

# REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

## EXPROPIACIONES

EN EL

### CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA

No estaba destinada la nota que se inserta á continuación á ocupar un lugar en las columnas de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

La escribí únicamente para los propietarios de la zona regable, con el fin de promover una discusión que ilustrase este asunto y que pudiera abrir camino á soluciones que de modo bien transparente indicó. Inútil empeño; no se discute el problema administrativo, únicamente se me dirigen recriminaciones y diatribas.

Al saber que en forma anónima se había enviado mi nota á la Redacción de la REVISTA, pidiendo que se publicase, yo también he solicitado ese favor del Sr. Director del periódico, por creer que hay aquí un problema que interesa dilucidar.

Lealmente y sin ambages expongo mi opinión sobre este asunto, y claro es, que debiendo ser informados y aprobados los expedientes por entidades superiores, ningún daño causaría mi error, si existiese; en cambio sería grande el perjuicio y la responsabilidad contraída si restringiere el precepto legal que tan escueto y terminante aparece en la ley y Reglamento.

Sin preocuparme de los repetidos agravios que me ocasiona el cumplimiento de lo que estimo mi deber, espero la resolución superior de este asunto para proceder en armonía con lo que se dispone.

\*\*\*

El procedimiento legal para la expropiación de los terrenos que ocupa este Canal encuentra viva oposición en gran número de los propietarios á los que se aplica en el justiprecio la rebaja que procede por el beneficio que proporciona la obra á la parte de finca no expropiada.

Respetable es en extremo el derecho á la defensa de lo que se estima como legítima propiedad; pero desgraciadamente, la violencia que se emplea extravía la opinión y puede hacer dudar de la perfecta legalidad del procedimiento aplicado y aun perjudicar las aspiraciones de los reclamantes.

Esta nota se encamina á plantear el problema en lo que considero su verdadero terreno y á encauzar la discusión en su concepto administrativo.

1.º La ley impone el deber de tener en cuenta los perjuicios y los beneficios *estimables pericialmente* que resulten de la expropiación.

Al tratar del justiprecio dispone la ley de Expropiación en su art. 28, y con referencia á las circunstancias que deben tener en cuenta los peritos para las valoraciones, lo siguiente:

«Al valor de la parte expropiada de la finca agregarán las que representen los perjuicios de toda clase que se les ocasionen con la obra que da lugar á la expropiación, como también en compensación de éstos ó parte de ellos deberá tenerse en cuenta el beneficio que la misma les proporciona en sus restos.»

Este párrafo sirve de pretexto á la pretensión de que se limite la estimación de los beneficios y su aplicación al justiprecio á compensar, en totalidad ó en parte, el valor de los perjuicios; pero el espíritu de la ley obliga á admitir que si se reconocen tales beneficios, éstos deben llevarse al justiprecio en totalidad, afectando como rebaja al importe de lo abonado.

De otro modo resultaría que la bonificación alteraba arbitrariamente el justiprecio aplicándose á unos propietarios y á otros no, según que tuviesen á su haber perjuicios ó no los tuviesen, constituyendo una desigualdad caprichosa en las bases que regulan la cuenta de lo debido ó abonable.

Pero toda duda desaparece si se atiende á lo que establece el Reglamento, que es el llamado á definir y á puntualizar los principios legales. En su art. 41 dice terminantemente, al final, que los peritos deben apreciar *los daños ó beneficios* que la parte de finca que no se ocupe pueda reportar de la expropiación.

No hay aquí limitación alguna para los beneficios, y esto, unido al concepto claro de lo que debe ser el justiprecio, obliga á los encargados de expropiar á aplicar la ley en su recto sentido y sin la limitación que se pretende en daño del Estado.

2.º *Cómo debe aplicarse el beneficio.* — La ley, según se ha demostrado, se refiere á todos los perjuicios y beneficios que ocasione la obra, pero es claro y evidente que únicamente tiene esto aplicación á los efectos *inmediatos y justipreciables* que resulten de aquélla.

Se incurre, por lo tanto, en error cuando se pretende unir esos efectos legales á perjuicios y beneficios de carácter general *que no son determinables* ni caen dentro de la estimación pericial tal como la ley la define y precisa.

Algunos ejemplos pondrán en claro el concepto de la bonificación tal como se ha de aplicar en las obras á juicio del que suscribe.

En una carretera ó ferrocarril hay, ó debe haber, un beneficio general para las comarcas servidas por los mismos, y para el país en general. Este beneficio, muy variable para los diversos puntos de la región, y que para algunos, por excepción, puede ser un perjuicio, no es justipreciable. La

ley no se refiere á eso, ni ha sido nunca tal punto materia de bonificación.

Pero aparte de ese beneficio en una vía pública, en la reforma de una población, en un puerto, etc., puede darse un aumento de valor á ciertos terrenos pudiéndolos hacer pasar de campos incultos á solares valiosos. Tal sucede en la proximidad de los puertos, en las grandes estaciones, en las grandes vías urbanas. ¿Qué duda hay de que en ese caso se debe tener en cuenta al bonificar el justiprecio, el valor de lo que se tome y el valor de lo que se da? En ese caso hay un daño ó un perjuicio, que corresponde á uno ó á muchos propietarios: *que no es general y que es apreciable en el criterio pericial*, y la ley ordena que se tenga en cuenta en relación con lo que cada uno gane ó pierda por la expropiación y por la obra.

Pero el beneficio que puede ser muy desigual, según condiciones de situación y naturaleza del terreno y muchas otras causas, debe limitarse, y esto es esencial, *al beneficio directo inmediato de la obra* y no á la acción combinada de ese beneficio con el que puede resultar del mejoramiento de la parcela no expropiada, aplicando á ella capital y trabajo.

Así, pues, en el ejemplo antes indicado la bonificación no es más que el aumento de valor que recibe el terreno sobrante por causa de la obra hecha. El propietario es árbitro de edificar ó no, pues no se le puede obligar á ello, y cuando edifique, la utilidad será la resultante del beneficio causado por la obra que motivó la expropiación en combinación con el capital y con la habilidad del particular que utilice las parcelas restantes de esa expropiación.

Queda definido con esto lo que entiendo que debe ser la bonificación que se lleva al justiprecio.

3.º *Aplicación de estos principios á los canales de riego.* En un canal bien concebido hay diversas clases de beneficios que conviene considerar separadamente por su diversa influencia en la valoración de lo expropiado:

1.º Debe suponerse, y de hecho existe en casi todos los casos, un beneficio *general* que afecta á toda la Nación, y más principalmente á la región que de modo más directo siente las ventajas de la obra, y más aún á la zona próxima al canal, así la regable como la no regable.

Este beneficio general, como todos los demás que se ocasionan, se reparten desigualmente.

Su carácter fundamental es no ser apreciable pericialmente en las expropiaciones, y por ello jamás se le tiene en cuenta en las mismas.

2.º Existe, además, un beneficio *especial*, del que sólo participan los que quedan favorecidos por el riego, y aun éstos lo reciben de modo muy desigual según las condiciones de los terrenos, su inclinación, orientación, situación topográfica, distancia al canal y acequias principales, etc.

El carácter de desigualdad existe siempre en los beneficios que se reparten, y eso no puede alterar las leyes hechas desde puntos de vista más generales y complejos.

Estos beneficios son *justipreciables* y el alcance de su estimación está definido como antes se ha dicho.

En el caso de los canales, por el aumento de valor del terreno, por la condición de *regable* que adquiere, lo cual es muy distinto del valor que puede tener después de regado.

La ley manda, como se ha demostrado, que cuando procede la expropiación se tenga en cuenta este beneficio.

3.º Hay, por último, perjuicios y beneficios de índole *particular* que no afectan á una gran extensión ni á muchos propietarios, que son también apreciables pericialmente, ta-

les son los saneamientos ó encharcamientos de terrenos, las servidumbres que imponen gravamen considerable, etc. Estos siempre se tienen en cuenta sin duda alguna ni oposición.

Aplicando á estos tres grupos los principios generales establecidos sobre la base indiscutible de la ley, y resumiendo lo dicho, resulta que los beneficios del primer grupo no se pueden tener en cuenta en las expropiaciones.

Pueden y deben tenerse los del segundo grupo y los del tercero, sin que puedan rechazarse los del segundo grupo por la desigualdad de su aplicación, pues la ley está hecha desde el punto de vista del pago de lo que justamente se debe pagar, y prescinde de que las ventajas de la obra sean mayores ó menores para unos propietarios que para otros, como prescinde de las demás desigualdades inherentes á la distribución.

Lo que la ley no podría admitir es que los justiprecios fuesen *injustos*; pero si se tasan bien los perjuicios y se estiman los beneficios del modo que se ha dicho, el propietario recibe el justo valor de sus predios y aun le puede quedar una parte de la mejora del segundo grupo si, como sucede en general, el beneficio de hacer *regables* los terrenos, es decir, el mayor precio que han tomado por causa del Canal, con independencia del propietario, excede del valor de los terrenos y de los daños sumados, como sucede muchas veces.

Podemos establecer ya, como consecuencia de lo expuesto: 1.º, que no hay fundamento legal para rechazar las bases que se aplican al justiprecio de los terrenos expropiados en el Canal de Aragón y Cataluña; 2.º, que no hay lesión alguna para el propietario al cual se le paga lo que debe pagársele; 3.º, que existe una sensible desigualdad en la repartición del beneficio definido como *especial* (segundo grupo), pues mientras las fincas á que no alcanza la expropiación utilizan íntegramente de dicho beneficio, las expropiadas parcialmente lo reciben disminuído de todo el valor que representa la estimación del aumento que por ser *regable* adquiere el resto de la finca, ó de una parte solamente de ese valor cuando lo que se expropia vale menos que el beneficio del resto.

