

longitudes y los espesores del tramo y del contrafuerte. El primer miembro depende solo de las dimensiones de la seccion vertical del muro y difiere poco de la unidad cuando $D > 0,7$ de la altura y se toma para e el valor menor posible, que se halla por la ecuacion (2). De todos modos, hallado su valor se puede encontrar q haciendo algunos tanteos en la ecuacion correspondiente, en que se haya despejado p , que está solo elevada á la segunda potencia. Es fácil observar que á igualdad de valores de m , e y p , la ecuacion (6) los da para q mayores que la (5), y por consiguiente que los contrafuertes interiores han de ser mas salientes que los exteriores.

9. El valor de D' es arbitrario y se fija en $\frac{1}{2}$ ó $\frac{1}{10}$ de la altura para que el macizo saliente tenga suficiente estabilidad lateral. El valor de D no se hace menor, que la mitad de la altura (*) de modo que suele ser $p=5$ y $q=1,5$ en los contrafuertes exteriores, y para un muro de 10 metros de alto se tendrá (**)

$$e=1^m,76, e'=2^m,64:$$

en los contrafuertes interiores se hallaria un valor casi doble.

Estas dimensiones son próximamente las que producen el menor valor absoluto de e' para un mismo muro, á igualdad de valor de D' , propiedad que se ha encontrado por medio de tanteos gráficos.

10. El empleo de los contrafuertes, especialmente los exteriores, puede proporcionar alguna economía de material en la construccion ó en el refuerzo de un muro. Para hacer la comparacion se tomará el volúmen de la parte MI comprendida entre los centros de dos tramos, que es

(*) L' Eveillé determina un límite para el valor de D por la resistencia al aplastamiento en la cara AH, pero estando la cara opuesta GE enteramente libre, esta consideracion no puede tener lugar.

(**) Con los mismos datos, L' Eveillé deduce $e=1^m,15$, y $e'=5^m,66$.

$$h(D+D')e\left(1+\frac{q}{p}\right)$$

y se dividirá por la longitud MI, lo que dará para el volúmen por unidad de longitud

$$V=he\left(1+\frac{q}{p}\right)$$

Haciendo variar correlativamente las cantidades e , p y q se verá que el volúmen necesario para obtener la misma estabilidad disminuye rápidamente á medida que p aumenta ó sea que se separan mas los contrafuertes, pero antes de que D llegue á ser la mitad de la altura este volúmen queda casi constante y próximamente igual á los dos tercios del de un muro recto de la misma estabilidad, ó á 0,86 de uno con la estabilidad ordinaria.

EDUARDO SAAVEDRA.

MEMORIA

SOBRE LOS CAMINOS DE LA ISLA DE CUBA.

(Conclusion.)

Mas no se piense por esto que mi ánimo es proscribir toda innovacion ó mejora que pueda hacerse. Alegrariame por el contrario, que fuésemos tan felices, que á las ventajas de que gozáramos con los buenos caminos, uniésemos tambien la gloria de haberlos sabido construir por un método peculiar nuestro. Tampoco me atreveré á negar que ninguno de los sistemas propuestos sea capaz de producir algun resultado favorable. Las palabras *buen camino* son muy relativas, y entre los diversos grados de su bondad, media una enorme diferencia; así no es extraño, que uno llame camino *escelente*, el que otro llamará *bueno*, y tal vez *mediano*, ó acaso *malo*. Hago esta indicacion, porque acostumbrados nosotros á viajar por unos caminos casi intransitables en una parte del año, es muy posible que consideremos como *escelente y perfecto* el que otros

pueblos mirarian como *mediano* y quizá *malo*. Estas comparaciones pueden hacernos incurrir en errores, adoptando como modelo digno de imitacion, no lo que en sí sea *mejor*, sino lo que pueda parecernos tal. No olvidemos ni por un instante, que jamas hemos tenido caminos, ni que tampoco hemos hecho ensayos, capaces de darnos un resultado, por el cual podamos decidirnos en favor de este ó de aquel sistema; y si porque alguna vez se ha cegado aquí y allí algun paso peligroso amontonando piedras y mas piedras, ya se cree que tenemos el método de construir caminos, es menester confesar que estamos equivocados. Lucas debemos recibir de otros pueblos, y de pueblos que despues de haber hecho un largo y costoso aprendizaje, han condenado como ruinoso y contrario lo que en otro tiempo practicaron como útil y favorable.

