

de vista un hallazgo que puede ser de mas valor que todo lo que echamos de menos: aludimos á la primera piedra de la obra, que fácilmente puede ponerse de manifiesto cuando se acabe de allanar el sitio ocupado ahora con las ruinas y las paredes medio caidas. Esta piedra se deberá buscar en la substruccion de uno de los puntos principales de apoyo, que probablemente será bajo una de las pilastras del ábside, y se tendrá presente que la inscrip-

cion se colocaba en un paramento, añadiendo casi siempre una gran cruz en la misma cara ó en el sobre lecho. Acaso se encuentre antes la piedra de la dedicacion del templo, que se hacia á veces cuando la obra estaba á punto de salir de cimientos. El que las halle, las copie y las lea hará un servicio estimable á la historia de su pais.

EDUARDO SAAVEDRA.

MEMORIA

SOBRE LOS CAMINOS DE LA ISLA DE CUBA.

(Continuacion.)

Yo no he visto, ni sé que hoy exista algun camino de figura *cóncava*. La única noticia que tengo, es que en el siglo pasado se construyó uno en la Gran Bretaña bajo la direccion de Mr. Wilkes, y que comparado con el de distinta figura que existia antes costó menos, y duró mas. Bakewel, que era partidario decidido de estos caminos, habla tambien de otros dos, que aunque cortos, se conservaron en mejor estado que los inmediatos; y para inducir á la formacion de otros bajo el mismo plan, recomienda las ventajas, de que se tiene agua á mano para regarlos, puesto que se deposita en el centro de ellos; y de que presentan tres direcciones para los carros, á saber, una por el centro, y dos por los lados. Pero estas consideraciones tendrian lugar en aquella época, cuando todavia se ignoraba el método verdadero de construir buenos caminos. Asi es, que la misma Inglaterra donde se hicieron esos ensayos, no ha adoptado semejante construccion: y lo seria mucho menos en la isla de Cuba, porque es de advertir que los caminos cóncavos tienen la desventaja, de recoger en su centro todas las aguas que bajan de los costados, y como el curso de ellas se hace por la línea central, es preciso darles mucha solidez en esos puntos para que puedan resistir al desagüe mas ó menos rápido. Presentan tambien el inconveniente de que ó el centro está á perfecto

nivel ó tiene alguna inclinacion. Si lo primero el agua no correrá libremente, y depositándose en algunos parages, estos se descompondrán con el tráfico. Si lo segundo, el curso acelerado que adquirirán las aguas con este declive, contribuirá tambien á su descomposicion. Pero una causa todavia mas poderosa influye entre nosotros. Las lluvias de Europa no pueden compararse á las tropicales, donde cada aguacero parece un torrente asolador; y muchos de los caminos que en Inglaterra y otros paises europeos, pudieran resistir fácilmente á la fuerza de las lluvias, en nuestra isla quedarian en breve destruidos, pues las aguas que allí se deslizan blandamente por el centro de los caminos cóncavos, aqui presentarian la imágen de un rio impetuoso que arrastrando consigo aun materiales bastante sólidos, nos pondrian en la forzosa necesidad, ó de repararlos continuamente, ó de darles una consistencia mucho mayor que la que podria exigirse construyéndolos de otra manera. No hagamos pues, tentativas que puedan costarnos caro; dejemos á otros pueblos mas adelantados el cuidado de hacer nuevos ensayos; y pues que nosotros somos principiantes, limitémonos á seguir el ejemplo que nos dan los que en este ramo casi han llegado á la perfeccion á fuerza de tiempo y de dinero.

Altos por el centro y bajos por los costados,

ó sean *convexos*, hé aquí la forma que generalmente se da á los caminos, y hé aquí la que en mi concepto conviene mas á los nuestros; porque en vez de bajar las aguas por los costados al centro, corren de este hácia aquellos, y dividiéndose en dos porciones toda la cantidad que cae sobre su superficie, impiden su acumulacion en la parte central.

