

de los materiales oscilan, cambian constantemente, no sólo de una época á otra, sino tambien por las circunstancias locales. Un exceso de produccion abarata los materiales, la pérdida de cosechas reduce el valor de los jornales, siendo así infinitas las causas accidentales que influyen en la fijacion de un precio en un momento dado. El Ingeniero al determinarlos para su presupuesto le es imposible tener en cuenta tales causas, ha de prescindir de ellas adoptando valores medios, porque ignora el estado en que se hallará el mercado cuando las obras que proyecta se ejecuten, y lo ignora porque desconoce por completo la fecha en que se realizarán aquéllas.

Además, con el sistema de subastas se establece una verdadera competencia entre los licitadores, que tiende á reducir la ganancia de éstos, y en ciertas ocasiones es tan apasionada y ciega la lucha, que se ofrecen rebajas ruinosas de todo punto para el contratista.

Este, una vez satisfecho su amor propio y previendo que la ejecucion de las obras ha de causarle pérdidas seguras, las emprende y desarrolla con lentitud, procura evadir el cumplimiento de las condiciones, que le son onerosas, y forzar á su favor las que cree ventajosas, acabando por rescindir el contrato cuando se convence de la inutilidad de sus esfuerzos. Estas rescisiones redundan en perjuicio del país, que ve aplazada la terminacion de una obra que le interesa, y del Tesoro, por los desperfectos que forzosamente han de sufrir las obras no acabadas durante el periodo, á veces largo, que media entre la paralización de aquéllas y su terminacion.

Séame lícito exponer, ántes de acabar, una consideracion que creo oportuna. Acaso se tacharía de inmodesto el afán con que he procurado desvanecer los cargos que al cuerpo de Caminos se dirigen y hacer resaltar los méritos y servicios que al país ha prestado.

A lo primero opondré que el ataque justifica la defensa, y mucho más cuando es aquél injusto y agresivo y razonada ésta: respecto á lo segundo, debo manifestar que aunque me cabe la honra de pertenecer al cuerpo, es muy reciente mi ingreso en él y considero que no me toca ninguna parte de los elogios que merezca ni de los méritos que ha contraído.

R. C.

---

## LA LUZ ELECTRICA EN LOS FAROS.

---

Es sabido que la intensidad de una luz varía en razon inversa del cuadrado de la distancia, cuando se propaga en el vacío, de suerte que, si llamamos  $L$  la intensidad á la unidad de distancia, la intensidad  $y$ , corres-

pendiente á la distancia  $x$ , vendrá dada por la ecuacion

$$y = \frac{L}{x^2}.$$

Pero, cuando la propagacion tiene lugar en un medio que, como la atmósfera, absorbe parte de la luz, el decrecimiento de la intensidad es mucho más rápido y obedece á otra fórmula.

Si representamos por  $a$  (número cuyo límite superior es 1), la fraccion de luz que la atmósfera deja pasar á través de una capa de aire cuyo espesor sea igual á la unidad de distancia, el valor de  $y$  precedentemente obtenido habrá de multiplicarse por el coeficiente  $a$  tantas veces cuantas exprese la distancia  $x$ ; es decir, que habrá de multiplicarse por  $a^x$ , y que en definitiva la fórmula que exprese el valor  $y$  de una luz propagada en la atmósfera á la distancia  $x$ , será:

$$y = \frac{La^x}{x^2}. \quad (1)$$

El número  $a$  varía naturalmente segun varíe la unidad de distancia que se adopte. Pero, independientemente de ésta, varía esencialmente segun el estado de la atmósfera. Cuando ésta está serena y limpia, el valor de  $a$  se aproxima mucho á la unidad; pero, á medida que se enturbia con las nieblas, el valor de  $a$  decrece rápidamente. En la noche del 29 de Enero de 1861 la niebla era tal en París, que una lámpara Cárcel unidad no era visible á 25<sup>m</sup> de distancia, lo cual supone  $a = (0,62)^{1000}$ ; es decir, que el coeficiente de transparencia se había reducido á 0,62 por metro.