Quizá podrán hacerse reparos de otra especie, á saber, el costo de las operaciones que exige el método de Mac Adam. Pero ¿cómo se sabe que será mas barato cualquiera de los otros? A juzgar por comparacion, yo diria que es mas económico que todos los demas, pues así lo comprueba la esperiencia en la Gran Bretaña; aunque los cálculos de esta nacion no pueden aplicarse con exactitud á la isla de Cuba por la diversidad de sus elementos; con todo pueden dar sino un dato, á lo menos, una presuncion favorable; porque si dado cierto número de operarios y cantidad igual de materiales, los caminos construidos allí segun el método de Mac Adam son mucho menos costosos que todos los demas, bien puede decirse que en circunstancias iguales tambien lo serán en la isla de Cuba. Convendrá pues, hacer algunos ensayos en pequeño, no solo para cerciorarse de la bondad de los caminos, sino para establecer sobre bases fijas el gasto comparativo. Pero es preciso que estos ensayos se practiquen por hombres inteligentes y versados en este género de construccion, pues de no hacerlo así nos espondriamos á cometer errores de grave trascendencia. «Jamás, dice Mac Adam, jamás ha habido opinion mas errónea ni que haya producido peores efectos, que

la de pensar que la construccion de caminos, puede aprenderse en los libros, ó leyendo descripciones.»

He considerado hasta aqui los formados de varias capas de materiales, ya uniformes, ya distintos. Réstame ahora tratar de los empedrados ó enlosados que se usan en algunas ciudades, y que suelen recomendarse para los caminos como preferibles á los primeros. Hánse adoptado varios modos, y aunque puestos en práctica en algunos paises, están muy lejos de prevenir los males que quieren evitarse: y como el ensayo que se hizo en la Habana en la calle de Bernaza, se ha ganado muchos partidarios, y no es muy improbable que algunos deseen estenderle á nuestros campos, forzoso es entrar en todos sus pormenores para que se conozcan los defectos de que adolecen.

De figura cnadrilátera, no enteramente plana, de cinco á siete pulgadas de largo, y de cuatro á seis de ancho, colocadas en una direccion paralela, tales han sido las piedras comunmente usadas en varios caminos.

Esta colocacion produce el inconveniente de que resbalando las ruedas desde la parte superior de las piedras, y cayendo en la juntura de estas, lentamente las van gastando por los costados, hasta que forman surcos y destruyen el empedrado.

Pensó remediarse este mal, colocando las piedras alternadamente segun se ponen los ladrillos de una pared.

Pero los obstáculos se aumentaron, porque la rueda *b*, subiendo la primera piedra de la primera línea, cae en los bordes ó juntura de las que forman la segunda línea, y despues de hacer un esfuerzo contra ellas y contra la piedra inmediata de la tercera línea, sube y vuelve á caer. Esta alternacion de subidas y bajadas, abrirá surcos cortos, pero tan anchos y profundos, que sin poder tocar las ruedas, ni en los costados de las piedras, ni en el terreno que se halla entre ellas, irán saltando y comunicando al carruage un movimiento insoportable.

Abandonóse pues tambien este método, y

para obviar sus inconvenientes, se inventó otro que consiste en usar de piedras planas de doce ó catorce pulgadas de largo; y para impedir que las ruedas resbalen hácia las juntas, se colocarán oblicua ó transversalmente, pero de modo, que la junta de dos piedras en una línea no esté contigua á la que forman otras dos piedras en las líneas que inmediatamente le siguen ó preceden.