Varias han sido las opiniones sobre el grado de convexidad que conviene dar á los caminos. Por un error funesto se creyó en la Gran Bretaña que cuando es corta la curvatura, las aguas no podrian correr hácia los costados; y partiendo de esta suposicion, se dió á muchos caminos una convexidad difícil y aun peligrosa para el tráfico. Tan equivocado concepto se hubiera desvanecido con solo reflexionar: 1.º Que un camino muy convexo impide la prontitud de las comunicaciones, pues espone los coches á volcar. 2.º Que es muy incómodo á los viajeros por el grado de inclinacion que llevan. 3.º Que esta misma inclinacion hace gravitar la carga mucho mas de un lado que de otro, y resistiendo una de las ruedas la mayor parte del peso, no solamente se descomponen pronto los caminos, sino tambien los carros: porque supóngase que la consistencia de estos está calculada para resistir una tonelada por cada rueda; inclinado que sea el carro, parte de la carga del lado mas alto gravitará sobre la rueda inferior, y ésta, en vez de soportar solamente su tonelada, tendrá que sufrir el peso de ésta y de una parte de la otra. 4.º y último, que cuando los caminos no están bien contruidos, nada se adelanta dándoles mucha convexidad, porque abriendo surcos las ruedas de los carruages, el agua siempre se deposita en ellos.

De estas observaciones, hijas de una larga y costosa esperiencia, claramente se infiere, que un corto grado de convexidad es suficiente para lograr el perfecto desagüe de los caminos bien contruidos. Asi lo recomiendan Edgeworth, Telford y Mac Adam que son los hombres á quienes debe la Gran Bretaña la perfeccion de sus caminos; y asi lo han ejecutado los dos últimos en los contruidos bajo su direccion. Edgeworth dice, que no debe dárseles mas

curvatura que la necesaria para impedir que lleguen á ser cóncavos antes de repararlos. ¿Pero cuál es la elevacion que debe dárseles para impedir que esto suceda? Ninguna se determina: la regla pues, es muy vaga al menos para nosotros, que sin práctica en la materia no podremos acertar sino despues de alguna esperiencia. Telford se espresa en términos mas explicitos, pues quiere que la seccion general del camino forme una elipse muy plana, dando á las partes centrales muy poca curvatura, y aumentando el declive hácia los extremos de los lados. De esta manera, un camino de treinta y tres pies de ancho tendrá del centro á las estremidades laterales, nueve pulgadas de inclinacion.

Todavía Mac Adam la reduce mucho mas, pues á los caminos de treinta y tres pies de ancho, solamente ha dado tres pulgadas de declive; y por corto que parezca, la esperiencia comprueba que facilita el curso de las aguas, y los mantiene siempre secos. Y esto no solo sucede en la Gran Bretaña, sino tambien en Suecia, cuyos caminos son los mejores de Europa, siendo tan poca su convexidad que á primera vista parecen enteramente planos.

Nosotros, pues, tomando por mínimo de curvatura las tres pulgadas de Mac Adam, y por máximo las nueve de Telford en un camino de treinta y tres pies de latitud, podremos construir los nuestros, ora mas anchos, ora mas estrechos, con el grado de convexidad proporcional á la amplitud que queramos darles.

ARTÍCULO SEGUNDO.

Parte interna ó íntima estructura de los caminos.

Sin duda he llegado ya al punto mas interesante de esta Memoria, y por largo y prolijo que parezca, yo no puedo menos de esponer los diversos métodos que se han propuesto para la construccion de caminos. No me lleva, como pudiera pensarse, el ridiculo empeño de ostentar una vana erudicion: impéleme, si, la urgente necesidad de manifestar los escollos

en que cayeron nuestros predecesores y contemporáneos pudiéramos hoy caer.

