 05 m.

A nuestro juicio, es sumamente instructivo este gráfico, que hace ver las características del enfriamiento; si la evolución de la temperatura hubiese sido la DF' por haberse acelerado el descenso del globo, en F' hubiese disminuído la fuerza ascensional en 468 kilogramos, que hubiesen producido un descenso de 7,6 metros por segundo, suponiendo esférico el globo y mucho más rápido si, por no funcionar debidamente el círculo de Pöschel, hubiese habido contracción exagerada.

Causas probables de la catástrofe.—Viniendo, en esencia, a coincidir nuestra opinión con algunos puntos de los expuestos en la Memoria rusa, existen, sin embargo, diferencias marcadas, como se ha visto en el asunto del lastre compensador y se verá en lo que sigue.

Si bien es cierto que el descenso, en un principio, fué lento, no se tiene la seguridad de las condiciones del descenso a partir de las 15 h., cuando los aeronautas sospechan del funcionamiento del altímetro; ellos ignoraban las condiciones verdaderas de velocidad del descenso; si al ir aumentando el enfriamiento el globo empezó a acelerarse y el círculo de Pöschel, si existía, que se ignora, funcionó defectuosamente, una contracción del globo resultó muy peligrosa por la aceleración producida, que, aumentando la velocidad, reaccionaba sobre ese aumento de un modo continuo por la ventilación y, entonces, si el globo llegó a contraerse exageradamente, la velocidad pudo ser tal que el viento relativo rompió el enlace del apéndice con el círculo de suspensión, yendo la tela bruscamente hacia arriba y el estrabonazo de la resistencia al aire de la tela, mucho mayor al hacer ésta de paracaídas, produjo la rotura de alguna cuerda de suspensión y ya se inició la catástrofe.

Basta ver que a 12 kilómetros la presión atmosférica es el triplo de la de 19 kilómetros y, por tanto, el volumen es el $\frac{1}{3}$ del de plenitud, si el círculo de Pöschel no ha funcionado y, aunque no fuese falta total de funcionamiento, sino sólo parcial y el volumen hubiese sido $\frac{1}{2}$, ya supone aplastamiento bastante para que el coeficiente de forma en la resistencia y la superficie opuesta sean muy inferiores a los de una esfera y como la reducción de resistencia por den-

sidad es todavía muy grande a esa altura, sólo el 25 por 100 de la del suelo, todo ello, sin tener que admitir otras causas, ha podido determinar la catástrofe, que se hubiese podido evitar arrojando lastre a tiempo para no dejar que el globo tomase velocidad peligrosa.

Todavía, al alargarse el globo y rozar las cuerdas de las válvulas con la tela, principalmente en el apéndice, ha podido resultar una acción sobre la válvula y entonces ha bastado la aceleración consiguiente para que los efectos dichos se hayan producido con toda su intensidad.

Finalmente, aunque el descenso se hubiese hecho lentamente para conservar casi todo el calentamiento, al atravesar la capa de nubes, que a una altitud de 600 metros cubría toda la región central de Rusia, se hubiese producido el enfriamiento total, que hubiese obligado al gasto de lastre en las cantidades apuntadas, deduciéndose la conveniencia de escoger días despejados para las ascensiones estratosféricas o prevenir sus efectos caso contrario.

Sin que lleguemos a establecer conclusiones definitivas, sino solamente *posibilidades*, puede decirse que la caída vertiginosa ha podido ser producida por:

- a) Maniobra excesiva de las válvulas.
- b) Defecto de funcionamiento del círculo de Pöschel.
- c) Falta de indicaciones suficientes sobre la velocidad.

La cantidad de lastre hubiese sido suficiente *bien empleada* y con globo de buen funcionamiento, como ocurrió en el descenso de Piccard; resultaría insuficiente por la pérdida excesiva de gas, que dió lugar a una velocidad de descenso incompatible con la conservación del calentamiento, al menos parcial, en cuanto la insolación dejó de actuar intensamente.