Verdad es, que las ruedas anchas no causarán daño á este empedrado; pero las angostas caerán algunas veces sobre las juntas de las piedras mas grandes, y gastándolas por los costados, llegará el caso en que las ruedas obren como cuñas, y que al fin las arranquen.

«Ningun empedrado, dice Edgeworth, por excelente que sea la piedra, podrá resistir por largo tiempo la accion de una rueda angosta, y el único medio de preservarle, consiste en dar á las ruedas una anchura de tres pulgadas á lo menos.»

Para los países donde sean mas angostas, propone Mr. Large, y recomienda Edgeworth como barato y durable, el empedrado de piedras planas de tres pulgadas en cuadro, pues entonces es imposible que las ruedas se hundan en las juntas; pero es preciso que estas piedras tengan tambien ocho ó nueve pulgadas de grueso para que puedan sostenerse mutuamente por los costados. Antes de colocarlas, se prepara el terreno con materiales sólidos y uniformes; y esto se conseguirá mejor que de ningun otro modo, echándole cascajo de buena calidad, y dejándole espuesto por algunos meses al tránsito de los animales y carruajes, segun lo hizo Taylor por primera vez en el empedrado de las calles de Dublin. Las piedras se asentarán entonces sobre este terreno, poniendo si es posible en perfecto contacto sus partes superior é inferior, pero no los costados, porque lo impedirá una cavidad lateral que se les forma para llenarla de arena y darles mas firmeza. Debe tambien nivelarse la superficie, y aun será útil cubrirla de arena, para que la presion desigual de las ruedas no descomponga el empedrado antes de consolidarse.

Algo semejante á este es el que propone Walker, bien que difiere de él en muchos puntos; y como su autor le recomienda mucho, yo no debo pasarle en silencio. Las piedras tendrán la figura de casi un prisma triangular; se clasificarán segun su tamaño para no mezclar las mas grandes con las mas pequeños; pues de aquí proviene el hundimiento de algunas con notable perjuicio del camino: se colocarán muy unidas en una direccion que forme ángulos rectos con los lados del camino, pero en términos que las juntas de dos piedras en una línea, no estén contiguas á las de otras en las líneas anterior y posterior. Colocadas que sean, se apretarán para nivelarlas perfectamente; y si alguna estuviere floja, se quitará y pondrá otra en su lugar. Las juntas se rellenarán de cascajo muy fino, y si hay agua á mano, se dará mas consistencia al empedrado, empapando bien por la noche, lo que se haya trabajado en el dia, y apretándolo otra vez á la mañana siguiente. Cubriráse entonces la superficie con una pulgada de cascajo muy menudo, á fin de mantener siempre llenas las juntas, é impedir que las ruedas se pongan en contacto con las piedras, antes que el camino esté firme.

Aumentaráse considerablemente su solidez, echando agua de cal en las juntas, pues combinándose ésta con el cascajo que se halla entre y debajo de las piedras, formará una masa muy sólida. Limaduras, ó pedacitos delgados de hierro, mezclados en corta cantidad con el cascajo, producirán efectos semejantes á los del agua de cal, pues el agua sola los convertirá en un óxido de hierro que dará al cascajo la consistencia de una roca.

No atinando la Gran Bretaña á remediar los males que la aquejaban, empezó á adoptar el sistema de empedrados; y en consecuencia, se coustruyeron éstos en varias partes; pero ni los nombres respetables de los autores que los recomiendan, ni el ejemplo de esa gran nacion, deben arrastrarnos ciegamente comprometiéndonos en una empresa que despues de grandes sacrificios, solo vendria á darnos un funesto desengaño. En aquel mismo pueblo