Claro es, y está en lo humano y corriente, que los propietarios que habían hecho sus cuentas sobre un ingreso sin merma alguna protesten al ver traducida en cifras la *minoración* de las ventajas que le concede el Estado, únicamente por la circunstancia de tener terrenos expropiables. Pero no debe perderse de vista que sin hacer esa rebaja se les pagaría más de lo que por justiprecio les corresponde, faltando á la ley de Expropiación con daño del Estado.

La protesta es decepción nacida de cálculos mal fundados, y sobre todo, molestia y despecho por la desigualdad en el reparto del beneficio.

¿Acaso no hay desigualdades más esenciales en cuanto se hace en esa materia, empezando por la aplicación de los recursos de la Nación á zonas especiales?

4.º *Consecuencias finales.*—El concepto de desigualdad, no de ilegalidad ni de injusticia, me hirió profundamente y he hecho cuanto he podido para que se valorasen los beneficios como pide la ley, pero repartiéndolos de modo más equitativo. He propuesto varias soluciones procurando, no sólo la posible igualdad, sino el cobro indirecto por medio de un suplemento al canon. Desde el momento que la Superioridad no ha atendido mis propuestas como era de esperar, puesto que forzosamente alterarían la legalidad, es ocioso que se discuta ese aspecto.

Algunos han atacado el concepto de *legalidad* del justi-

precio que hacen los peritos. Después de lo dicho en esta nota creo que nada adelantarán mientras la ley no tenga una aclaración que en modo alguno pueden hacer los que tienen únicamente el deber de aplicarla.

Se ha querido sostener que la bonificación del segundo grupo debía limitarse á la cuantía de los perjuicios. He rebatido antes ese principio por ilegal y porque únicamente modifica la condición de desigualdad que trata de evitarse, pero subsistiendo en otra forma.

Se ha propuesto también que se buscara la compensación de la *minoración de beneficio* que sufren los propietarios expropiados parcialmente por una alteración en el aumento de la tributación que habrán de satisfacer después de cierto tiempo de regar las tierras restantes de la finca expropiada.

No creo esto legal, porque el aumento de contribución se impone, no por ser *regables*, que es lo único que se lleva al justiprecio, sino por ser de hecho *regadas*, en lo cual entra como elemento principal el capital y el trabajo particular.

Cierto es que el propietario no expropiado parcialmente no ha sufrido la *minoración* que se lleva al justiprecio de lo expropiado, pero este es un sumando de la cantidad que requiere la transformación de los cultivos. ¿Cómo tener en cuenta esa diferencia parcial, cuando al examinar los efectos de los cambios de cultivo hay miles de diferencias más esenciales y apreciables?

Entiendo que no cabe otra modificación que la que pudiera resultar de una interpretación de la ley hecha por quien pudiera hacerla, en la que, definiendo los beneficios causados por las canales que deben tenerse en cuenta en los justiprecios, se llegase á declarar que no son todos los apreciables por peritación, sino únicamente los *particulares*, los del tercer grupo, y no los del segundo.

Mientras esto no se diga, y es transcendental y de fondo, los funcionarios del Estado entiendo que no tenemos otro camino que seguir, que aplicar la ley tal como está redactada, aunque por esas desigualdades se quebranten esperanzas y conciten odios, que son bien sensibles, pero que no deben alterar la marcha del que cumple con su deber.

ROGELIO DE INCHAURRANDIETA.

## FERROCARRILES

### Tipos modernos de señales avanzadas y de señales principales de entrada de estación en Alemania.

Tan frecuentes son las discusiones teóricas relativas al perfeccionamiento de los tipos de señales avanzadas y de entrada de estación, como son numerosos los sistemas propuestos establecidos sobre bases diversas y persiguiendo fines diferentes; pero son igualmente raros los ensayos prácticos de tipos modernos de señales. Hoy día que las velocidades de los trenes aumentan constantemente, una de las principales condiciones para la seguridad del servicio es que las señales que indican el estado de la línea, y especialmente las que protegen las estaciones, estén dispuestas de modo que no dejen lugar á ninguna duda y sean visibles desde grandes distancias. Nadie desconoce los defectos de un sistema en el cual se da una doble significación al color verde,

según que se refiera á una señal avanzada ó á una señal principal. Pero las dificultades que deberá resolver un sistema que responda á todas las exigencias conocidas de la teoría moderna de señales son muy graves, sin ser, sin embargo, insuperables. ¿Quién querrá asumir la responsabilidad que trae consigo el abandono de un sistema de señales que se remonta á la creación de los caminos de hierro y que el personal se ha asimilado profundamente? Los riesgos serán muy graves durante el período de transición si en caso de peligro, es decir, en el momento en que la comprensión exacta de las señales, su interpretación y la decisión que haya que adoptar son sólo cuestión de segundos, el maquinista se confunde con el recuerdo de las antiguas formas de señales, que han quedado presentes en su memoria. Pero cualesquiera que sean las dificultades, no detendrán el progreso y numerosos artículos del *Zeitung* debidos á la pluma de las personas más competentes de Alemania en estas materias, tratan de este problema. Con este motivo nos parece oportuno dar á conocer un sistema moderno de señales que los ferrocarriles del Estado danés han adoptado desde hace algunos años y que puede considerarse ya como fuera del período experimental. Este sistema representa una iniciativa atrevida, justificada por los resultados obtenidos, pues la mejor prueba de que éstos son satisfactorios es el favor de que goza este sistema por parte del personal encargado de aplicarlo.

La idea principal que informa el sistema de señales danés se basa en la supresión completa de toda luz blanca para las señales que se dirigen á los trenes, con el fin de evitar que las luces blancas próximas al camino de hierro puedan dar lugar á confusiones, y porque, por otra parte, puede admitirse que no se presentan nunca luces de colores en las inmediaciones de las vías férreas. En el caso, poco probable, de que existieran luces de colores en las proximidades del ferrocarril, sería fácil conseguir su desaparición, mientras que las luces blancas del alumbrado público ó de las casas no es posible suprimirlas. Añadiremos, para hacer resaltar la divergencia en los modos de ver esta cuestión, que el nuevo reglamento austriaco de señales para los ferrocarriles principales y locales de 30 de Abril de 1904, prescribe la luz blanca por la posición de «vía libre» de la señal principal.

Á los dos colores que se han conservado, el rojo y el verde, el Estado danés ha añadido un tercero, intermedio entre el amarillo y el anaranjado, que se emplea bajo el nombre de amarillo anaranjado (*brandgult*). Es un color que ofrece la preciosa ventaja de dar una luz visible á mayor distancia que con los colores rojo ó verde. Conviene hacer notar que el empleo del color amarillo anaranjado, gracias á la gran distancia desde la que es visible, permite al maquinista prepararse para detener ó acortar la marcha. Esto tiene importancia, porque falta aún mucho para que todas las señales principales estén precedidas de sus correspondientes señales avanzadas. Cuando la señal avanzada no exista, se reemplaza, parte por la luz amarillo-anaranjada de la señal principal, de gran visibilidad. No podemos indicar numéricamente la superioridad del amarillo-anaranjado sobre el rojo ó el verde, desde el punto de vista de la visibilidad; pero lo que sí podemos afirmar es que su visibilidad, en tiempo claro es tan grande, que los expresos pueden detenerse con seguridad antes de llegar á la señal de parada. En cuanto á determinar hasta qué punto perjudica el daltonismo al valor práctico del amarillo-anaranjado, es una cuestión que será pre-

ciso dilucidar por medio de investigaciones precisas. Es de notar, además, que aunque se le confundiese con el rojo, no resultaría ningún peligro para el servicio, puesto que combinado con el rojo, refuerza aún la señal de parada.

Otro principio del sistema de señales danés consiste en el empleo de dos paletas con sus luces correspondientes, en la señal principal de entrada de estación; por este hecho, la probabilidad de que falte por completo la señal casi no existe, porque sería un caso muy raro que se apagasen á la vez las dos linternas. Como la presencia de dos luces está prescrita siempre, toda extinción de una de las linternas se aprecia siempre é invita, ya sea á entrar con prudencia en la estación ó á pedir instrucciones complementarias al agente encargado de la señal. En ningún caso aparece una señal única para indicar que la vía está libre.

La señal principal consiste en un semáforo, provisto de una paleta grande que termina en arco de círculo, y debajo otra más pequeña, recortada en forma de gallardete. Á la posición horizontal de la paleta superior corresponde una luz roja y á la misma posición de la paleta inferior una luz amarillo-anaranjada. Á la posición inclinada de cada una de las dos paletas corresponde una luz verde. Las dos linternas están dispuestas verticalmente una encima de otra. Para ordenar la detención se colocan las dos paletas horizontalmente. La señal de moderar la marcha la da la posición inclinada de la paleta superior, y la posición horizontal de la paleta inferior. De noche la señal de parada presenta una luz roja en la parte superior y amarillo-anaranjada en la inferior, y la de moderar la marcha luz verde en la parte superior y amarillo anaranjada en la linterna inferior.

Para indicar la vía libre las dos paletas están inclinadas y presentan de noche dos luces verdes.

La señal avanzada es un semáforo bajo, cuya paleta tiene la misma forma que el brazo inferior del semáforo principal. La luz amarillo-anaranjada corresponde á la posición horizontal de esta paleta y la luz verde á su posición inclinada.

Cuando la señal principal es la de parada, la señal avanzada ordena moderar la marcha por la posición horizontal de la paleta durante el día y por una luz amarillo anaranjada durante la noche.

Cuando la señal principal está indicando vía libre, la paleta de la señal avanzada se coloca oblicuamente con una luz verde por la noche.

En resumen, las indicaciones dadas por las señales se hacen con arreglo á los principios siguientes:

1.º La señal avanzada repite las indicaciones de la señal principal, sin distinguir entre el paso á toda marcha y el paso con precaución.