Claro es que queda la posibilidad de avería en el casquete superior de la tela por las tensiones excesivas al contraerse el globo, pero siempre esto sería debido a exceso de pérdida de gas y defecto consiguiente del círculo de Pöschel o falta de éste para determinar contracción excesiva, quedando esta posibilidad casi descartada en globos en los que la suspensión se haga desde relinga inferior al ecuador, como era la disposición de Piccard, que indudablemente ha sido el más acertado de los aerosteros estratosféricos que hasta ahora han actuado; la disposición del globo del teniente coronel Herrera se proyecta en la misma forma.

De todos modos, la posibilidad primeramente indicada no es forzosamente lo que ha de ocurrir en una ascensión estratosférica, co-

mo parece desprenderse de la Memoria rusa, en la que para nada se habla de los efectos adiabáticos y de ventilación que tanta importancia tienen; como se ha visto.

Situación meteorológica.—Dos palabras diremos sobre la diferencia de recorrido horizontal de las dos ascensiones rusas: en la de 24 de septiembre último, Procofiév recorrió, en ocho horas, un trayecto horizontal de 50 kilómetros; la situación era de anticiclón con núcleo en Moscú.

En la de Fedosechenko, la situación era de borde oriental de anticiclón, cuyo núcleo estaba sobre Francia; una masa fría se acercaba, desde el Polo, a la altura de Escandinavia viniendo del NW. y siendo, sin duda, una de las componentes del anticiclón; debía ser de gran potencia y extender su acción hasta gran altura, pues el globo recorrió 470 kilómetros hacia el SE., llegando a velocidades de 30 metros por segundo, con una media de 20 metros por segundo.

Consideración final.—Resulta, por lo expuesto, de gran importancia conocer el régimen de temperatura del gas del globo en relación con el estado atmosférico y los movimientos verticales, por lo que nos permitimos invitar a nuestros aerosteros a realizar investigaciones de esta índole llevando termógrafo interior para el gas del globo y meteorógrafo exterior para el ambiente; termómetro ambiente, a la vista, para estar informado el piloto de la distribución de temperatura y anotaciones precisas de pesos, deslastres y horas para poder efectuar estudios físico-aerostáticos después de cada ascensión, con lo que se realizará una gran obra en beneficio de la Aerostación; la "vieja madre" de la navegación aérea, que será, en mucho tiempo aún, insustituible para muchas cosas del aire.

C.

REVISTA MILITAR

Criterios para la distribución de las ondas en las estaciones radiotelegráficas militares del Ejército alemán. ("Die Wehr Prufung" 1933).

El Ejército alemán dispone de tres aparatos radiotelegráficos portátiles para transmisión, de una potencia variable de 200 a 5 vatios, de transmisores radiofónicos de cuarzo y de transmisores de patrulla.

Para la recepción, el aparato de mochila 445 Bs. permite la correspon-

dencia con los tres tipos de transmisores citados, mientras que para los demás tipos precisan receptores apropiados.

Admitiendo, en una primera aproximación, como suficiente una extensión de la banda de frecuencia de 10 kilociclos, el número de transmisiones que se pueden teóricamente realizar es el que resulta del siguiente cuadro, en el que además se indican las características de los varios aparatos:

TRANSMISORES			
Receptor 445 Bs. (= 55 + 3.000)	1.º	200 w. = 500 a 3.000 m., banda frecuencia	50.
	2.º	20 w. = 300 a 1.600 m.,	80.
	3.º	5 w. = 96 a 316 m.,	220.
Receptor propio . .	Aparato radiofónico de cuarzo = 45 a 100 m., b. f. 365.		
	Aparato para patrulla = 26 a 38 m., b. f. 280.		

Como se sabe, para evitar la perturbación recíproca de las transmisiones es necesario variar la extensión de la banda de frecuencia, teniendo en cuenta diversas circunstancias, y, entre otras, la longitud de la onda empleada, la amplitud de la gama de ondas que puede alcanzarse con el tipo del aparato empleado y la distancia entre los puestos de transmisión.

En general, la extensión de la banda de frecuencia deberá aumentarse para las comunicaciones radiotelefónicas, para las cuales, en la gama total de ondas de los tres tipos de transmisores citados (de 200 a 5 vatios), deberá variar de 20 a 30 kilociclos, mientras que para los aparatos de onda más corta es preciso llegar de 50 a 75 kilociclos.