Si levantamos nuestra consideracion á las épocas remotas de la antigüedad; y buscamos en ella modelos que imitar, el viejo mundo nos los presenta en los restos venerables de la soberbia Roma, y el nuevo, en el opulento imperio de los Incas. La nivelacion y solidez, la rectitud y magnificencia que ostentaban los caminos romanos, son superiores á cuantas descripciones pudiera yo hacer. Hablando de ellos Menestrier, dice que en algunos lugares encontró grandes masas compuestas de cal y pedernales del tamaño de un huevo, formando hasta la profundidad de diez y doce pies, un sólido tan duro como el mármol; y que despues de resistir á las injurias del tiempo por espacio de diez y seis siglos, apenas pueden romperse al golpe del martillo ó de otros instrumentos.

De Roma salian como centro, en ródios divergentes, once grandes vias *militares* llamadas tambien *consulares* ó *pretorias*. Segun varios pasages de algunos clásicos latinos y de Bergier en su obra, *Caminos reales del Imperio Romano*, la construccion de ellos se empezaba por abrir un foso tan ancho como la parte que se destinaba al tránsito de los carruajes y de los animales que los tiraban, y tan profundo, cuanto fuese necesario, hasta encontrar un fondo bien sólido, el que despues de nivelado, se cubria con una capa espesa de arena fina. Sobre esta se echaban generalmente cuatro capas mas de distintos materiales, llamándose la inferior *fundamento* (*statumen*); la segunda, *rueracion* (*rueratio*, *rudus*); la tercera, *nucleo* (*nucleus*); y la cuarta *superficie* ó *cubierta superior* (*summa crusta*).

El conjunto de estas cuatro capas formaba una masa de tres pies ó tres y medio de grueso. La primera, que era el *fundamento*, consistia en una capa de argamasa de casi 25 milímetros, sobre la cual se colocaban en hilera piedras planas y anchas, unidas entre sí por un mortero que adquiria gran dureza despues de seco.

La *rueracion* era una argamasa mezclada

con piedras del tamaño de un huevo ordinario de gallina, ó con otras mas pequeñas de todas formas y pedazos de tejas y ladrillos. Esta argamasa se apretaba fuertemente con pisones herrados hasta que quedase reducida al grueso de 245 milímetros.

Sobre esta capa se echaba en muchos caminos otra de cal y arena gruesa, y que despues de comprimida con un rodillo de hierro, tenia el espesor ya de 100 á 125 milímetros, ya hasta 500.

Por último, la *cubierta superior* se hacia de tres modos: 1.º Mezclando cascajo con un cemento fuerte, el cual se esparcia sobre el *nucleo* hasta formar una capa, de 150 milímetros de grueso. 2.º Cubriendo con esta capa, no el centro, sino solamente las partes laterales del camino, pues aquel se enlosaba para que los animales uncidos á los carruajes pisasen con mas comodidad. 3.º Empedrando ó enlosando todo el camino, lo que generalmente se hacia en los mas grandiosos, y en las inmediaciones de Roma. Estas piedras, de naturaleza volcánica y de suma dureza, eran unos poligonos irregulares, cuyos diámetros variaban desde uno hasta tres y mas pies, y sus lados desiguales se ajustaban tan perfectamente, que segun la espresion de Procopio, todo parecia una sola piedra, y obra mas bien de la naturaleza que del arte.

La anchura ordinaria de la calzada en los principales caminos era de trece á quince pies, y en los de segundo orden de doce y aun de ocho. Esto provino de que habiendo sido los carruajes entre los romanos mucho mas angostos que en los tiempos modernos, necesitaron de menos espacio para correr libremente. Sia embargo, hubo caminos de mayor anchura que la que acabo de indicar, pues la *via Appia* tuvo en algunas partes veinte y seis pies, y en otras hasta casi sesenta.

De los caminos del Perú, dicen los señores D. Jorge Juan y D. Antonio Ulloa, que « todos fueron fabricados por los indios gentiles con gran prolijidad, la mayor parte de los cuales han sido arruinados por el descuido de los nuevos habitantes. ¿En qué reino aun de los

• mas celebrados se han visto caminos de mas
 • de cuatrocientas leguas de largo de un piso
 • sólido, de una misma anchura, y continua-
 • mente guardados sus costados con murallas
 • ó paredes de suficiente grueso y ancho sino
 • en el Perú? Los vestigios publican todavia la
 • grandiosidad de esa obra.»