2.º En todas sus posiciones la señal avanzada se diferencia claramente de la señal principal, suponiendo que no se apague ninguna linterna.

3.º Se establece una diferencia entre la entrada á toda velocidad y la entrada á una marcha más lenta. La primera señal se da á todos los trenes que atraviesan la estación sin detenerse, mientras que la señal de entrada moderando la marcha se hace á todos los trenes que se detienen en la estación. Esta regla se aplica también al paso por las agujas cuando se toman de punta, porque se supone que los trenes que se detienen en la estación las cruzarán bastante despacio. Puede, sin embargo, no ocurrir esto en el caso de las grandes estaciones, si las agujas tomadas de punta están situadas á una distancia considerable del muelle. Otra suposi-

ción es que los expresos que pasen sin detenerse no son desviados, en principio.

El carácter lógico de este sistema es notable. Evita por completo toda significación doble de una luz ó de una forma de señal. Por el contrario, se ha establecido de un modo feliz un conjunto de medidas de preparación ó de refuerzo de las señales con el auxilio de los elementos que las componen.

La luz amarillo anaranjada, visible desde lejos, sobre la señal avanzada ó sobre la señal principal, invita á la marcha prudente y lenta; está completada y precisada sobre la señal principal por la luz roja superior como señal de parada absoluta, ó por la luz verde, como señal de continuación de la marcha lenta. La entrada libre, sin restricción, está indicada por las dos paletas inclinadas ó por dos luces verdes, es decir, siempre por una doble afirmación. De día, el paso del tren cuando la paleta de la señal avanzada está en la posición horizontal, podrá parecer extraño á un alemán. Pero si se recuerda que la parada absoluta en la señal principal se ordena por dos paletas horizontales, se comprende la legitimidad del empleo de estos tipos de señales, diferentes en principio. Hemos dicho antes que la luz inferior de la señal principal hace más precisas y más completas de noche las indicaciones dadas por la luz superior; de día la paleta inferior llena el mismo oficio.

Es interesante comparar con este sistema los recientes ensayos efectuados en los ferrocarriles del Estado bávaro con señales avanzadas y principales de entrada de estación establecidas sobre principios casi idénticos, en tanto que la solución de los problemas que se pusieron condujo á indicaciones completamente diferentes. Aquí también se suprimió la luz blanca para indicar que la vía está libre. La luz verde autoriza el paso á toda marcha. Dos luces amarillas ordenan la marcha prudente. El amarillo no se emplea más que bajo la forma de luz doble para evitar confusiones con otras linternas individuales que dan una luz blanca sucia ó amarillenta. Los trenes que no se detienen no toman nunca las agujas de punta. Si es necesario desviar dos trenes, cuyo horario prevé el paso sin detención, es preciso que los dos se detengan en la estación, y, por consiguiente, son tratados como los trenes que se detienen regularmente, en lo que se refiere á las señales para su entrada.

Para ordenar la detención en la señal principal, la señal avanzada presenta dos luces amarillas, dispuestas según una línea oblicua y subiendo hacia la derecha. Para indicar la vía libre presenta dos luces verdes colocadas en las mismas condiciones. Aquí también la velocidad con que se debe entrar no se precisa, no pretenden algunos Ingenieros, por la señal avanzada. Para las indicaciones «Parada» y «Entrada libre sin restricción», se han conservado los antiguos tipos del reglamento alemán, para las señales de día y de noche. Señalaremos de paso la alta importancia de esta conservación de las formas tradicionales.

En el sistema bávaro, el esfuerzo intentado para conservar en lo posible los tipos actuales del reglamento alemán, es evidente. Por este hecho, la transición del antiguo sistema al nuevo se hará en mejores condiciones desde el punto de vista de la seguridad. Así, por ejemplo, la señal que indica la aguja de punta tiene, como actualmente, dos paletas y dos linternas dispuestas verticalmente una encima de otra, con luz amarilla en vez de luz verde. No obstante el inconveniente debido á que en el caso de extinción de una linterna en la señal principal no aparezca ninguna indicación de parada ni de vía libre, subsiste, aunque se trata de reme-

diarlo en los sistemas modernos. La señal avanzada y la señal principal pueden distinguirse claramente una de otra, salvo el caso de extinción fortuita de las linternas. La significación de los colores se establece sobre bases lógicas: la doble luz amarilla indica, sobre las dos señales, la disminución de velocidad; la luz verde, sobre las mismas, es la indicación de vía libre, la cual está precisada por el número y agrupación de las linternas. Pero lo que es sensible, es el mantenimiento del disco para la señal avanzada, y como se ha adoptado un disco amarillo con borde negro, perderá aún más en su visibilidad; es un ejemplo de la dificultad que se experimenta en separarse de las tradiciones. Una vez que se haya suprimido la señal avanzada baja de disco, difícil de ver en su posición de parada y tan poco visible en su posición de vía libre, que el maquinista apercibe generalmente la señal principal antes que la señal avanzada, se habrá realizado un gran progreso en la seguridad del servicio.

Puede afirmarse que los dos sistemas de que se han hecho mención en este artículo, representan un progreso afortunado, puesto que se ha conseguido dar, con señales sencillas, tres indicaciones importantes para la entrada de los trenes. Con tal que la teoría de las señales se mantenga en el terreno de la sencillez se llegará fácilmente á remediar todos los inconvenientes notorios de los sistemas actuales por la introducción de un nuevo régimen que aun cuando presentando tipos nuevos responderá perfectamente á la práctica del servicio moderno de los ferrocarriles, especialmente en lo que se refiere á la circulación de trenes con velocidades grandes.—H.

## EL PRIMER CONGRESO DE CARRETERAS

La aparición de los vehículos automotores en las carreteras, el desarrollo considerable que han tomado ya y el mayor que han de tomar en lo futuro, han dado al arte del Ingeniero de carreteras una importancia y popularidad que de ningún modo pudo preverse hace doce años, siendo actualmente la conservación de carreteras la que ocupa entre los diversos ramos de su estudio el lugar preeminente; y es esto exacto en tal escala, que los Directores de Compañías de caminos de hierro se han ocupado del particular al dar cuenta de su gestión, lamentando que los viajeros de lujo prefieran la carretera al ferrocarril; y los Presidentes de las Comisiones de Hacienda, de Estados, Provincias y Municipios encuentran dificultades para compensar el crecimiento anormal de gastos que la conservación y la reparación exigen; crecimiento que en general ha llegado á ser desde unos ocho años á esta parte de un 30 por 100, si bien en algunos casos hasta ha duplicado el coste de la conservación.

La cuestión que á mi juicio más interesaba á este Congreso era la relativa á la lucha contra el desgaste y el polvo, y tal problema ha quedado sin resolver, porque económicamente y en general no se pueden aceptar las soluciones favorables á la supresión del polvo, aparte de que éstas, aunque eficaces, no lo son totalmente.

Sin embargo, se han establecido diversos acuerdos y proposiciones respecto á construcción y conservación, y sucesivamente me propongo tratar de algunos de ellos, por si pudiera servir en algo á los intereses públicos y á mis compañeros, si bien no intento decir nada completamente nuevo

respecto á esto, porque sería una quimera, pues en libros, revistas, folletos, etc., se han estudiado y discutido con varios criterios las cuestiones más esenciales de esta parte de la ingeniería.

No ha de olvidarse que los acuerdos del Congreso se refieren á todo el mundo, y por tanto, al Ingeniero corresponde aplicar el criterio que á su zona deba de aplicarse en armonía con el clima, suelo, topografía, calidad de los materiales, etcétera, etc. Sin salir de España estas condiciones son sumamente variables.

Una carretera bien conservada gasta, entre ciertos límites y á igualdad de tráfico, menos que si se conserva mal, lo cual es muy comprensible, pues si se supone que dos carreteras en igualdad de condiciones se conservan una bien y la otra mal, y que al cabo de cierto número de años antes de consumirse totalmente el afirmado se restableciera la perfección á la mal conservada, el gasto total de esta última sería, sin duda, mayor que el de la primera, como ocurriría respecto á una casa en la que en lugar de retejar oportunamente aguardáramos á la destrucción total del tejado para repararlo.

Es verdad que las carreteras mal conservadas son causa de la disminución y hasta de la anulación del tráfico; pero la Administración debe evitar que esto suceda, y procurar que las carreteras estén al menos tan bien conservadas como aquellas que las circundan para no ser causa de tal disminución, que siempre ha de redundar en perjuicio y en desdoro de la entidad que no remediara tal estado de cosas.

La circulación por carretera, principalmente de automóviles, aumenta con gran intensidad á medida que se conservan con más perfección; mas si se pudiera admitir una circulación constante, se rebajaría en muchos casos, como he dicho anteriormente, el coste de la conservación, perfeccionándola, porque las aguas correrían á las cunetas en lugar de detenerse en baches y rodadas reblandeciendo el afirmado y siendo causa de mayores perjuicios; los vehículos y automóviles se deslizarían suavemente sobre el firme sin producir fuertes choques que se traducen en desgaste del afirmado, y, por otra parte, estos últimos no necesitarían tan grandes masas para vencer las dificultades que la mala conservación presenta y, en definitiva, serían más ligeros y menos perjudiciales para el firme.