ha probado la experiencia, que los empedrados ni son duraderos ni baratos. Los que se hicieron en las inmediaciones de Lóndres costaron diez veces mas que los caminos construidos en los distritos vecinos segun el método de Mac Adam; y sin embargo, se descompusieron casi todos dentro de poco tiempo. Los de Edimburgo, á pesar de ser formados de los mejores y mas baratos materiales, costaron muchísimo mas que los hechos por un método mas seguro y económico; y casi todos los de Lancashire, construidos con enormes gastos, siempre han existido en pésimo estado. Pero donde son mas perjudiciales y gravosos, es en las subidas muy rápidas á los puentes y á otros parajes semejantes, pues siendo resbaladizos, esponen el ganado de carga y tiro á caer frecuentemente. Existieron tambien estos empedrados en los suburbios de Bristol; pero hace algunos años que fueron destruidos, y aprovechándose de sus materiales, se construyeron segun el método de Mac-Adam, caminos mucho mas sólidos y baratos. La misma operacion se ha hecho en varios campos y poblados, y siempre con gran ventaja, pues los gastos se han disminuido, y aumentádose la facilidad del tráfico. Tal es la breve historia de los caminos empedrados de la Gran Bretaña, y tales las consecuencias que nosotros debemos evitar.

Aun en Lóndres se compusieron algunas calles segun el método de Mac-Adam; y si no ha producido en ellas el mismo resultado que en los caminos, por lo menos se han disminuido los males. Un suelo como el de esa ciudad, tantas veces removido con la formacion y reparacion de sumideros, tubos, etc., para conducir aguas y gases, y espuesto á la accion continua de una muchedumbre de carruajes que corren á todas horas, es muy difícil que permanezca por algun tiempo sin grandes alteraciones. De aquí sin duda la necesidad de componer frecuentemente las calles de aquella inmensa capital, y de aquí el empeño en buscar nuevos modos de empedrarlas (1).

(1) En el número XII del *Periódico trimestre de ciencias, literatura y artes* de la Real Institucion de

Paises hay como la Holanda, donde por falta de piedras, se usa de ladrillos puestos de canto, y cubiertos de una capa de arena. pero semejante método, no siendo ni el mas perfecto, ni tampoco casi aplicable á los caminos de nuestra isla por la carestía de sus materiales, razon será que lo omita.

Acaso me he detenido en este artículo mas de lo que pensé; pero la importancia del objeto fué empeñando mi atencion, y no quise pasar á otro sin presentarle en todas sus faces, pues tenemos que salvar los escollos á que puede arrastrarnos, ó una brillante teoría, ó un ejemplo pernicioso. Cerraré, pues, esta parte de mi Memoria con las palabras del célebre Mac-Adam: « La medida de sustituir empedrados á caminos cómodos y útiles, es un remedio desesperado á que ha recurrido la ignorancia. La escasez ó mala calidad de los materiales no puede servir de excusa racional, porque la misma cantidad de piedra que se requiere para empedrar, esa misma basta para hacer un buen camino en cualquiera parte; siendo ademas evidente, que los materiales de mejor calidad que se emplean en los caminos, se pueden obtener á menos costo que los que se usan en los empedrados (1). »

la Gran Bretaña acaba de publicarse por el subteniente de marina J. H. Brown un plan para mejorar los empedrados de Lóndres. Propone, que dispuesto el terreno en la forma conveniente, y asentada su superficie, no se le eche arena, cascajo, ni otros materiales semejantes, sino una capa gruesa de buen mortero, para colocar en ella ajustadamente las piedras, rellenando despues sus juntas con una argamasa muy fina. Desea tambien que las dimensiones de las piedras sean ocho pulgadas de largo, cinco de ancho, y un pié ó mas de grueso, y exige además otros requisitos, que no indico aqui, porque limitándose su plan al empedrado de calles, siendo el objeto de mi programa no estas sino los caminos, y reconociendo el mismo Brown la excelencia del método de Mac-Adam aplicado á ellos, no debo detenerme por mas tiempo.

(1) Este sería el lugar mas oportuno para añadir un artículo sobre los caminos de hierro; pero estando este género de comunicaciones internas intimamente enlazado con la construccion de canales, porque es asunto muy importante el saber á cuál de los dos se debe dar la preferencia, me es imposible entrar en su investigacion sin apartarme demasiado del objeto del programa propuesto por la Sociedad (a).