Hay un límite  $\lambda$  de intensidad luminosa, á partir del cual el ojo humano no es ya impresionado por la luz. Este límite, variable de un individuo á otro, puede determinarse por medio de la ecuacion (1), observando dos luces de intensidades  $L'$  y  $L''$  diferentes y midiendo las distancias  $x'$  y  $x''$  á que dejan de ser visibles en una misma noche; es decir, para un mismo estado de la atmósfera, ó sea para un mismo valor de  $a$ . De esta manera se obtendrán las dos ecuaciones siguientes:

$$\lambda = \frac{L'a^{x'}}{x'^2}; \quad \lambda = \frac{L''a^{x''}}{x''^2}.$$

La eliminacion de  $a$  entre estas dos ecuaciones nos conduce á una ecuacion final en que todo es conocido ménos  $\lambda$ .

Claro es que conviene multiplicar el número de luces y de observaciones, á fin de poder evitar los errores de observacion tomando los resultados medios.

En los cálculos relativos al alcance de los faros se supone generalmente  $\lambda = 0,01$ , tomando por unidad de longitud el kilómetro.

La fórmula

$$0,01 = \frac{Lax}{x^2}. \quad (2)$$

es, pues, la que sirve para determinar el alcance  $x$  de una luz  $L$  para cada valor de  $a$ .

Esta fórmula nos permite ver cuán lentamente crece  $x$  con respecto á  $L$  en cuanto el valor de  $a$  se aleja un poco de su límite superior 1.

Así, por ejemplo, dos luces cuyas intensidades respectivas sean de 878 y 4.500 mechas Cárcel, tendrán alcances de 296 y 672 kilómetros, cuando  $a = 1$ . Pero, si suponemos  $a = 0,91$  (y es de advertir que el valor de  $a$  no excede de 0,91 durante la mitad del año (a)), los alcances anteriores se reducirán á 41,67 y 53,34 kilómetros respectivamente.

Si suponemos  $a = 0,678$  (lo cual tiene lugar durante un mes en el año (b)), los alcances se reducirán á 15,37 y 18,52 kilómetros.

Este ejemplo nos explica la escasa ventaja que se obtiene en general para la iluminacion de las costas aumentando las intensidades de las luces de los faros. En efecto, en él vemos que, quintuplicando la intensidad, se obtiene un alcance poco más que doble en el caso extremo de que  $a = 1$ . El alcance aumenta en poco más de  $\frac{1}{4}$  cuando  $a = 0,91$ , y solamente en  $\frac{1}{3}$  cuando  $a = 0,678$ . El primer va'or de  $a$  corresponde á un estado de la atmósfera tan excepcional que no absorba rayo alguno de luz. El segundo tiene lugar por lo ménos durante la mitad del año, y el tercero durante un mes.

Pero hay todavía otra consideracion del mayor interés, y sobre la cual creemos que no se ha fijado suficientemente la atencion. Para obtener una luz de intensidad tal que colocada en el foco de un aparato lenticular emita rayos con una intensidad de 4.500 mechas Cárcel, es necesario (al ménos hasta hoy), ape'ar á la luz eléctrica. Ahora bien, ¿absorbe la atmósfera en la misma proporcion los rayos de esta luz que los de la producida por el aceite mineral? ó de otro modo: en una misma noche, para el mismo estado de la atmósfera, ¿es el mismo el valor del coeficiente  $a$  para ambas luces? Si no es el mismo ¿cuál es la relacion entre  $\frac{a_e}{a_m}$  para cada valor de  $a_m$ ? (c)

(a; b) Estos datos son resultados experimentales obtenidos en el servicio de Faros de Francia. Sentimos no poder dar dichos números con relacion á España; pero ya se comprende que el fenómeno de la transparencia atmosférica ha de presentar bastante analogía en ambos países.

(c) Designamos por  $a_m$  el coeficiente relativo al aceite mineral, que es sensiblemente igual al que generalmente se designa por  $a$ ; y por  $a_e$  el coeficiente relativo á la luz eléctrica.

Sabido es que no todos los rayos del espectro tienen igual poder de penetración en las nieblas, y que este poder va disminuyendo desde el rojo hasta el violeta, y, como la luz eléctrica es más pobre en rayos rojos y rica en rayos morados que las luces de aceite mineral, tenemos un principio de contestación á las preguntas que acabamos de hacer, ó por lo ménos á la primera. Sabemos que  $\frac{a_e}{a_m} < 1$ ; pero no sabemos el valor exacto de esta relación, ni siquiera si es constante para todos los valores de  $a_m$ , lo cual es poco probable, pues todo induce á creer que decrezca al mismo tiempo que éste.