He aquí las condiciones técnicas, higiénicas y económicas que debiera cumplir un buen afirmado: 1.ª Igualdad de la superficie, la que deberá ser apta para que los motores de sangre hagan hincapié, pero sin perjuicio para ellos. 2.ª Superficie dura y áspera para ofrecer resistencia á los pies del animal, evitando el deslizamiento del mismo y del vehículo. 3.ª Gran resistencia al desgaste y á la influencia de la frecuentación. 4.ª Facilidad de construcción y de reparación. 5.ª Compacidad de la superficie, tan grande como sea posible, á fin de evitar que el agua y las materias putrescibles se alojen en el afirmado ó subsuelo. 6.ª Supresión del polvo. 7.ª Insonoridad. 8.ª Gastos relativamente pequeños de construcción y sobre todo de conservación. 9.ª Facilidad para el establecimiento de toda clase de cañerías. 10.ª Facilidad para la marcha rápida y transporte de cargas pesadas, sin impedimento para ninguna clase de circulación.

El estado de una carretera depende de su construcción y de su conservación, y la parte más esencial de la misma es el afirmado y al que el Ingeniero debe dedicar sus preferentes cuidados.

Entre los diversos sistemas de afirmado, el de piedra partida es el que más interés tiene para nosotros, pues seguramente que de tal calidad son al menos el 95 por 100 de las vías ordinarias.

Este sistema de afirmado es el que mejor responde al adagio paradójico de «máximo de utilidad y de agrado y mínimo de sacrificios», por su poco coste de construcción y de conservación, por ser insonoro, por servir para toda clase de pendientes y porque debajo del mismo se puede colocar sin grandes gastos toda clase de tuberías, cables, etc., lo que influye sin duda en que más del 40 por 100 de las calles de poblaciones importantes sean de macadán. Á pesar de esto, este afirmado debe considerarse como el menos apto para las villas por el polvo y barro que produce, por la destrucción rápida para una circulación activa y por el transporte del barro é inmundicias á las calles pavimentadas.

### Construcción de afirmados de piedra partida.

**Cimiento.**—Grande importancia se daba antiguamente al cimiento de piedras gruesas, el que tenía considerable espesor en atención principalmente á que la conservación era discontinua y bastante descuidada. Trésaguet establecía también cimiento, pero limitándose á una fila de piedras puestas de canto; posteriormente y con los firmes macadán se suprimió casi en general el cimiento, en atención á que si se conservaba perfectamente el firme, el cimiento no era necesario y, por el contrario, si se conservaba mal, las ruedas llegarían al cimiento y lo desarreglarían. Más tarde, Telford recomendó nuevamente el cimiento y aconsejaba se estableciera con completa independencia del firme para cuyo efecto lo ripiaba y lo apisonaba.

La rigidez del firme es condición muy esencial para el tránsito de automóviles y no hay duda de que el cimiento se la proporciona á las carreteras, y en este sentido su establecimiento es conveniente en las carreteras generales. No deja de ser conveniente, sin embargo, en los casos en que no haya tránsito de automóviles, porque en toda carretera, aunque la conservación del afirmado se haga con bastante esmero, el agua de lluvia llega hasta la plataforma y la reblandece, siendo ésta en muchos casos causa de baches en la superficie, habiéndose observado, según algunos Ingenieros, que superficies de explanación que se establecieron convexas, se transformaron más tarde en cóncavas por falta de cimentación.

Pero cuando más servicios presta la cimentación, es durante los primeros años de conservación. Si se hacen catas en los terraplenes de una carretera recién construída, se observará que el espesor del firme es bastante mayor que en el resto, porque el contratista no puede evitar, á pesar de la consolidación ocasionada por el tránsito de los carros durante la construcción, que las piedras se claven y se mezclen con la tierra. Más tarde, cuando la carretera se abre al tránsito, en los terraplenes y en los desmontes en tierra, y en gradación decreciente con la mayor resistencia de los mismos hasta llegar á la roca, los baches y rodadas son muy abundantes, refluye el barro que proviene, no sólo de la caja, sino también de la plataforma, y al año de transitar por la nueva carretera se impone un recargo de bastante importancia, si se la quiere tener en condiciones aceptables. Es verdad que en esta primera época el tránsito es algo exagerado, pues los propietarios de montes, las entidades que tratan de construir ó reparar iglesias, escuelas, edificios,

etcétera, esperan á la apertura de la carretera para efectuar los transportes necesarios. Todo esto influye notablemente en la exigencia del recargo, pero no deja de conocerse, sin embargo, el mejor estado y las menores exigencias de la carretera en los sitios en que el fondo es de roca y cuyos efectos son análogos, si bien con mayor intensidad que los que proporcionaría el cimiento.

En este primer año, generalmente en España se encarga el contratista de la conservación de la carretera, á mi juicio con perjuicio para todos por lo que respecto al afirmado, por cuyo motivo en esta provincia se suprimió tal obligación, excepto para las obras de fábrica que realmente exigen el año de garantía por si alguna pudiera estar mal construída. El contratista, sin conocimientos para conservar carreteras, con tendencia á gastar lo menos posible en la conservación y sin elementos suficientes para efectuarla con perfección, cuidará poco y conservará mal el afirmado, por lo que es conveniente no exigir tal obligación, lo que le permitirá poderse dedicar inmediatamente á la construcción de nuevas obras, y, por tanto, hacer una mayor rebaja en la subasta.

Y volviendo al cimiento, no es extraordinario se verifique en carreteras de gran circulación, aun con espesores bastantes grandes de firme, que á causa del reblandecimiento de la tierra del fondo, el afirmado no haga clavo en algunos sitios, lo que obliga á levantar la piedra para retirar la tierra movediza con el fin de colocar cimiento y extender nuevamente el firme.

Por todo lo expuesto debe de recomendarse, en general, establecer cimiento en los terraplenes y desmontes en tierra, por la rigidez que proporciona á la carretera, por la economía que representa en piedra martillada durante la conservación y por evitar en gran parte que la tierra de la plataforma refluya en forma de barro á la superficie á través del firme.

Bilbao 9 de Enero de 1909.

VÍCTOR O. DE ALLENDE.

(Se continuará.)

## Cálculo de los cambios de vía

(CONCLUSIÓN) (1)

Fórmulas en las que se puede hacer aproximadamente:

$$\frac{1}{2 \tan \frac{\alpha}{2}} = \frac{2 + \frac{1}{2} \tan^2 \alpha}{2 \tan \alpha} = \frac{1 + \frac{1}{4} \tan^2 \alpha}{\tan \alpha}$$

Del mismo modo, si en un cambio curvo (figuras 4.<sup>a</sup>, 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup>) trazamos los ejes de las tres vías que á él concurren, encontraremos, proyectando las líneas *MPVG* y *MNTG*:

$$X = MP + PV \cos \omega - VG \sin \omega$$

$$\frac{l}{2} + \gamma = PV \sin \omega + VG \cos \omega$$

$$X = MN + MT \cos (\alpha + \omega) + TG \sin (\alpha + \omega)$$

$$\frac{l}{2} + \gamma = NT \sin (\alpha + \omega) - TG \cos (\alpha + \omega)$$

(1). Memoria presentada al Congreso Científico de Zaragoza.

de donde, teniendo en cuenta que  $VG = GT = \frac{l}{2}$

$$PV = \frac{\gamma + \frac{l}{2} (1 - \cos \omega)}{\sin \omega}$$

$$NT = \frac{\gamma + \frac{l}{2} (1 + \cos (\alpha + \omega))}{\sin (\alpha + \omega)} \quad (37)$$

$$MP = \frac{X \sin \omega - \gamma \cos \omega + \frac{l}{2} (1 - \cos \omega)}{\sin \omega}$$

$$MN = \frac{X \sin (\alpha + \omega) - \gamma \cos (\alpha + \omega) - \frac{l}{2} (1 + \cos (\alpha + \omega))}{\sin (\alpha + \omega)}$$

$$+ l \cdot \frac{1 + \frac{1}{4} (\tan \alpha - \tan \omega)^2}{\tan \alpha + \tan \omega}$$

$$MN = X - Y \frac{1 - \tan \alpha \tan \omega}{\tan \alpha + \tan \omega}$$

$$- l \frac{1 + \frac{1}{4} (\tan \alpha - \tan \omega)^2}{\tan \alpha + \tan \omega}$$

con estas ecuaciones podemos trazar toda una distribución de vías sin necesidad de dibujar más que sus ejes.

### IX.—Cambios dobles.

Supongamos (fig. 10) dos cambios rectos en la misma vía, uno á la izquierda y otro á la derecha, dispuestos de modo que las agujas  $AA'$  del segundo estén comprendidas

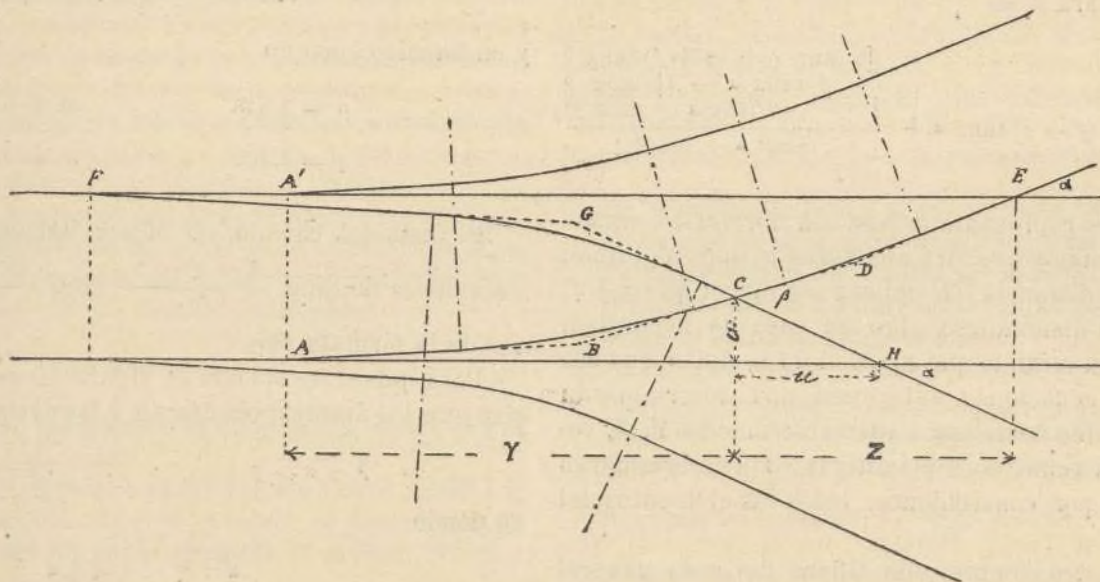


Fig. 10.