(a) El tiempo trascurrido despues de escrita esta nota ha demostrado la superioridad de los caminos de hierro sobre los canales, y mucho mas en los climas frios.

BIBLIOGRAFIA.

ITINERARIOS topográficos de 25,000 kilómetros de caminos de España, publicados por el comandante del cuerpo de E. M. D. *Sandulio Suncha*, autorizado á ella por R. O. de 16 de abril de 1855. Escala, 0.00001.— Equidistancia de las curvas de nivel, 20 metros. Madrid: 1860 Imprenta de M. Rivadeneyra.

Esta obra saldrá á luz por tomos, de los cuales cada uno contendrá los itinerarios de los caminos de una capitania general, y por tanto variarán los precios de los tomos con su volumen, pudiendo apreciarse uno y otro por el ya publicado de Cataluña, que cuesta 19 rs; es de los mayores, y está encuadernado en tela con un lápiz como broche, á fin de que tenga las ventajas de un libro de viaje.

A cada itinerario acompañará un cuadro estadístico sumamente reducido, que contiene cuantos datos sobre recursos de transportes, viveres, bagajes y alojamientos necesita conocer el jefe de un cuerpo en las marchas. Tambien con cada tomo se da una hoja cromolitografiada, en la cual se encuentra representada la forma de la capitania general, y señalados con diversos colores los caminos principales carreteros, y de herradura, cuyos itinerarios comprende aquel volumen, y los ferro carriles en explotacion y en construccion.

Todos los pedidos, suscripciones, etc., quedarán servidos en el mismo correo, si se dirigen *Al Sr. D. Joaquin P. de Rozas, Ballesta, 17, 2.ª izquierda, Madrid.*

El tomo Cataluña, publicado ya, contiene los itinerarios

De Barcelona á Zaragoza.

De Barcelona á la frontera de Francia.

De Barcelona á Valencia.

De Lérida á Puigcerdá.

De Lérida á Tarragona.

De Lérida á Huesca.

De Lérida á Valencia.

De Tarragona, por Reus, á Montblanch.

Del Bruch á la Seo de Urgel.

De Agramunt á Cervera.

ADHÉMAR.—*Perspective*; par J. Adhémar. *Supplément au Traité de perspective linéaire. 2ª édition.* In-8.º, p. 375 465 et atlas, planches 67 et 68. Paris, impr. Thunot et Ce; lib. Lacroix-Comon et Baudry. Chaque planche vendue séparément avec le texte qui lui correspond, 50 c.

ANNAIRE du bibliophile, du bibliothécaire et de l'archiviste pour l'année 1860, publié par Louis Lacour, Première année. In-18, 125 p. Paris, imp. Pommeret et Moreau; lib. Meugnot. (1860.) Papier vergé 2 fr. Papier fort. 4 fr.

ARAGO.—*Astronomie populaire*; par François Arago, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, publié d'après son ordre sous la direction de M. J. A. Barral, ancien élève de l'École polytechnique, ancien répétiteur

dans cet établissement. T. 3 *Œuvre posthume.* In-8.º, 639 p. Paris, imp. Claye; lib. Gide. 7 fr. 50 c.

ARAGO.—*Œuvres de François Arago, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, publiées d'après son ordre sous la direction de M. J. A. Barral.* T. 3. *Notices biographiques.*—Gay-Lusac.—*Biographies des principaux astronomes, etc.*—*Discours funéraires.* In-8.º viii-628 p. Paris, imprim. Claye; lib. Gide, Leipzig, lib. Weigel. 7 fr. 50 c.

ARAGO.—*Œuvres de François Arago, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, publiées d'après son ordre sous la direction de M. J. A. Barral.* *Mémoires scientifiques.* T. 2 In-8.º, viii-756 p. Paris, imprim. Claye; lib. Gide; Leipzig; lib. Weigel. 7 fr. 50 c.

