

rios que allí manifesto y creo deben ejecutarse cuanto antes para salvar enormes dificultades y evitar cuantiosos gastos en nuestros canales hechos y por hacer ó enlazar estos algun dia unos con otros con grandes ventajas.

¶ Pero aun quando no fuera mas que por experimentar con el debido pulso y detenimiento cuán preferibles eran los carriles á los canales en algunas provincias con respecto á la salubridad pública, celebraría en el alma que dando por supuesto que solo hubiese una igualdad perfecta de circunstancias, y que costase lo mismo un carril que un canal asi de primera construccion como de conservacion, y que se hiciesen por uno y otro los transportes con la misma equidad y celeridad (cosa que nunca sucederá), sirviese esta obrita para escitar á la construccion de un carril de hierro en alguna de las provincias meridionales. Yo estoy tan intimamente persuadido de las ventajas que llevan los carriles á los canales, sobre todo en los paises cálidos, que no me cansaré de llamar que aunque no escedieran en otra cosa á las comunicaciones por agua mas que en conservar ilesa la salud pública, debiamos apresurarnos á adoptarlos en una nacion tan despoblada y espuesta á tercianas, contagios y epidemias de calenturas, como las que en lo antiguo y en nuestros dias han desolado por desgracia la España.

El primer bien y riqueza de un reino es una poblacion robusta y numerosa, y asi todo quanto se dirija á conservarla y multiplicarla debemos promoverlo hasta el entusiasmo. Las aguas rebalsadas en los canales de esclusa en esclusa de cuatro pies (y acaso menos) de desnivel por legua, para que la navegacion ascendente sea cómoda, segun sienta Ganthey; ó con la poca corriente que en ellos deben tener, para que no se desperdicien en un suelo tan quebrado y desnivelado como el nuestro, son un vecino muy terrible para las poblaciones, porque formándose en sus márgenes y en toda la línea un foco de vapores y gases nocivos, atacan la vitalidad é infectando toda una region de calenturas rebeldes, despueblan insensiblemente los sitios mas amenos y fértiles. Esto no lo ven tan claro, porque no lo padecen, en los paises sep-

tentrionales como Inglaterra pero en los meridionales como en nuestra España no se juega impunemente con las aguas superficiales, antes bien se paga muy caro. Vemos la horrible mortandad que produce el cultivo del arroz, é inmediacion de los marjales en la parte de Levante; vemos la inestinguible epidemia de calenturas malignas que reina en los pueblos inmediatos á las marismas de Andalucia, y otros puntos en que hay aguas encharcadas: vemos lo enfermizas que son las riberas de algunos de nuestros rios que atraviesan mansamente por algunas llanuras de la Peninsula; vemos lo achacosos que se crian y lo poco que viven los habitantes próximos á lagunas, estanques, pantanos, balsas etc., vemos lo que está ya pasando á las márgenes de las pocas leguas de canales que en el dia tenemos, y vemos como se despobló Tembleque á principios de este siglo, y como se despoblaron momentáneamente, segun cuenta la historia, sobre todo muchos de Andalucia segun la famosa manuscrita del Cura de los Palacios, de resultas de avenidas, inundaciones y estancamiento de aguas; historias largas y funestas de que podria citar mil ejemplos, si me propusiera contristar los ánimos de los mas aficionados á canales y obras de agua, como lo he sido yo antes, pero lo cierto es que si un historiador medico-filosofo nos diera un resumen de la mortandad causada en cada siglo por la multitud de enfermedades debidas á la acumulacion y estancamiento de aguas superficiales, nos horrorizaríamos para siempre de tan enorme pérdida de fuerza productiva, y nos asombraríamos del influjo de las aguas con lento movimiento para viciar la atmósfera en paisés ardientes.