En el caso de venir expresado  $\omega$  en partes del radio, las dos últimas ecuaciones podrán tomar la forma aproximada:

$$NT = \frac{\left(\gamma + \frac{l}{2}\right) \left(1 + \frac{1}{2} \tan^2 \alpha\right) + \frac{l}{2} \cos \omega - \frac{l}{2} \tan \alpha \sin \omega}{\tan \alpha \cos \omega + \sin \omega}$$

$$MN = X - \frac{\left(\gamma + \frac{l}{2}\right) (\cos \omega - \tan \alpha \sin \omega) + \frac{l}{2} (1 + \frac{1}{2} \tan^2 \alpha)}{\tan \alpha \cos \omega + \sin \omega}$$

en las que sustituiríamos  $\sin \omega$ ,  $\cos \omega$  por sus valores (35).

Si  $\omega$  viene dado por su tangente, las ecuaciones (37) pueden ponerse bajo la forma, también aproximada

$$PV = Y \cdot \frac{1 + \frac{1}{2} \tan^2 \omega}{\tan \omega} + l \cdot \frac{\tan \omega}{4 + \tan^2 \omega}$$

$$MP = X - \frac{Y}{\tan \omega} + l \cdot \frac{\tan \omega}{4 + \tan^2 \omega}$$

$$NT = Y \cdot \frac{1 + \frac{1}{2} (\tan^2 \alpha + \tan^2 \omega)}{\tan \alpha + \tan \omega}$$

entre el cambio y el cruzamiento del primero. Llamemos  $p$  á la distancia  $AB$ ,  $m$  á la  $BC$ ,  $n$  á la  $CD$  y  $q$  á la  $DE$ ; llamemos también  $v$  á la distancia del cruzamiento  $C$  al carril derecho;  $u$  á la distancia de los cruzamientos  $C, H$ , paralelamente á la vía recta;  $Y$  á la distancia de  $C$  á las agujas  $AA'$ ;  $Z$  á la de  $C$  á  $E$ ;  $\alpha$  el ángulo de los cruzamientos  $E, H$ , y  $\beta$  el de  $C$ , tendremos:

$$\begin{aligned} Y &= p \cos \gamma + m \cos (\beta - \alpha) \\ v &= p \sin \gamma + m \sin (\beta - \alpha) \\ x &= n \cos (p - \alpha) + q \cos \alpha \\ l - v &= n \sin (p - \alpha) + q \sin \alpha \end{aligned} \quad (38)$$

Y si suponemos que las dos curvas de enlace ocupan todo el espacio disponible,

$$\begin{aligned} p - m &= b - c \\ n - q &= f - c \end{aligned}$$

de donde, eliminando  $p, m, n, q$  y llamando  $D_1, D_2$  á los valores normales de  $Y, Z$ :

$$D_1 \sin \frac{\beta - \alpha + \gamma}{2} = v \cos \frac{\beta - \alpha + \gamma}{2} + (b - c) \sin \frac{\beta - \alpha - \gamma}{2}$$

$$D_1 \operatorname{sen} \frac{\beta}{2} = (l - v) \cos \frac{\beta}{2} + (f - c) \operatorname{sen} \left( \alpha - \frac{\beta}{2} \right) \quad (39)$$

Los radios normales de las dos curvas serán:

$$r_1 = \frac{v - b \operatorname{sen} \gamma - c \operatorname{sen} (\beta - \alpha)}{\cos \gamma - \cos \beta - \alpha}$$

$$r_2 = \frac{l - v - f \operatorname{sen} (\beta - \alpha) - c \operatorname{sen} \alpha}{\cos (\beta - \alpha) - \cos \alpha}$$

Al variar  $v$ , los dos radios varían en sentido contrario; el valor mayor corresponderá al caso de ser iguales: adoptando, pues, los valores aproximados

$$r_1 = 2 \frac{v - b \operatorname{tang} \gamma - c (\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha)}{(\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha)^2 - \operatorname{tang}^2 \gamma} \quad (40)$$

$$r_2 = 2 \frac{l - v - f (\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha) - c \operatorname{tang} \alpha}{\operatorname{tang} \beta (2 \operatorname{tang} \alpha - \operatorname{tang} \beta)}$$

encontraremos, para  $r_1 = r_2$

$$v = l - f \operatorname{tang} \beta + (f - c) \operatorname{tang} \alpha + \frac{\{ [b \operatorname{tang} \gamma + (c + f) \operatorname{tang} \beta - f \operatorname{tang} \alpha - l] \operatorname{tang} \beta}{(2 \operatorname{tang} \alpha - \operatorname{tang} \beta)} \quad (41)$$

Este valor de  $v$  representa la posición normal del cruceamiento  $C$ , de la cual convendrá apartarse lo menos posible; por otra parte, la distancia  $CH$  deberá ser mayor que  $c + f$ , y aunque pudiera disminuirse algo en caso de necesidad, tendrá siempre un mínimo que fijará el de  $v$ ; fijado que sea este valor, las ecuaciones anteriores nos determinarán  $D_1$ ,  $D_2$ , de los cuales no deberán apartarse mucho  $Y$ ,  $Z$ ; conocidos éstos, las ecuaciones primitivas (33) determinarán  $p$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $q$ , y, por consiguiente, todos los elementos del cambio.

En cuanto al otro cambio, sólo difiere del caso general en que al valor de  $c$  deberá añadirse el de  $CH$ ; la longitud del cambio vendrá fijada por la circunstancia de que la distancia entre las agujas deberá ser mayor que un límite prudencial.

Continuemos el cálculo con un ejemplo: hagamos  $\operatorname{tang} \alpha = 0,09$ ,  $\operatorname{tang} \beta = 0,13$ ,  $b = 6$  m.,  $c = f = 3$  m., la ecuación (41) nos dará  $v = 0,402$ , á lo que corresponde según (40) un radio máximo de 270 m.

Por otra parte,  $c + f = 6$ , de donde resultará para  $v$  un mínimo de  $6 \operatorname{tang} \alpha = 0,54$ .

Supondremos que se retoca algo el aparato, y adoptemos definitivamente  $v = 0,45$ , lo que suponen  $= 5$  m.

Las ecuaciones (39) puestas bajo la forma aproximada

$$D_1 = \frac{2v + (b - c) (\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha - \operatorname{tang} \gamma)}{\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha + \operatorname{tang} \gamma}$$

$$D_2 = \frac{2(l - v) + (f - c) (2 \operatorname{tang} \alpha - \operatorname{tang} \beta)}{\operatorname{tang} \beta}$$

nos darán  $D_1 = 16$ ;  $D_2 = 18,7$ . Hagamos, pues

$$Y = 16$$

$$Z = 19$$

con cuyos valores podremos empezar el cálculo definitivo.

Las ecuaciones (38) nos dan

$$p = \frac{Y \operatorname{sen} (p - \alpha) - v \cos (p - \alpha)}{\operatorname{sen} (p - \alpha - \gamma)}$$

$$m = \frac{v \cos \gamma - Y \operatorname{sen} \gamma}{\operatorname{sen} (p - \alpha - \gamma)}$$

$$n = \frac{Z \operatorname{sen} \alpha - (l - v) \cos \alpha}{\operatorname{sen} (2\alpha - \beta)}$$

$$q = \frac{(l - v) \cos (\beta - \alpha) - Z \operatorname{sen} (\beta - \alpha)}{\operatorname{sen} (2\alpha - \beta)}$$

de las que deducimos

$$p \cos \gamma = \frac{Y (\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha) - v (1 + \operatorname{tang} \alpha \operatorname{tang} \beta)}{\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha - \operatorname{tang} \gamma - \operatorname{tang} \alpha \operatorname{tang} \beta \operatorname{tang} \gamma}$$

$$m \cos \alpha \cos \beta = \frac{v - Y \operatorname{tang} \gamma}{\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha - \operatorname{tang} \gamma - \operatorname{tang} \alpha \operatorname{tang} \beta \operatorname{tang} \gamma}$$

$$n \cos \alpha \cos \beta = \frac{Z \operatorname{tang} \alpha - (l - v)}{2 \operatorname{tang} \alpha - \operatorname{tang} \beta + \operatorname{tang}^2 \alpha \operatorname{tang} \beta}$$

$$q \cos \alpha = \frac{(l - v) (1 + \operatorname{tang} \alpha \operatorname{tang} \beta) - Z (\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha)}{2 \operatorname{tang} \alpha - \operatorname{tang} \beta + \operatorname{tang}^2 \alpha \operatorname{tang} \beta}$$

y en nuestro ejemplo

$$p = 9.348$$

$$m = 6.658$$

$$q = 9.327$$

$$n = 9.717$$

El resto del cálculo no ofrece dificultad; para calcular los valores de  $\operatorname{tang} \frac{\beta - \alpha - \gamma}{2}$ ,  $\operatorname{tang} \frac{2\alpha - \beta}{2}$ , haremos uso de la fórmula (36).