DUSSIEUX.—*Cours classique de géographie*; par J. Dussieux, professeur d'histoire á l'École impériale militaire de Saint-Cyr, etc. *Classe de rhétorique, géographie physique et politique de la France.* 3ª partie. In-12, iv p. 287-393. Paris, imp. Raçon et Ce; lib. J. Lecoffre et Ce.

FLACHAT.—Isambard Brunel. Robert Stephenson; par Eugène Flachet. *Notices lues á la Société des ingénieurs civils.* In-8.º, 16 p. Neuilly, impr. Guirudet.

A. MONTERDE.

PARTE OFICIAL.

12 de Marzo. Real orden autorizando á D. Francisco Calvo y D. Mariano Potó, para que puedan ejecutar sobre el rio Ginea, las obras necesarias á fin de aumentar las aguas que conduce la acequia llamada de Pomar, y aprovecharlas como fuerza motriz de una fabrica de hilados y tegidos y otra de harinas que intentan construir en el término del pueblo de aquel nombre, provincia de Huesca; bajo ciertas condiciones.

12 de Marzo. Real orden concediendo á D. José Arnau y Navarro, un nuevo plazo de seis meses sobre los que se le señalaron por las Reales órdenes de 12 de mayo y 1.ª de octubre del año último, para practicar los estudios de un canal de riego derivado del rio Guadalquivir que fertilice la vega de Andújar en la provincia de Jaen.

15 de Marzo. Real orden autorizando á D. Miguel Antonio Aguirrezabala, Gerente de la Sociedad minera titulada *Los Carpetanos*, para que aproveche las aguas del arroyo llamado Gudillos, como motor de un lavadero de minerales que intenta construir en el término del Espinar, provincia de Segovia, bajo ciertas condiciones.

20 de Marzo. Real orden autorizando á D. Francisco Mestres y Pujol y compañía, vecinos de Barcelona, para que en el término de un año practique los estudios de un canal de navegacion y riego, que derivado del rio Noguera Palleresa, en el punto intermedio del derruido puente del Diablo y del paso del Caracol, fertilice el campo de Tarragona y ponga en comunicacion el puerto de Salon con la ciudad de Reus.

20 de Marzo. Real orden autorizando á D. José Alvarez Bahamonde para que en el término de un año practique los estudios de un canal de riego derivado del Guadalimar que fertilice los términos de Villacarrillo, Sabiote, Ubeda, Castellon, Santisteban y las Navas de San Juan.

20 de Marzo. Real orden autorizando á D. Esteban Campá y Fomenti y compañía para que aproveche las aguas del rio Bastareny como fuerza motriz de un molino harinero y una fabrica de Baga, provincia de Barcelona; bajo ciertas condiciones.

20 de Marzo. Real orden autorizando á D. José Gonzalez Longoria, representante de D. Juan José Chauviteau y compañía, para que aproveche las aguas del rio Quirós como fuerza motriz de una fabrica de fundicion de hierro, que intenta establecer en el concejo de aquel nombre y á las inmediaciones de los molinos llamados de Torales, en la provincia de Oviedo; bajo ciertas condiciones.

24 de Marzo. Real orden autorizando á D. Rafael de Uria, vecino de Cangas de Tineo, para que aproveche las aguas del rio Valdebeuyes como fuerza motriz de dos torjas á la catalana que intenta establecer en el sitio llamado la Vionga, término de Piñeira, concejo de Ibias, provincia de Oviedo; bajo ciertas condiciones.

25 de Marzo. Real orden concediendo una próroga de seis meses, á D. Ramon Grós Polla y Ribot, para ejecutar las obras de aprovechamiento de aguas del rio Ripoll, con arreglo á la autorizacion que le fué otorgada por Real orden de 14 de marzo de 1859, sin perjuicio de lo que se resuelva sobre la reclamacion interpuesta por D. Eusebio de Oleina y Torres, contra la referida autorizacion.

SUBASTAS.

15 de Abril. De las obras que exige la construccion de varios puentes en la carretera de Madrid á Valencia, á la entrada de la ciudad de Requena. Presupuesto, 33,870 rs. 52 céntos.