Para telegrafía se pueden tener en cuenta los siguientes datos medios:

Para ondas inferiores a 60 metros, 30 a 50 kilociclos.

Para ondas comprendidas entre 150 y 60 metros, 20 kilociclos.

Para ondas comprendidas entre 1.500 y 200 metros, 8 kilociclos.

El alcance que puede admitirse para estos aparatos es:

Transmisores de 200 vatios, 500 kilómetros.

Transmisores de 20 vatios, 150 kilómetros.

Transmisores de 5 vatios, 75 kilómetros.

Aparatos radiofónicos de cuarzo y de patrulla, 25 a 30 kilómetros.

Habrà que comprobar la posibilidad de que desde un mismo puesto se pueda transmitir con los diversos tipos de estos aparatos (caso común en los puestos de mando de las grandes unidades), y esto para sacar partido de las diversas características que cada uno de ellos posee y para una eventual sustitución en caso de avería. Cuando la gama de ondas de los diversos tipos de aparatos tenga en común una cierta zona, se buscará en ésta la onda que hay que asignar a todas.

Es sabido que el alcance de un transmisor no es constante en toda la amplitud de su gama, y, en general, aumenta con la onda de longitud media. Habrá que tener esto en cuenta al establecer la onda de trabajo en relación con el alcance que se quiera obtener.

El autor deduce que en todos los casos debe preferirse una distribución que consienta pocas, pero seguras, transmisiones antes que aumentar el número de éstas a costa de la seguridad del funcionamiento. U.

Trenes ligeros con coche automotor con vistas al servicio ferroviario militar. (De la "Rivista di Artiglieria e Genio". Marzo-abril 1934).

Cada vez va difundiéndose más el empleo de coches automotores en cuyo motor se emplee el aceite pesado; la sustitución del motor de vapor juntamente con la reducción del número de coches permitirá una mayor velocidad y una mayor frecuencia de trenes.

Muchos son los tipos de coches automotores, y en su estudio se ha alcanzado, además de un gran rendimiento del grupo motor (20 por 100 frente a 7 a 10 por 100 del motor de vapor), una notable reducción de peso con respecto a la carga útil.

Otras características de estos motores son: una rápida puesta en marcha; un consumo mínimo de agua, necesaria sólo para el enfriamiento; posibilidad de marcha en ambos sentidos sin inversión del motor y corto número de personal necesario.

El tipo Michelin, por ejemplo, pesa en vacío 4.370 kilogramos y consiente una carga útil de 2.160 kilogramos, correspondiente al de 24 viajeros. El consumo de combustible es de unos 25 litros por cada 100 kilómetros; siendo posible detener el tren, aun cuando esté lanzado a 80 kilómetros por hora, en un espacio de un centenar de metros, en vez de los 1.000 metros que se requiere con el freno ordinario. Este automotor puede ser conducido por un sólo mecánico.

El tipo más reciente de tren ligero americano está formado por tres coches articulados sobre cuatro carretones de dos ejes. La ligereza se ha llevado al máximo mediante el empleo del aluminio, que a igualdad de resistencia ha permitido reducir el peso en un tercio. Este tren puede alcanzar una velocidad de 177 kilómetros por hora.

La forma aerodinámica, a la que se ha atendido en todos sus detalles, disminuye en la mitad el esfuerzo de tracción a la velocidad de 160 kilómetros por hora, comparado con los trenes ordinarios.

El primer coche lleva el motor, que es de 600 caballos, de combustión interna, con doce cilindros en V. El tren, además del departamento postal, puede llevar 200 viajeros.

Las características de estos trenes ligeros para el servicio ferroviario militar presentan interés especial.

Es convicción general que el tráfico ferroviario debe sustraerse de toda amenaza aérea muy acentuada, lo que inducirá a disminuir el tiempo que esté expuesto el convoy a la vista y aumentar la velocidad.