Para que el trazado de la figura 10 sea posible, es preciso que los ángulos obedezcan á las desigualdades

$$\beta - \alpha > \gamma$$

$$p - \alpha < \alpha$$

de donde

$$\alpha + \gamma < \beta < 2\alpha$$

Si  $\beta = \alpha + \gamma$ , los puntos  $A$ ,  $B$ ,  $C$  estarían en línea recta y el cambio  $AE$  se convertiría en un cambio recto en el que el valor de  $b$  sería enorme. dando lugar á un radio muy pequeño. Del mismo modo si  $\beta = 2\alpha$  estarían en línea recta  $C$ ,  $D$ ,  $E$ , siendo entonces muy grande el valor de  $c$ ; este es el caso de los cambios dobles en los que las puntas de las agujas coinciden, siendo entonces

todo el aparato simétrico y  $v = \frac{b}{2}$ .

Se comprende, pues, que para que el trazado resulte proporcionado, será conveniente que el valor de  $\beta$  no difiera mucho de  $\frac{3\alpha + \gamma}{2}$ .

En el ejemplo antes indicado, poniendo las tangentes en vez de los arcos, tendríamos

$$\frac{3 \operatorname{tang} \alpha + \operatorname{tang} \gamma}{2} = 0,145$$

poco diferente como vemos de  $\operatorname{tang} \beta = 0,13$ .

ANTONIO PRIETO Y VIVES.



## Revista de las principales publicaciones técnicas.

### Estudio sobre las resistencias pasivas de los motores.

El Ingeniero M. A. Witz ha publicado en *La Lumière Electrique* un estudio muy interesante sobre las resistencias pasivas de los motores, y en él propone un método muy sencillo para apreciar el valor de estas resistencias. Desde luego podemos decir que este método está basado en un principio análogo al del método empleado para medir anticipadamente la resistencia de los vehículos sobre una vía férrea, y que consiste en lanzar un vehículo a una velocidad dada sobre una vía a nivel, y medir el tiempo que tarda en pararse cuando cesa la impulsión que se le ha comunicado.

M. Witz hace observar que un motor de vapor de gas ó eléctrico que está moviéndose con su velocidad normal de régimen, si se le suprime instantáneamente la potencia motriz, continuará moviéndose hasta que haya agotado la energía acumulada en sus órganos, y efectuará un cierto número de vueltas en un tiempo determinado, decreciendo la velocidad angular hasta anularse según una ley que depende de la constitución del mecanismo, y que caracteriza su valor y su estado. La observación del movimiento del volante hasta su parada suministra, pues, importantes datos relativos a la dinámica del motor.

El autor expone que las velocidades expresadas por el número de vueltas  $n$  efectuadas en la unidad de tiempo al cabo de un tiempo  $t$ , contado á partir de la supresión de la impulsión motora, pueden calcularse por una fórmula de la forma:

$$n = at^2 - b^2 + c$$

en la cual  $a$ ,  $b$  y  $c$  son coeficientes de un motor á otro y que es fácil determinar en cada caso.

En efecto, en el momento de partir se tiene  $c = N_0$ , siendo  $N_0$  la velocidad en la partida. Cuando el motor se para al cabo de un tiempo  $t_n$  después de haber efectuado  $N$  vueltas, siendo  $n$  entonces igual á 0, se tiene:

$$0 = at_n^2 - bt_n + c$$

Es suficiente, pues, contar  $N$  y  $t_n$  y añadir una sola observación de la velocidad al cabo de un tiempo  $t$  para tener todos los elementos de cálculo de  $a$ ,  $b$  y  $c$ .

Si se observa además que el valor del coeficiente  $a$  es siempre pequeño, y aun despreciable algunas veces, se puede simplificar la ecuación y reducirla á la forma:

$$a = b't + c.$$

En este caso se tiene

$$c = N \text{ y } b' = \frac{c}{t_n},$$

y es suficiente conocer la velocidad inicial en la partida y la duración  $t$  del movimiento.

El método es en particular interesante para la determinación del rendimiento orgánico de las máquinas, determinación que presenta con frecuencia muchas dificultades é incertidumbres. Se calcula, como es sabido, este rendimiento por la relación de la potencia efectiva á la potencia indicada, determinándose generalmente la primera por medio del freno; pero es muy raro que se pueda montar una polea de freno sobre el árbol de los motores de gran potencia, y además este género de experimentos presenta grandes dificultades. En cuanto á la medida de la potencia indicada existen incertidumbres que hacen que los re-

sultados obtenidos no puedan considerarse con la suficiente precisión. De todo lo cual resulta que no hay que extrañarse que en ensayos igualmente cuidados efectuados sobre motores de la misma importancia y del mismo valor, se encuentren valores de rendimientos orgánicos muy diferentes.

Así, por ejemplo, M. Witz ha encontrado, en los experimentos hechos con M. Hubert sobre un motor de gas de 1.450 caballos de la Sociedad Cockerill, un rendimiento orgánico de 0,934 en plena carga, en tanto que el profesor Riedeler ha encontrado sobre un motor de la Sociedad de Nuremberg de dimensiones equivalentes un rendimiento de 0,831.

El método propuesto por M. Witz es, por el contrario, de una gran sencillez y de una precisión suficientemente rigurosa.

He aquí un ejemplo de su aplicación:

Un motor de gas de altos hornos de dos cilindros de doble efecto dispuestos en tandem de 0,80 metros de diámetro (varillas de los émbolos 0,20) y de un metro de carrera, regulado á 100 vueltas, lleva sobre su árbol motor el inducido de una generatriz de corriente continua y un volante muy pesado, de 25.000 kilogramos, calculado para producir un coeficiente de

irregularidad igual á  $\frac{1}{120}$ ; la potencia normal del motor es

de 850 caballos efectivos y la del grupo de 600 kilovatios.

Un ensayo ha suministrado los resultados siguientes:

Velocidad media: 106 vueltas por minuto.

Presión media en los diagramas: 4,57 kilogramos.

Potencia indicada: 1.015 caballos.

Potencia del grupo: 560 kilovatios.

Caballos eléctricos: 761,2.

Rendimiento eléctrico de la generatriz: 0,935.

Potencia del motor: 813,9 caballos efectivos.

Rendimiento orgánico:  $\frac{813,9}{1.015} = 0,80$ .

He aquí ahora el cálculo del rendimiento partiendo de, los datos adquiridos con el procedimiento de que venimos hablando:

Velocidad inicial  $N_0$ : 105 vueltas por minuto.

El volante efectúa  $N = 106,5$  para consumir su energía.

El  $PD^2$  del volante y del inducido es igual á 666.325 (kgm);

$$K = \frac{666.325}{4 \times 9,81} = 16,981;$$

$$W = 0,0055 \times 16,981 \times 105^2 = 9,677 \text{ kilogramos por vuelta.}$$

Pero en el régimen de 106 vueltas, practicado durante el período de toma de los diagramas el motor efectúa 1,776 revoluciones por segundo y  $9,677 \times 1,776 + 17,039$  kilogramos por segundo.

Este trabajo equivale á una potencia de 227,8 caballos, la cual es necesaria para realizar en el motor en plena carga 106 vueltas por minuto.

Regulando convenientemente la mezcla, se obtiene fácilmente con este motor 850 caballos efectivos, que es su potencia normal, y el rendimiento orgánico es entonces igual á  $\frac{850}{850 \times 227,8}$

$= 0,75$  Como se ve, el rendimiento calculado de esta manera es muy próximo del que ha sido encontrado anteriormente por la comparación del trabajo efectivo al trabajo indicado.

M. Witz ha ido más lejos; disponiendo de un grupo electrógeno idéntico y próximo al anterior, ha hecho funcionar éste como receptriz, y ha observado que una corriente de 502,5 amperios por 400 voltios, que corresponden á una potencia de 201 kilovatios, hacía tomar á la máquina una velocidad uniforme y sostenida de 95,6 vueltas por minuto. Á esta carga reducida del

motor, el rendimiento eléctrico fué igual á 0,82; por lo tanto, los 201 kilovatios equivalen á una potencia efectiva de la máquina de gas de  $201 \times 0,82 = 164,8$  kilovatios, y se ve que son necesarios 225 caballos para mantener el grupo á una velocidad de 95,6 vueltas. Como para 100 vueltas se encontraron 227,8 caballos, resulta que á la potencia normal del grupo de 600 kilovatios por 100 vueltas, el rendimiento es de  $\frac{600}{600 \cdot 164,8} = 0,785$ .

La concordia de estas cifras parecen, pues, justificar la exactitud del método propuesto por M. Witz, toda vez que el rendimiento orgánico que este método proporciona tiene un valor comprendido, con muy poca diferencia, entre los dos determinados, por medios enteramente diferentes.

### Las condensaciones centrales.

Los ensayos sobre instalación de condensaciones centrales han permanecido largo tiempo sin dar solución práctica; pero en el curso de estos últimos años el problema ha sido estudiado con mayor interés, y un cierto número de casas, sobre todo en Alemania, han construido condensaciones centrales que han dado resultados económicos muy satisfactorios.

La descripción de estas instalaciones es interesante, no solamente por sus disposiciones, sino también por los principios nuevos que han sido aplicados. Uno de los más importantes es el de *contracorriente*.

En los condensadores de mezcla ordinaria que están instalados cerca de las máquinas, la bomba aspira la mezcla de agua, de aire y de vapor que se ha condensado; por lo tanto, el agua y el aire marchan paralelamente hacia el orificio de evacuación. Se observará que la evacuación se hace á la temperatura del agua caliente, y, por tanto, se extraerá la gran cantidad de vapor que resulta del grado elevado de saturación á esta temperatura. En las instalaciones de condensación central, el agua se extrae por una bomba de agua caliente ó un tubo barométrico de 10 metros por lo menos, siendo el aire y el residuo de vapor aspirados por la bomba de vacío. Esta disposición permite una circulación muy ventajosa, pues hace penetrar el vapor por la parte inferior, el agua por la superior, y evacuándose el aire y el vapor residual por la parte alta y el vapor por la baja. La corriente gaseosa y la corriente líquida marchan, pues, en sentido inverso, que es lo que se llama *circulación metódica ó á contracorriente*.