Sentiria á la verdad que se me enojasen por esto los canalistas, pero la amistad de Platon y de Sócrates no debe alucinarnos, y es harto evidente que la salud pública es la ley primera de todas, así como el mayor número de brazos robustos y trabajadores la riqueza principal de un estado. Antes es tener poblacion e industria rural y fabril que canales, pues estos bien poco aprovecharan atravesando provincias incultas y desiertas. Dedicuense, pues, los ingenieros á calcular y trabajar sobre carriles de hierro lo mismo que lo hacian antes en punto á canales, y el re-

sultado será igual para ellos, al paso que mucho mas ventajoso para la nacion. Los mismos conocimientos matematicos requiere casi la construccion de un carril que la de un canal, pero si por un lado se escusan los de hidraulica tambien se exigen por el otro mucho mayores de metalurgia y mecanica. Los carriles igualmente que los canales promueven la actividad del comercio en general, pero los carriles tienen ademas la inapreciable ventaja de fomentar directamente el beneficio de las minas en grande, las fundiciones de hierro que son el fundamento de casi todas las clases de industria, y la construccion de bombas y maquinas: lo que los canales, no tanto, y si mas el comercio de quina y quinina ó la medicina y farmacia.

Otra de las ventajas incalculables que producirán algun dia los carriles de hierro, es la del ahorro de bestias de carga y de tiro, por el uso económico de maquinas locomotrices á que ellos convidan, y se irán estableciendo indispensablemente. Los ingleses han calculado que teniendo hoy dia próximamente unos 500000 caballos empleados en todo género de conducciones de carros, diligencias, postas etc, les vienen á costar en cada 12 años, de principal, intereses, manutencion, pérdidas ect, 173½ millones de libras esterlinas, ó sean mas de 17000 millones de reales que harán unos 1,445 millones y pico de reales al año. Y como todo lo que conducen dichos 500000 caballos se podia conducir con menos de 10000 maquinas de vapor, si el acarreo se verificase por carriles de hierro, han demostrado que si así fuese, solo gastarian en cada 12 años de principal, intereses y combustible unos 35½ millones de libras esterlinas, ó sean 295½ millones de reales cada año, con lo que el ahorro llegaria á ascender de 13 á 14000 millones de reales en los 12 años, ó sea algo mas de 1000 millones cada año. ¿Quién puede dudar de esta demostracion, y de esta inmensa economía que llegarán á introducir con el tiempo los carriles de hierro? ¿Y quién no conoce que este crecidísimo ahorro de fuerzas y gastos, podrá emplearse entonces mucho mas utilmente en todas las labores de la agricultura y las artes, ó en otros muchos usos y faenas que no pueden suplirse con las maquinas?

En Inglaterra, que todo se calcula, todo se sujeta á reglas y medidas, ó se hace con razon suficiente, un tratado como éste de Tredgold, fundado en esperiencias y cálculos, llega á ser con el tiempo como la pauta y norma de todos los maquinistas ó grandes profesores prácticos de mecánica, de los constructores de caminos y canales, metalurgistas, fundidores, é ingenieros civiles etc, porque hallándose bien sentada la reputacion científica del autor, ahorra una multitud de tanteos costosos, y facilita extraordinariamente la fabricacion de todas y cada una de las piezas de los carriles, máquinas, carruages, ruedas, ejes y demas. Por eso, no fiándose de las esperiencias hechas con el dinamómetro, las dispuso y varió á su gusto, como se verá en su lugar: y escrupuloso y delicado hasta lo sumo, como es preciso serlo cuando se tratan materias tan importantes y sublimes, se lamenta con razon al hablar de la fuerza y propiedades de las máquinas de vapor, de que no estubiesen hechas todas las investigaciones científicas que tanto pueden interesar á los muchos que ya se valen de estos poderosos motores, pues la teoría de la expansion del vapor sobre que trabajaron á una Mr. Watt y el doctor Robison, no hace mérito alguno de las circunstancias que limitan su aplicacion en la práctica; la relacion de todas las partes de una máquina entre sí, cosa tan esencial para hacer perfecta su accion, no está establecida sobre principios fijos, sino sobre datos sacados de muchos ensayos, y nadie parece haber indagado aun las proporeiones que producirian el máximo efecto de una máquina, bajo éste ó el otro término dado; y por último que no se halla aun determinado el calor específico del vapor en sus diferentes estados, como si no mereciese este punto la atencion de los sábios ingleses, para contener siquiera las ideas exageradas que en estos últimos tiempos se han difundido sobre las ventajas del vapor á alta presion.