Pero ignorados hoy los métodos que siguieron los Peruanos en la construccion de sus caminos, y sin recursos nosotros para imitar los de los romanos, inútil seria que yo viniese ahora á proponerlos como modelos. Quédense, pues, en la clase de aquellos monumentos que al paso que escitan la admiracion, humillan tambien el orgullo de las naciones modernas.

Entre todas estas, Inglaterra es el pais modelo en punto á caminos, y sus mejores constructores distinguen dos operaciones: una que consiste en la preparacion del terreno que ha de servir de base, y otra en la formacion del camino propiamente dicho, ó sea en la colocacion de los materiales. Lo primero pues, que recomienda Beatson (inventor del método que voy á esponer), es que el terreno se prepare con los mismos materiales que se encuentren en él, y equivocadamente cree, segun veremos despues, que cuanto mas se acerquen á la calidad de la arcilla, tanto mejores son. Recomienda que al terreno no se dé la figura convexa de costumbre, sino la angular, cuya cresta, formada por la reunion de los vértices, quedará en el centro, siendo la inclinacion lateral de casi una pulgada en cada pie. A los costados tambien se abrirán zanjás pequeñas para que sirvan de desaguederos.

Preparado asi el terreno, se asentará con un gran rodillo de madera tirado por caballos, y que atraviese todo el camino; pero como si fuera macizo, no podria manejarse fácilmente, se ahuecará y llenará de piedras; las cuales podrán sacarse é introducirse cada vez que fuere necesario. Despues de aplanado y endurecido el terreno, se le echará una capa de arena, de cascajo menudo ó de otro cuerpo poroso á fin de que el agua pueda penetrarle.

Esta capa se estenderá á nivel por toda la anchura del camino, y se le echarán encima seis ó siete pulgadas de buen cascajo ó de piedra partida en pedazos muy pequeños. Cuando se usare de éstos, se los cubrirá con arena ó cascajo muy fino para llenar las cavidades; y por último, se asentarán todos estos materiales con un rodillo de hierro que tambien atraviese todo el camino. Beatson confiesa que este método nunca se ha practicado, y aunque hace algunos años que hizo esta confesion, yo no he leido, ni menos oido decir que se haya puesto en uso; y afortunadamente que no, porque no es dable, segun se verá mas adelante, que pueda concebirse un sistema mas contrario á la sólida construccion de los caminos.

Si el terreno es arenoso, se emparejará su superficie, rellenando las cavidades que tenga; se asentará con el cilindro de madera; se echarán despues los materiales con que ha de hacerse el camino; y se procederá en todo lo demas del modo que se ha dicho en el párrafo anterior.

Mas si el suelo es un arenal profundo, entonces se trazará la anchura del camino, y se alrará á lo largo de su centro un foso de diez y ocho ó mas pulgadas de profundidad y casi de la misma latitud. Este foso se llenará de turba ó de otras materias sólidas; pero á cada diez ó quince varas, se formarán unas zanjás laterales para que el agua derrame por ellas. Hecho esto, ya cree el autor que los materiales no se esparcirán, cuya causa es la que principalmente contribuye á la pronta descomposicion de los caminos construidos en arenales. A veces exige la forma del terreno que en lugar de abrir un foso se levanten dos paredes laterales casi tan altas como la superficie del camino; pero si los materiales han de ocupar toda la amplitud de la senda trazada, y ademas hay cercas de un lado y otro, entonces no habrá necesidad de paredes.