Se ve que el aire es aspirado en la proximidad de la entrada del agua fría, es decir, á una temperatura en que el grado de saturación del vapor es pequeño. El volumen gaseoso á extraer será, por consecuencia, menos grande que para la circulación con corrientes paralelas, puesto que llevará menos vapor, y también siendo el aire más frío estará menos dilatado. Se realiza así una economía de agua fría, porque el agua puede evacuarse á una temperatura más elevada.

La circulación por el sistema de contracorriente permite, pues, una notable disminución en el volumen de las bombas y del gasto de energía necesario para su funcionamiento.

Cuando el número ó la marcha que llevan las máquinas que envían vapor al condensador varía, la temperatura [de éste y, por consecuencia, el grado de vacío no permanecen constantes. Para evitar este inconveniente M. Weiss ha imaginado un aparato que mantiene automáticamente un grado de vacío satisfactorio; pero este aparato no conviene más que cuando las variaciones en el flujo del vapor no tienen lugar sino á largos intervalos. No es este el caso de las máquinas de extracción, por ejemplo, en el cual los constructores tratan de obtener un vacío bastante constante impidiendo las fuertes variaciones de temperatura. Á este efecto la casa Balcke dispone sus condensadores de modo que se tenga en ellos una gran reserva de agua, que constituye como una especie de volante para las calorías. M. Weiss establece por sus cálculos que, á menos de adoptar

reservas de agua muy considerables, este sistema resulta ineficaz después de algunos minutos de entrar en el condensador el flujo máximo de vapor, y preconiza el empleo de acumuladores de agua fría, colocando fuera del condensador la reserva de agua.

El agua para el enfriamiento que desciende al interior del condensador, se vuelve á tomar después de mezclarse al vapor, y se conduce á la parte superior del acumulador, y el agua que se encuentra en la parte inferior de éste se dirige por otro tubo al condensador, en donde desagua á un nivel inferior al de la evacuación del agua ya calentada.

Se han igualmente utilizado en las condensaciones centrales condensadores de superficie cuando no se dispone de agua buena para la alimentación de las calderas, habiéndose empleado el tipo de los condensadores tubulares de la marina, á los cuales el principio de la contracorriente puede aplicarse.

En ciertos casos, en lugar de hacer circular el agua de enfriamiento por el interior de los tubos, se ha hecho pasar el vapor á condensar por ellos, sumergiendo el haz tubular en un depósito, un estanque y hasta en un río. Hay que observar que entonces el enfriamiento tiene lugar, sobre todo por consecuencia de la evaporación, y que no puede ser objeto de una circulación paralela ó metódica. Cuando no se dispone de un depósito, cuya superficie permita una evaporación bastante activa, se pueden enfriar los tubos por un sistema de riego.

Una de las grandes ventajas de la condensación central es permitir la aplicación de la condensación á las máquinas de marcha intermitente, como son las de extracción. Ensayos hechos por M. Henry en Westphalle demuestran que la condensación procura una economía de vapor que puede llegar en ciertos casos al 20 ó 25 por 100.

Sobre los condensadores independientes la condensación central presenta la ventaja de una gran seguridad de funcionamiento, porque las bombas están mejor instaladas y se vigilan más fácilmente que en las condensaciones ordinarias. En fin, el vacío se establece inmediatamente al poner en marcha las máquinas.

### Locomotoras con mezcla recalentada de vapor y aire.

Esta locomotora del tipo exprés, construída por la Century Engine Co de Londres y descrita en el *Engineer* del 6 de Noviembre, utiliza como fluido motor una mezcla recalentada de aire comprimido y de vapor obtenido por el procedimiento Field y Morris.

El aire se comprime en dos cilindros dispuestos en tandem por delante de los cilindros de vapor, y entra al mismo tiempo que éste en un recalentador colocado en la caja de humos de la máquina á la salida de los tubos. Estos cilindros compresores se enfrían por medio de una corriente de agua suministrada por el depósito del tender.

Los ensayos efectuados con esta locomotora han dado una economía de combustible del 18 por 100 con relación á una locomotora normal de tipo semejante.

### Vagón especial para la formación de terraplenes.

El uso de vagones especiales para formar y arreglar al mismo tiempo los terraplenes, se extiende cada vez más en América. Muchos de estos vehículos se hallan en servicio en las obras del canal de Panamá, y la O. F. Jordan Co., de Chicago, ha mandado construir un nuevo tipo que describe el *Engineering News* del 16 de Septiembre, cuyas características son: el empleo de aire comprimido para la maniobra de los diversos órganos; la colocación en la delantera del vagón de un aparato para quitar los obstáculos que puedan obstruir la vía; un sistema particular de enganche de las aletas laterales; posibilidad de emplear este vehículo como vagón quitanieves.

Toda la armazón es de acero, y las aletas laterales van sus-

pendidas de varillas articuladas susceptibles de alargarse sobre postes verticales montados á cada lado del tablero, pivoteando, elevándose, descendiendo ó inclinándose á voluntad y extendiendo su acción hasta 6,60 metros á cada lado del eje de la vía. Placas de acero suspendidas en los trucks impiden que las tierras se coloquen bajo las ruedas. Por delante, el quita obstáculos gira alrededor de sus enganches, y puede tomar la inclinación conveniente con relación al eje de la vía; en fin, un tablero vertical protege igualmente la delantera del vagón.

El peso total del vehículo en marcha es de 30 toneladas, y basta un hombre para la maniobra de sus diversos órganos.

### **Grupos electrógenos dimórficos para el camino de hierro de Villefranche á Bourg-Madame (Pirineos Orientales).**

La Sociedad Alsaciana de construcciones mecánicas ha expuesto este año en Marsella un grupo electrógeno, dimórfico, destinado al suministro de la corriente necesaria para el camino de hierro eléctrico de Villefranche á Bourg-Madame. *La Industrie électrique* del 25 de Octubre da á conocer las principales características.

Este grupo comprende una turbina hidráulica y una generatriz que da por un lado corriente continua sobre un colector, y por el otro corriente trifásica.

La turbina, que es de eje horizontal, suministra con una caída de 400 metros una potencia de 800 caballos próximamente, y está formada por una corona móvil del género Pelton. El inyector ó distribuidor del agua, que es de bronce, está provisto de lengüetas reguladoras con regulación hidráulica, y el regulador, que es de los de servomotor con aceite, está secundado por la inercia de un volante de 5 toneladas montado sobre el árbol del grupo electrógeno, y limita á un 4 por 100 las variaciones de velocidad para variaciones de la carga de un 50 por 100. Los excesos de presión que produciría el cierre rápido del inyector se evitan por la apertura simultánea de un orificio de descarga, que el regulador cierra después, de un modo progresivo.

El árbol es de acero y descansa sobre tres cojinetes engrasadores de gran longitud y con circulación de agua. El movimiento de las compuertas de admisión de la turbina se hace por medio de servomotores hidráulicos, accionados desde el cuadro de distribución lo mismo que los reguladores de velocidad.

La generatriz va acoplada á la turbina por medio de un manguito elástico, y produce la corriente continua á 850 voltios, y la hexafásica á 600 voltios y 25 períodos. El inducido es móvil, devanado en tambor, y el colector lleva 6 filas de escobillas con acuíñado invariable, gracias al efecto de los polos auxiliares compensadores. Los inductores fijos llevan un devanado Compound. La estación central del camino de hierro á que nos venimos refiriendo, contiene cuatro de estos grupos electrógenos; la corriente polifásica transformada á 20.000 voltios es llevada á cinco subestaciones en donde máquinas conmutadoras la convierten en corriente continua á 850 voltios para alimentar la línea de contacto, como lo hacen las generatrices de la fábrica por sus colectores á la región de la línea más próxima de la fábrica. Esta disposición evita, pues, una doble transformación de la corriente para esta parte del camino de hierro.

### **Estudio sobre la construcción de diques para la defensa contra la acción del mar de las costas arenosas.**

Bajo este título M. Maynard, Ingeniero en Saint-Nazaire, acaba de publicar en la Revista *Les travaux publics*, un artículo que presenta algún interés, sobre todo en aquellos sitios donde es preciso defender las costas contra las invasiones del mar.

Esta defensa, relativamente fácil cuando las obras están construidas sobre roca, exige algún cuidado cuando se trata de

costas arenosas. En general, los muros verticales ó de talud muy pequeño deben evitarse, pues las olas que los hieren normalmente y los golpean con violencia, cambian en seguida bruscamente de dirección, y elevándose sobre el paramento, ejercen efectos destructores muy enérgicos.

Algunas veces, en lugar de un paramento vertical, se da á los muros un paramento curvo y cóncavo hacia el mar, con la intención de dar vuelta á la lámina de agua; pero esta disposición no llena sino imperfectamente el objeto que se pretende, pues la presión que desarrolla una ola que se eleva contra un paramento curvo se transforma, en cierto modo, en fuerza centrífuga, de donde resulta que cuando esta lámina salta por encima de la coronación, el agua es proyectada por detrás del muro bajo la acción combinada de aquella fuerza y del viento que reina siempre en los temporales ocasionando averías.

De aquí resulta, pues, que los muros de paramentos verticales ó cóncavos no convienen, al parecer, para la defensa de las costas arenosas.

Las capas de agua subterráneas que existen siempre en las dunas ó en los terrenos arenosos próximos al mar desempeñan un papel muy importante en la cuestión presente.