Una obra, pues, de esta escrupulosidad y naturaleza en que todo se llevá con tal exactitud, debe producir un doble beneficio en España, donde no estamos muy acostumbrados á ver hacer cosas de máquinas, ni de obras públicas, carruages, artefactos, muebles preciosos, ins-

trumentos útiles para las artes ect, etc, ajustados á tanta severidad de reglas y principios, sino hacerlo ó mandarlo hacer un poco á nuestra fantasía. Asi que no solo servirá de norma á sábios é inteligentes, sino tambien de modelo á otros para discurrir atinadamente en materias de mecánica, ó como un egemplo de lógica práctica para todo artista que no quiera hacer ir las cosas á ojo, sino fundadas en la razon, objeto y destino para que han de servir, y en la economía y ventajas que van á buscarse en su uso.

Desde luego habia pensado atenerme fielmente á la obra inglesa original cuando me resolví á traducirla, pero habiendo visto la version francesa hecha por Mr. Duverne, antiguo oficial de marina, la cual me pareció muy correcta, traté de cotejarlas ante todas cosas, y asegurado de su fidelidad, me he gobernado por esta, á causa de que Duverne vi que me aliviaba mucho el trabajo dándome reducidas al sistema métrico las innumerables citas de medidas inglesas que á cada paso se encuentran en la obra; y como el sistema métrico es el mas sábio, el mas cómodo para todas las subdivisiones, y el que se vá por necesidad generalizando en la práctica de artes y ciencias, he preferido conservar su correspondencia con el de pesos y medidas de Inglaterra, sin sobrecargarle con la correspondencia continua de las de España, para no fastidiar á los lectores. Los sábios no necesitan esta pesadéz y machaquería: y los demas, siendo ya el métro tan conocido en todas las naciones cultas, y viendo aq i á continuacion la correspondencia de sus principales medidas y derivaciones, cualquiera puede hacer la reduccion de aquellas que necesite al *paso que se le ofrezcan*.

— La unidad lineal que se adoptó por los sábios, como base fundamental del sistema métrico, fue la diez milonésima parte de los 90 grados ó distancias que hay desde el Ecuador al polo Norte, calculada en el meridiano que pasa por Paris, y se llamó *métro* de la palabra griega que significa medida, cuya longitud es igual á 43 pulgadas y 8 décimas de línea del pie español.

Siguiendo la division decimal, se dividió el métro en 10 partes iguales, llamándolas *decímetros*, cada decíme-

tro en otras 10 llamadas *centímetros*, y cada centímetro en otras 10 llamadas *milímetros*.

Por el mismo orden, cada decena de metros, se llamó *decámetro*; cada centena de metros *hectómetro*; cada millar de metros, *kilómetro*; y cada decena de millar de metros, *miriámetro*, de las voces griegas que significan lo dicho.

Para unidad de las medidas de volumen y capacidad, se eligió un cubo que tiene por lado un *decímetro*, el cual se llamó *litro*, y se siguió la propia división.

Para unidad de peso, se escogió la llamada *grama* que equivale al peso de la cantidad de agua pura contenida en un *centímetro* cúbico. Y por el mismo estilo, la unidad monetaria que se llamó *franco*, y pesa 5 gramas, se dividió en décimas y centésimas partes ect.

Medidas y pesos métricos mas necesarios para la inteligencia y cálculos de esta obra, reducidos á los castellanos.

Miriámetro = diez mil metros = 11963,07 varas castellanas: poco menos de $1\frac{1}{2}$ legua española.

Kilómetro = mil metros = 1196,307 varas id.: algo mas de un medio cuarto de legua.

Hectómetro = cien metros = 119,6307 varas id. = 119 varas, 1 pie 10 pulgadas. 8 líneas castellanas.

Decámetro = diez metros = 11,963 varas id. = 11 varas, 2 pies 10 pulgadas 8 líneas id.

Méto: unidad lineal = 1,196307 varas id. = 3 pies 7 pulgadas, 0,805 líneas.

Decímetro = decima parte de méto = 4,3067 pulgadas, = 4 pulg. 3,6805 líneas.

Centímetro = centésima parte de méto = 5,168 líneas, = 5 lin. 2,02 puntos.