Favorecerá ciertamente la invisibilidad del convoy la eliminación de la estela del humo, que a gran distancia es característica de paso de un tren. Además, la posibilidad que tienen los automotores de aumentar rápidamente la velocidad permitirá que, en caso de ataque por la artillería o aviones, el tren alcance rápidamente puntos protegidos por túneles o bosques. De hecho, en las regiones de frontera son frecuentes los túneles y los bosques, y hay que prever en los tramos despejados la ejecución de abrigos o enmascaramientos que permitan establecer depósitos de materiales para atender a eventuales reparaciones de la línea.

La reducción del personal de servicio, la eliminación de los puestos de toma de agua son, ciertamente, condiciones que facilitan la ampliación y el empleo de las líneas; la última guerra ha demostrado que no es fácil improvisar el servicio ferroviario militar, habiendo sido necesario muchas veces construir rápidamente líneas completas para hacer frente a nuevas e imprevistas necesidades del tráfico.

U.

CRONICA CIENTIFICA

El helio y otros gases raros.

En una conferencia reciente, lord Rutherford ha expuesto datos acerca de los gases raros, que, si bien son generalmente conocidos, no carece de interés recordarlos. Todos sabemos que los primeros trabajos acerca de esos gases son debidos, principalmente, a lord Rayleigh y a William Ramsay, quienes practicaron investigaciones a fines del siglo XIX, cuyo resultado inmediato fué el descubrimiento del argón, helio, neón, kryptón y xenón, todos ellos contenidos, en mayor o menor proporción, en el aire que respiramos. Estos gases monoatómicos son objeto actualmente de importantes aplicaciones industriales, lo que requiere una producción abundante, conseguida, principalmente, por el establecimiento de grandes instalaciones de aire líquido.

Se utilizan actualmente unos 30.000 metros cúbicos de argón en Europa por año, que se emplean casi exclusivamente para llenar las ampollas de las lámparas eléctricas que llevan el nombre de ese gas o variantes del mismo. Cada año vienen fabricándose unos cuarenta y cinco millones de tales lámparas, y para ello se necesita tratar más de cinco mil toneladas de aire atmosférico.

La facilidad con que una descarga eléctrica pasa a través del gas neón, dando origen a una luminosidad característica, ha determinado un gran desarrollo en la producción de ese gas, que no sólo se emplea para anuncios luminosos, sino también para regular las variadas operaciones que requiere la regulación del tráfico urbano en algunos sistemas de control automático.

El descubrimiento y producción del helio, obtenido no sólo de la atmósfera, sino también del gas natural y de otros orígenes, sobre todo en América, ha conducido, como nadie ignora, a la sustitución del hidrógeno por el helio para los dirigibles, evitando el riesgo de inflamación y explosión. El helio en estado líquido tiene también una importancia grandísima para conseguir las temperaturas más bajas hasta hoy alcanzadas, no muy distantes del cero absoluto; se han creado varios laboratorios criogénicos, basados en el empleo del helio líquido, en Europa, Canadá y Estados Unidos, y en ellos se estudian las características de varios materiales, sobre todo eléctricos, a esas temperaturas tan inmediatamente próximas al cero absoluto. Las investigaciones de ese género, a las que repetidamente se ha referido el MEMORIAL, han enriquecido notablemente el caudal de nuestros conocimientos acerca de las propiedades de la materia.

Extinción de incendios por el anhídrido carbónico.

En una central eléctrica de Bristol se ha montado una gran instalación para prevenir y extinguir incendios utilizando el anhídrido carbónico, o sea el bióxido de carbono. La gran ventaja de este gas para el objeto a que se destina es que con él puede extinguirse un incendio sin que, en general, queden interrumpidas las operaciones de la estación; la conservación de un abastecimiento continuo de fluido es de grandísima importancia en las instalaciones generadoras.

La instalación contra incendios consiste en baterías de bombonas metálicas de bióxido centralizadas en un edificio especial, situado a 25 metros de la central; desde él parten tuberías que unen las bombonas con válvulas de control colocadas en puntos convenientes para poder dirigir el gas a donde sea preciso en caso de incendio. La operación se hace, generalmente, a mano, y únicamente es automática en los departamentos de transformadores, en los que existen termóstatos que, cuando la temperatura alcanza cierta elevación, obran sobre las válvulas, dando lugar a la salida del gas. La cantidad de anhídrido almacenada es suficiente para que cualquiera de las secciones protegidas pueda, en el momento deseado, ser inundada de gas en cantidad más que suficiente para extinguir un fuego, por intenso que sea.