Ahora bien; la fórmula (2) nos enseña la rapidez con que decrece  $x$  con ligeros decrecimientos de  $a$ , y por consiguiente, si se conociera el valor de  $a_e$  y se sustituyera en dicha fórmula en lugar de  $a_m$ , que es el que generalmente se emplea, aún disminuirían más los aumentos de alcance, ya bastante pequeños, que una luz de 4.500 mechas presenta sobre una de 878.

Es, pues, del mayor interés proceder á determinar con exactitud y precisión el valor de  $\frac{a_e}{a_m}$  para diversos valores de  $a_m$ , y muy especialmente para los valores pequeños, es decir, para los que corresponden á tiempos de niebla, que son los más importantes bajo el punto de vista del alumbrado marítimo, pues este servicio deja poco que desear en tiempo sereno por razón del alcance.

Parece excusado advertir que, para emprender estos trabajos, la persona encargada de ellos debería empezar por determinar el valor  $\lambda$  del límite inferior de visibilidad que le corresponde; pues, aunque anteriormente hemos dicho que generalmente se toma  $\lambda = 0,01$  para los cálculos del alumbrado, para el trabajo especial de que ahora tratamos, debe atribuirse á  $\lambda$  el valor correspondiente al observador que lo ha de efectuar.

Hecha esta determinación, la fórmula

$$\lambda = \frac{La^x}{x^2}$$

aplicada en una misma noche á dos luces de intensidades conocidas, la una eléctrica y la otra de aceite mineral, nos dará un valor de  $a_e$  y otro de  $a_m$  simultáneos, es decir, correspondientes á un mismo estado de la atmósfera.

Repitiendo esta observación en noches diferentes, en que el estado de la atmósfera ha variado, se obtendrán otros valores simultáneos, y de este modo se llegará á obtener el valor de  $\frac{a_e}{a_m}$  para diversos estados de la atmósfera.

Mientras este dato no sea conocido, se procederá á ciegas, corriéndose el peligro de aplicar tal vez la luz eléctrica en ocasiones de manera que no produzca ventajas, ó por lo ménos que las que proporcione no sean las que se esperaban.

FRANCISCO LIZARRAGA.

---

## LIGERAS CONSIDERACIONES

ACERCA DE LO QUE DEBEN SER LAS TARIFAS LEGALES DE LOS FERRO-CARRILES ECONÓMICOS Ó DE INTERÉS LOCAL.

---

Verdadera confusion reina actualmente en las discusiones y teorías relativas al establecimiento de las tarifas de los ferro-carriles, porque las cuestiones que sobre ellas se promueven y ventilan no están dominadas todavía por ningun principio generalmente aceptado. Nuestra opinion es, sin embargo, que, salvo circunstancias ó casos especiales, la explotacion de los caminos de hierro está sometida, como todas las demás industrias, á las grandes leyes económicas.

La formacion de unas tarifas justas y equitativas es uno de los trabajos más difíciles y complejos que se presentan al redactar un proyecto de ferro-carril, porque hay que considerarlas bajo aspectos muy diferentes, y regularmente segun se consideren producen distintos resultados.

La tarifa de un ferro-carril debe ser la remuneracion que corresponde percibir á la Compañía concesionaria: 1.º, por los gastos que le ocasiona el trasporte de viajeros y mercancías; 2.º, por los de conservacion y explotacion del camino; 3.º, por los intereses que debe producirle el capital que invirtió en la construccion, mas el uno por ciento de amortizacion si la concesion no se hizo á perpetuidad; y 4.º, por el beneficio industrial que se debe á toda Empresa ó particular que arriesga capitales con objeto de utilidad.

Considerando así la tarifa, que es el modo más justo y equitativo, para poder apreciarla se necesita conocer, al ménos de un modo aproximado: 1.º, el coste de construccion del camino; 2.º, los gastos anuales de conservacion, reparacion y explotacion; y 3.º, el tráfico probable ó sea el número de viajeros y el de toneladas de mercancías que por él circularán.

Aun contando con todos estos datos, es muy difícil el deducir de ellos una tarifa acertada, y se comprende, por lo tanto, que sin ellos sea casi imposible manifestar si aquélla es baja ó excesiva.

En la mayor parte de los proyectos de ferro-carriles que se presentan á la aprobacion superior, son completamente deficientes los datos relativos