Milímetro = milésima parte de méto = 0,5168 de línea, = 6,202 puntos, ó muy poco mas de $\frac{1}{4}$ línea.

Miriagrama = diez mil gramas = 21,73474 libras castellanas = 21 libras 11 onzas, 12 adarmes, 3 granos.

Kilógrama = mil gramas = 2,173474 lib. id. = 2 lib. 2 onzas 12 adarmes, 14 granos, 0,7 de grano.

Hectógrama = cien gramas = 3,477558 onzas castellanas =
3. onzas, 7 adarmes, 25 granos, 0,07 de grano.

Decágrama = diez gramas = 3,564 adarmes = 3 adarmes 20
granos, 0,307 de grano.

Gramas: unidad de peso = 20, ó 031 granos.

Decígrama = décima parte de grama = 2,003 de grano.

Centígrama = centésima parte de grama = 0,2003 de grano.

Milígrama = milésima parte de grama = 0,02003 de grano.

El Hectolitro, medida de áridos = cien litros = 1,79909 fanegas castellanas.

El pie inglés = 1,0938951 pies españoles. La yarda tiene 3
pies ingleses.

La milla inglesa = 0,28885: de la legua española tiene
5280 pies ingleses.

La tonelada inglesa = 20 quintales de á 112 libras de las
d' avoir du poids

El quintal inglés = 110,3824 libras castellanas.

La libra inglesa *d' avoir du poids* = 0,98556 de la libra
castellana.

La libra esterlina, moneda imaginaria de Inglaterra: tie-
ne 20 chelines, y corresponde á 98 reales 29,52 mara-
vedises de vellon.

El chelin tiene 12 peniques, y cada penique 4 farthings.

Un chelin, equivale á 4 rs. 16,776 maravedises vellon.

Un penique equivale á 12,731 maravedises.

Un farthing á 3,182 maravedises vellon.

NOTA.

El autor se propuso reducir todas las medidas y pesos á las de Castilla; pero viendo lo engorrosa que se iba á hacer la lectura de la obra con tanto guarismo y paréntesis de correspondencias numéricas, y el ímprobo trabajo que esto traía á la Imprenta misma exponiendo á continuas equivocaciones, determinó omitir toda reducción al tiempo de tener que ausentarse de esta capital, y poner solo al principio, en obsequio de los pocos lectores que no estuviesen versados en el sistema métrico, una tabla sencilla de las unidades principales de él, con sus correspondencias á los pesos y medidas de Castilla.

Así lo encargó; mas sin embargo, quedaron las mas en los primeros capítulos por no haberse tachado en el original. Los sábios verdaderamente no necesitan de lo uno, ni de lo otro; pero los demas bastante tendrán con la referida tabla para saber las líneas, pulgadas, libras, arrobas etc., correspondientes á cada caso que les interese averiguar, ó poner en egecucion.

CAMINOS DE HIERRO.

CAPITULO PRIMERO.

De los caminos de carriles de hierro, de las comunicaciones interiores de un país en general, y de las de hierro de Inglaterra en particular.

1.º *Caminos con carriles de hierro.* La construcción de un camino con carriles de hierro ú otra materia tiene por objeto el formar superficies duras, lisas y de mucha duración, sobre las cuales puedan rodar fácilmente las ruedas de los carruages. Redúcense estas superficies á unos barrotes ó carriles de hierro levantados á cierta altura del suelo, colocados paralelamente y separados por un camino cubierto de guijo ó cascajo menudo, para que las caballerías de tiro puedan caminar y trabajar con holgura, mientras los carros ruedan sobre superficies sólidas y lisas. Las ruedas de los carros contruidos para andar por estos caminos se mantienen sobre los barrotes por medio de unos bordes que las obligan á dirigirse siempre por ellos, siendo su llanta ó circunferencia tambien de hierro, y bien igual todo al rededor. Véase en la estampa 1.ª, fig. 1.ª, un trozo de camino de carril doble con unos carros cargados, que se supone descubierta un poco por ún lado para que se perciba mejor el modo de construirlos.