Con este método de extinción se eliminan los inconvenientes de los extintores usuales que, por contener agua, son nocivos para las instalaciones eléctricas y, especialmente, para los conductores con corriente.

Cuando se inicia un incendio en un alternador, se produce una descarga de diez bombonas a la vez; comoquiera que el rotor continúa girando durante media hora, aproximadamente, hasta quedar en reposo, puede ocurrir que la descarga inicial se disipe parcialmente y su concentración llegue a ser demasiado baja; para evitar esto hay otras diez bombonas, que entran sucesivamente en acción con intervalos de tres minutos, con lo cual se mantiene el grado de concentración deseado.

Cámara fotográfica para grandes velocidades.

Kodak ha producido una nueva cámara con la cual pueden obtenerse 2.500 vistas en un segundo, que viene a ser una velocidad veinte veces mayor que la usual en las películas de movimiento lento proyectadas en los cines. Al mismo tiempo puede registrar el tiempo del tema filmado en una milésima de segundo. El aparato cronométrico ha sido construido por la Western Electric Company y consta de un generador de frecuencia y un reloj movido por un motor sincrónico. La cámara tiene dos lentes, una de las cuales fotografía movimientos y la otra tiempo, y ambas son registradas en la misma sección de la película. A su máxima velocidad la cámara utiliza dieciséis metros de película por segundo. Puede formarse idea de su velocidad por el hecho de que un movimiento fotografiado en un segundo requiere más de dos minutos para ser proyectado sobre la pantalla.

BIBLIOGRAFIA

De Re Militari. Pavía-Amberes-Lille-Gibraltar-Pultawa-Fontenoy, por VICENTE MONTOJO, comandante de Artillería. En Madrid, Sucesores de Rivadeneyra, S. A. Paseo de San Vicente, 20. MCMXXXIII.

El comandante Montojo presenta su libro con un aspecto arcaico, muy siglo XVIII, en una primorosa edición de bibliófilo, digna de los escaparates de Pedro Vindel, con guardas de ese siglo, papel excelente de tono amarillento, capitulares exornadas, viñetas y grabados en madera, reproducción de estampas famosas...; todo acusa el amor al libro viejo que expresó Menéndez y Pelayo en su soneto. La encuadernación, en los ejemplares así presentados—y nos ufanamos de poseer uno—, corresponde a esos primores del ejemplar en rústica: pasta española anticuada, lomo cuajado, rueda dorada en las tapas, cortes rojos, guardas papel de llamas y otros pormenores que asegurarían al ejemplar un lugar distinguido en la Exposición de encuadernaciones españolas recientemente celebrada en el Palacio de la Biblioteca Nacional.

El texto comienza con una breve dedicatoria al almirante Montojo, padre del autor, y sin más preámbulo ni advertencia, comienza la relación de la batalla de Pavía, y tras de ella las de los restantes hechos bélicos enumerados en la portada del libro: Amberes, Lille, etc. ¿Qué razones han podido mover al autor para esa relación de hechos al parecer tan inconexos? Este interrogante nos tuvo perplejos hasta que, terminada la lectura del episodio de Fontenoy, encontramos en un sustancioso epílogo, al modo de la moral con que termina la fábula, la clave del enigma: en cada una de esas jornadas se destaca un hecho singular y transcendental: la dispersión de los infantes en Pavía, la eficacia del jinete en Lille, la titánica labor del ingeniero en Amberes, unida al genio del caudillo que transforma la derrota en victoria, y así en cada uno de los relatos. Es curiosa e instructiva la rectificación de la especie, tan corriente, de que los ingleses, tirando con bala roja, incendiaron las baterías flotantes en el sitio de Gibraltar de comienzos del siglo XVIII. No menos curiosa es la relación de Fontenoy, con el poema de Voltaire, fielmente reproducido, y las sabias reflexiones del mariscal de Saxe en *Mes reveries*.

En suma: un delicado obsequio del autor, que agradecemos muy sinceramente.

△