Cuando el terreno sea blando ó pantanoso, se procurará secarle bien; y esto se consigue abriendo zanjás profundas de ambos lados en una direccion paralela al camino, y dejándole asi, por el espacio de un año á lo menos, á fin

de que tenga tiempo de desaguar perfectamente, y de que aparezcan todas las desigualdades de nivel, producidas, ó por la distinta naturaleza de los materiales que componen el terreno, ó por la diversa profundidad del agua que le cubre. Estas cavidades se llenarán con los materiales de las partes prominentes rebajadas, ó con otras sustancias; y sobre la base así dispuesta se echará bastante turba ú otro cuerpo equivalente. Entonces se trazará la anchura del camino; cubriráse toda ella con arena ú otra sustancia porosa hasta el grueso de diez ó doce pulgadas; y esta capa se comprimirá con un gran rodillo tirado por caballos ó por hombres, si el terreno no tuviera la firmeza necesaria para resistir el peso de aquellos. De este modo, dice Beatson, se hará un camino tan sólido sobre un terreno cenagoso como sobre la base mas firme: y esta asercion no se funda en meras teorías, pues asegura haber visto convertidos por este medio en buenos caminos, varios tremedales que se tenían por intransitables.

Piensa Edgeworth, que cuando no es firme el terreno que ha de servir de base, deben echarse en él ramos de pino ó de otros palos duros; y que si pueden conseguirse piedras planas, se pondrán encima de ellos para dar mas solidez al terreno. Concluida que sea esta operacion, se echarán sobre las piedras otras de distinta figura, y de seis ó siete libras de peso; se las cubrirá hasta la altura de ocho ó diez pulgadas con otras partidas, cuyo diámetro no esceda de pulgada y media; y encima de estas se podrá echar una capa ligera de cascajo limpio y angular para que se introduzca en los intersticios de las piedras, y adquiera el camino toda la consistencia posible.

Telford recomienda que al terreno se dé una forma elíptica, y que se prepare con fragmentos de piedra de seis ú ocho onzas de peso; pero que si el suelo es arcilloso ú de otra sustancia elástica que retenga el agua, se cubra con tierra vegetal, siempre que lo permita la forma del terreno. Conviene segun él, dejar la superficie primitiva, y donde hubiese desigualdades, llenarlas con tierra vegetal hasta que

quede cortada toda comunicacion con la arcilla. Donde no es muy firme el terreno deposita una cama de piedras muy unidas, y las asienta por el lado mas ancho que será casi de cinco pulgadas. Sobre esta cama echa, conforme lo exijan las localidades, ó cascajo lavado, ó pedazos de piedra; y por último, coloca del mismo modo una segunda capa de seis pulgadas de grueso. Es de advertir, que el cascajo debe lavarse ó cernirse, para quitarle la tierra y demas cuerpos estraños que le estén adheridos; cuyas operaciones se harán en el mismo lugar donde se recoja, pues así se evita el trabajo y costo de conducir sustancias inútiles, y el de quitarlas despues de los parajes donde solo servirian de estorbo. Las piedras redondas que se encontraren en el cascajo ú otras cualesquiera de que se usare, se romperán con un martillo, cuyo peso y tamaño debe ser proporcional al de las piedras. Estas dos circunstancias y el modo de manejar este instrumento son, segun Telford, de mas importancia de lo que generalmente se cree, pues ademas de lo que influyen en la perfeccion de los caminos, dan en el producto del trabajo una diferencia de diez por ciento.

Tales son los métodos mas comunes, propuestos ó adoptados para construir los caminos, y todos ellos, salvo el último, distan mucho de la perfeccion. Ningun pais moderno ha hecho tantos esfuerzos por llegar á ella como la Gran Bretaña; pero por lo mismo, ninguno ha sentido tanto las fatales consecuencias de esas vanas teorías, y despues de gastos enormes y aun costosos sacrificios, el tiempo vino á manifestarle que era preciso abandonarlas y buscar un nuevo sistema que pudiese conciliar la economia y duracion de los caminos, con la prontitud y seguridad de las comunicaciones. Tal fué la grande empresa que acometió el célebre Mac Adam, y al cabo de treinta años de aplicacion y constancia, logró coronar sus desvelos con el éxito mas ventajoso. Espondré sencillamente todas las reglas que él establece; y ya que la esperiencia ha confirmado en aquella nacion la solidez de casi todos sus principios, yo me atrevo á

presentar los trabajos de este benemérito inglés, como un modelo digno de imitación en nuestro suelo cubano.