Las aguas absorbidas por las dunas se almacenan en las arenas hasta una cierta cota que puede alcanzar en invierno, si la arena es fría, un nivel un poco más elevado que las altas mareas de equinoccio, y constituyen capas cuya superficie libre sigue, aunque de una manera poco acentuada, las ondulaciones del terreno. Estas aguas se vierten al mar cuando el nivel de la marea es inferior á su plano, y de una manera tanto más lenta cuanto la arena es más fina, y ofrece, por consecuencia, más resistencia al paso del agua.

Resulta de estos hechos, que en todas las dunas ó terrenos arenosos próximos al mar se encuentra, á partir del nivel medio de las mareas, capas permanentes de agua dulce si la arena es fina, ó de agua salada si la arena es gruesa, y la presencia de estas capas hace en general la cimentación de las obras muy difícil por debajo del nivel medio de las mareas.

Si el agua del mar puede llegar en los temporales hasta la parte posterior de un dique de paramento inclinado, la arena situada por detrás de este dique queda impregnada y se desarrolla de abajo arriba una presión hidrostática considerable, y como además el revestimiento de piedra del muro es sometido al choque de las olas, choque que puede producir una presión de más de 4.500 kilogramos por metro cuadrado, bajo estas dos acciones ó fuerzas contrarias la fábrica que está desprovista de elasticidad puede quebrarse si el espesor es insuficiente.

Lo que precede se refiere al caso en que el agua de la duna no pueda salir por causa de la altura de la marea, y de la presencia al pie del paramento del dique de una gran masa de arena; pero si esto no ocurriese, el agua y la arena fluida acabarían por salir por debajo del cimiento, y la ruina de la obra tendría lugar en breve plazo.

Cuando el agua del mar que se introduce por detrás del revestimiento es en cantidad pequeña para impregnar suficientemente la arena, produce por lo menos un asiento del terreno, y en este caso la fábrica puede no descansar convenientemente sobre el terraplén y está expuesta á ser demolida por el mar.

De todas estas consideraciones resulta que es indispensable impedir que el agua del mar penetre durante las tempestades por detrás de los diques establecidos en terrenos arenosos si se quiere asegurar su conservación.

Por otra parte, cuando una ola revienta sobre un empedrado, ejerce una acción generalmente menos peligrosa que cuando se retira, porque en la resaca el agua del mar reblandece la arena y la arrastra, y la arena fluida que se encuentra debajo del empedrado es llevada al mar, dejando socavones peligrosos debajo de la fábrica.

Estos efectos destructores son aumentados todavía por una especie de subción que produce la resaca cuando el agua llega al pie del empedrado.

Este pie debe, pues, ser cimentado muy profundamente para no ser socavado, ó estar constituido por una fábrica que se extienda horizontalmente por delante del empedrado, á fin de recibir el choque producido por la retirada de las aguas. Como las cimentaciones profundas son difíciles á causa de la fluidez de la arena, se sigue el sistema de hincar al pie del empedrado una fila de tablestacas unidas.

Además, inspirándose en lo que pasa en una playa arenosa, se puede decir que es necesario, para que un dique desempeñe un papel eficaz, que éste amortigüe la fuerza viva de las olas por su elevación contra el paramento, que llegada al vértice del dique el agua pueda extenderse y anular su velocidad; y, finalmente, que sea devuelta al mar siguiendo en sentido inverso el mismo trayecto, pero que llegue al pie del empedrado cuando la lámina siguiente se encuentre allí, de manera que la fuerza viva readquirida por el agua en su retirada contribuya á aminorar la fuerza de proyección de la que va á chocar en este instante sobre el paramento, y también para que el agua que vuelve no caiga otra vez sobre la arena misma del pie del dique.

Según esto, se ve que un dique destinado á proteger eficazmente una costa arenosa debe comprender:

- 1.º Una fila de tablestacas completamente juntas hincadas al pie del empedrado.
- 2.º Una berma de obra de fábrica próximamente horizontal y enlazada por medio de una curva con el empedrado.
- 3.º Un empedrado ó revestimiento del talud cuya pendiente sea lo más inclinada posible, y que en todo caso no ha de ser inferior á 1,5 de base por 1 de altura.
- 4.º Una plataforma de obra de fábrica de ancho variable, según la fuerza de las tempestades en el lugar considerado, y que presente una pendiente transversal de 0,05 á 0,10 por metro, empalmada por una curva con el empedrado, á fin de evitar la proyección de las aguas en el vértice de éste.
- 5.º Un murete de 0,50 á 1 metro de altura para limitar la plataforma, á fin de devolver las láminas de agua que pudieran llegar hasta él, y también para impedir al mar que penetre en la arena situada por detrás del dique.

Es ventajoso recubrir el terraplén de arena con una capa de arcilla de 0,20 á 0,25 de espesor, con objeto de retener la arena y dar un poco de elasticidad á la fábrica.

La figura siguiente indica el perfil tipo de un dique que satisface á estas condiciones.

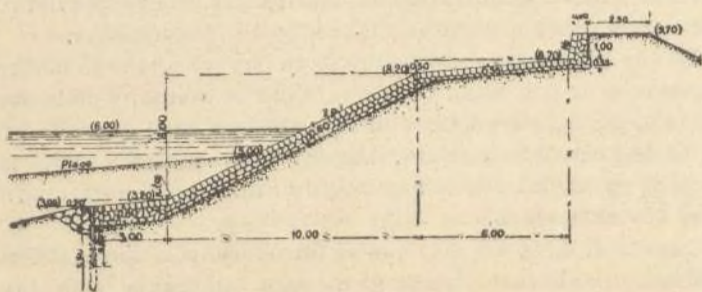


Fig. 1.ª

Conv iene que los terraplenes arenosos sean ejecutados por capas de 0,10 á 0,20 de espesor, regadas abundantemente y apisonadas con cuidado.

En Bélgica, donde estas obras presentan un vivo interés, han sido también objeto de un estudio igual al de M. Maynard. Desde hace mucho tiempo las socavaciones al pie de los diques se combatían por medio de plataformas de fajinas sujetas por grandes bloques de piedra; pero en estos últimos años el servicio de puentes y calzadas ha construido sobre la costa belga diques empedrados con un perfil parabólico, y en el que el eje de la parábola es ya horizontal ó ya vertical. Después de varios tanteos, el perfil indicado en la segunda figura es el que se ha aplicado recientemente á la defensa de las dunas en unos dos

kilómetros de longitud al Este del canal del puerto de Ostende. Este empedrado, cuyo perfil se aproxima mucho al perfil tipo de M. Maynard, se construye enteramente de hormigón armado, cuya armadura consiste en barras de 8 milímetros de diámetro, dispuestas formando cuadros de 0,20 de lado, y enlazadas entre sí en cada cruzamiento. El hormigón se compone de grava del Rhin, tal y como se arranca del río, esto es, guijarro y arena, con una dosificación de 300 kilogramos de cemento por metro cúbico de hormigón.

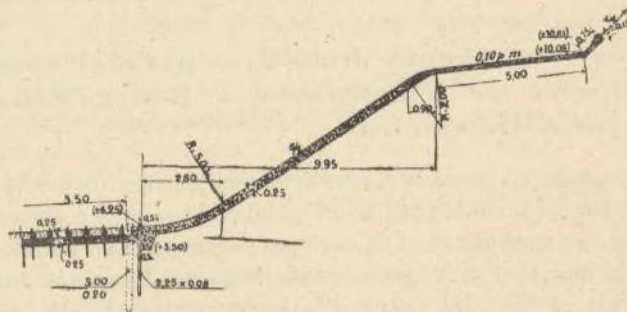


Fig. 2.ª

Las juntas de dilatación colocadas cada 15 metros, se rellenan de asfalto vertido en caliente, y se defienden por detrás por un cubrejunta de un metro de ancho de hormigón armado. La utilidad de estas juntas es evidente, porque bajo la acción de la dilatación de los empedrados el asfalto es rechazado á la superficie.

El coste de estos empedrados es de 180 francos el metro lineal por término medio, comprendidos los movimientos de tierras.

### Aparato eléctrico para el encendido de los altos hornos.

Para encender un alto horno, generalmente se prende fuego á una pequeña cantidad de leña apilada á la altura de las toberas, introduciendo por las aberturas de éstas, barras de hierro calentadas al rojo. En los altos hornos de los Homestead Steel Works se ha hecho uso recientemente para esta operación del aparato eléctrico, representado en las figuras 1.ª á 3.ª tomadas al *Iron Age* del 17 de Septiembre.

Este aparato, que se introduce en las toberas en sustitución de las barras de hierro enrojecidas, así como lo demuestra la figura 2.ª, se compone de un primer tubo *c* terminado por una punta *h*, que facilita su penetración entre la leña; de un segundo tubo *e* en prolongación del primero y que sirve para proteger un conductor eléctrico; de un interruptor *g* intercalado en este último, y, por último, de una toma de corriente *s*.

El tubo *c*, á donde van á parar los hilos eléctricos *e* que pasan por la resistencia de regulación *d*, tiene una abertura lateral y contiene, á la altura de esta abertura, dos carbones *m*, *m*, de los cuales uno de ellos está cuidadosamente aislado del tubo *c*; cada uno de estos carbones va enlazado á uno de los hilos eléctricos y llevan intercalado un plomo fusible.

Se introduce el aparato en la tobera por el registro de ésta, después de haber colocado en la abertura del tubo *c* algunas virutas impregnadas de alcohol, y una vez hecho esto se hace pasar la corriente. El plomo que enlaza los dos carbones se funde cuando la intensidad pasa de tres amperios, y el arco que se forma entre los carbones es el que prende fuego á las virutas y al alcohol que las moja. Cuando ha prendido la llama se comienza á soplar dirigiendo aquélla hacia el interior del horno, que prende fuego al combustible contenido en él. El aparato consume próximamente 6 amperios con un voltaje de 60 á 80 voltios.