Al ver con qué facilidad puede ponerse en movimiento el carro mas pesado sobre un camino de esta suerte, es muy de admirar como no se ha generalizado mas un medio de conducción tan sencillo, tan resistente y tan económico. No es nueva, por cierto, la idea de hacer rodar los carruages sobre superficies tersas, pero las caballerías no tiran por ellas con facilidad, pues se escurren sin hacer hincapie. Por eso en Florencia la parte del embosado por donde van las ruedas es de mármol duro y terso, y la otra sobre que marchan las caballerías es de piedra ordinaria.

Largo tiempo há ya que en Inglaterra se supo sacar un buen partido del uso de los carriles de madera para que las ruedas de los carros rodasen siempre por ellos; mas al cabo se vino á echar mano del hierro colado que es sin disputa mas ventajoso, por ser materia mas dura y consistente que el mármol de que se han valido los italianos.

Con el hierro se logra una superficie dura, igual, tersa, cuyo costo es comparativamente de corta consideracion, y en la cual apenas halla la fuerza motriz otra resistencia que vencer mas que el frotamiento del eje. Un carro rodando sobre una superficie de hierro es muy parecido á un cuerpo cualquiera que se hace correr por encima de un cristal: es bien sabido que con la mas mínima fuerza se le da una extraordinaria velocidad, y aun cuando la tersura del cristal lleve ventaja á la lisura del hierro, el uso de las ruedas la compensa muy bien. El efecto de la resistencia del aire y la ley del aumento de fraccion son iguales en ambos casos. Ya hace años que el Dr. Young vislumbró las grandes ventajas de los caminos de hierro cuando en su obra impresa en 1807, dijo que si los caminos se enlosasen con hierro se harian viajes mucho mas espeditos, porque entonces no habria que vencer otra resistencia mas que la del aire, y se podria aumentar indefinidamente la velocidad.

Un camino de hierro tiene toda la seguridad de una calzada ó camino real, y ofrece una economía de siete octavos en la fuerza motriz, porque un caballo solo produce en un camino de esta especie otro tanto efecto como ocho caballos en un camino ordinario. Cuando el efecto medio producido por una fuerza dada no pasa de cosa de tres millas por hora (4800 metros) un camino de hierro viene á ser como el término medio entre una calzada y un canal; pero si se trata de que los acarreos se hagan con mayor celeridad, un camino de hierro nos dará un efecto igual y aun superior al de un canal.

La certeza y pronta espedicion son de tanta importancia en el comercio, que un leve aumento de gasto no merece tomarse en consideracion. La seguridad del abastecimiento de los mercados debe llegar con el tiempo á disminuir la alza y baja de precios, y hacer cesar las alternativas de superabundancia y escasez que se experimentan continuamente de resultados de vientos contrarios, avenidas, malos caminos, malos tiempos etc. etc. Todo lo que se dirige á asegurar el transporte de frutos y mercancías, debe abaratarlos para el consumidor, porque en teniendo esta seguridad, ni se necesitan tantos capitales para acopio de provisiones ni tantos almacenes para conservarlos. Con

un buen sistema de acarreos, al punto que se hagan pedidos extraordinarios, todos los capitales de un país pueden ocuparse al momento. Y aun es de creer que á medida que se aumente la facilidad y seguridad de las comunicaciones cesen tambien en parte los motivos que hoy mueven á la poblacion, á acumularse en las capitales y grandes ciudades.

Este género de observaciones tienen principalmente relacion con el estado actual del comercio de Inglaterra, porque su vasta estension, y los medios de economizar toda clase de gastos son alli de suma importancia. Los ingleses se consideran siempre como rivales de las demas naciones en esta parte, y asi todo lo que pueda contribuir á abastecer sus propios mercados y los del extranjero á precios mas cómodos, y de géneros de superior calidad, llama mucho su atencion porque conduce necesariamente al aumento de su prosperidad y riqueza nacional.