Si el hombre se vé en la necesidad de hacer caminos, es porque la humedad ablanda el terreno por donde transita. Pudiera este mantenerse siempre seco; entonces nunca necesitaría de composición, porque sus materiales jamás cederían al peso de los carruajes y animales. El gran objeto, pues, de la construcción de caminos consiste: primero, en secar bien el suelo natural que es el que realmente sostiene el peso del tráfico; y segundo, en conservarle siempre seco por medio de una cubierta impenetrable al agua, cuya cubierta es el camino artificial. En el conocimiento, dice Mac Adam, de las medidas necesarias para lograr estos fines estriba toda la ciencia de la construcción de caminos. Pero ¿cuáles son estas medidas? Hablemos antes de las relativas al suelo natural, y después de las pertenecientes á la cubierta, ó sea al camino artificial.

Lo primero que debe hacerse es elevar el suelo que ha de servir de base, procurando dejarle la caída suficiente para que derrame el agua por los costados, la cual, así como el terreno adyacente, deben quedar algunas pulgadas bajo del nivel del suelo destinado al camino. Esto se consigue, ó haciendo desagüaderos á los costados para rebajar el terreno; ó si no pudiesen practicarse, porque el lugar no lo permita, echando algunos materiales sobre la cama ó base del camino, hasta que quede más alta que el nivel del agua que exista en los desagüaderos. Pero como la elevación de ellas depende de las localidades, la altura del terreno se aumentará ó disminuirá según las circunstancias. Caminos hay en la Gran Bretaña que por estar espuestos á inundaciones ó grandes humedades, tienen por el espacio de dos leguas una altura de seis y medio y aun diez pies. Por tanto, si el gran objeto que se busca, es mantener siempre seco el terreno natural, nada, concluye Mac Adam, puede ser más contrario á su formación, que el abrir fosos en su centro que sirvan de depósito ó de

acueducto. Si esto es exacto, como me parece serlo, Patterson se equivoca, cuando recomienda que en los terrenos espuestos á grandes humedades ó inundaciones, se abra á lo largo del centro del camino un foso muy angosto de dos á tres pies de profundidad; que se llene de piedras hasta nivelarle con la superficie del terreno, procurando que las del fondo sean poco más ó menos de seis pulgadas de diámetro; y que de este foso central salgan también á intervalos otros construidos del mismo modo, pero en términos que el agua derrame hacia las zanjas laterales del camino.

Hay parajes donde las alcantarillas construidas para mantener secos los caminos, son de cuatro á ocho pies de profundidad, y casi tres de ancho. Formáronse, poniendo en su fondo una cama de haces de arbustos espinosos de dos pies de grueso, echando encima turba ó rastrojo, y cubriéndolos después con tierra. Estos sumideros, dice Dupin, duran veinte y cinco años.

(Se continuará.)

PROYECTOS

DE OBRAS PÚBLICAS ESTUDIADOS.

Se han terminado y presentado á la aprobación del Gobierno los ante-proyectos de las carreteras de 5.^{er} orden que espresamos á continuación.

La de Trespaderne al límite de la provincia de Alava por la Peña de Angulo, comprendida en la de Burgos y estudiada por el ayudante 1.^o D. Pedro Guinea. Esta línea que abrirá una comunicación entre los valles de Valdivieso y Tobalina con la provincia de Alava, formará además con la de Peñahorada á Oña una vía más directa de Burgos á Bilbao, evitando el árido páramo de Villalta y los inconvenientes que ofrecen á la circulación, las excesivas pendientes de la carretera actual de Bercedo. El presupuesto aproximado de las obras asciende á 1.799,428 rs., la longitud del