2.º *Ventajas de las comunicaciones interiores.* La mejora de los medios de comunicarse en el interior no puede menos de producir muchos beneficios á un país, facilitando el acceso á los mercados á los productos de la agricultura de aquellos territorios mas favorecidos del cielo, é igualando asi en cierto modo la distribucion de estos productos. En todo país de gran estension debe haber por precision una diferencia muy notable en la naturaleza de los terrenos, y es muy poco probable que las mejores tierras sean tambien las mejor situadas para poderse vender bien sus productos sin el auxilio de medios artificiales para conducirlos á los puntos en que tengan toda su estimacion; y por lo tanto es evidente que á no recurrir á algun modo fácil de transporte, se harán los acopios de frutos á mucho mayor coste, de terrenos de calidad inferior, ó quizás de tierras cuyo cultivo exija mayores capitales sin que saque por eso mas productos, y sin que tenga ni aun tanta seguridad de sacar los necesarios para reembolsarse de las anticipaciones hechas y del interés regular de su dinero.

Ademas de la ventaja de hacer extensivos los productos de los territorios fértiles á todas las partes de una nacion, y eso á precios equitativos, tiene tambien otra un modo de transporte asi, económico y regular, que es la de abrir nuevas salidas á otros muchos artículos, pues crea nuevos manantiales de cambios y consumos, promueve y estiende el trabajo y la industria, y auyenta la indolencia y pereza que se arraigan tan fácilmente por donde quiera, cuando el pueblo por carecer de estos recursos, no conoce ni puede disfrutar de otras cosas mas que las de primera necesidad. Los acarreos ordinarios por tier-

ra hacen subir de tal manera los precios de todos los frutos y objetos pesados ó voluminosos, que los habitantes de los pueblos del interior se ven obligados á contentarse con aquello que su tierra propia les suministra. En unos parajes escasea el combustible, en otros los materiales de construcción, y así por este orden otros artículos, de que resulta el abatimiento é indiferencia que notamos en varios países.

No hay duda que la construcción de carreteras, canales y caminos de hierro es cosa de mucho gasto; pero también es cierto que sabiendo dirigir los trabajos como es debido, se logra dar ocupación á las clases más infelices y se reparten oportunamente verdaderos socorros entre los pueblos que luego han de sacar infinitas ventajas de estos medios de comunicación. La mayor parte de las faenas que exige la construcción de un camino de hierro pueden hacerse con utilidad á destajo y ocupar así toda clase de operarios.

3.º *Caminos de los romanos.* Se consideraba por de tan alta importancia la construcción de buenos caminos públicos entre los antiguos romanos, que todas las ciudades principales de su vasto imperio estaban en comunicación mediante una multitud de caminos mucho mejores que los que se han construido después, y aun todavía más costosos que nuestros mejores caminos de hierro. Hacíanlos con tanta solidez que quince siglos de abandono no han podido acabar con ellos. Las provincias más distantes tenían así en todo tiempo fácil comunicación entre sí, y con toda la celeridad necesaria cuando las circunstancias lo requerían. Seguían casi en línea recta de una ciudad á otra, y todos los obstáculos naturales de ríos, montes, lagunas, pantanos, todo se superaba á fuerza de arte y trabajo, por lo que siempre han merecido la admiración universal. En las grandes llanuras iba el camino elevado por terraplen como señoreándose del país; y se componía de varias capas de piedra y cascajo unidas por medio de una mezcla excelente. La superficie se empedraba generalmente con piedra regular; pero en las inmediaciones de Roma con mármoles, y en algunas partes con trozos de lava dura, cortados en forma de polígonos irregulares, pero tan justamente unidos, que Paladio creía que debieron servirse de patrones de plomo para tomar los ángulos y contornos y acomodarlos con tal exactitud. En los terrenos montuosos iban alternativamente, ya abiertos á pico en las rocas, y ya levantados en las hondonadas para guardar su nivel ó llevar un descenso suave y uniforme según mejor les convenía. Si el piso no les parecía bastante sólido lo ma-

zizaban con obra de cal y canto, sosteniendo el camino con murallones por ambos lados, ó elevándole sobre arcos y machones.

Los caminos de los romanos eran mucho mas estrechos que los nuestros, pues el ancho de la calzada para los carruages era de ocho pies romanos (menos de $2\frac{1}{2}$ metros); mas tambien sus carros eran menos anchos, pues la distancia de rueda á rueda no era mas que de unos diez y medio decímetros. El empedrado de sus grandes vias militares era mas ancho, pues tenia cerca de seis metros, con un sendero á cada banda no empedrado, separado del camino por un andén, de modo que el ancho total de las principales vias militares no bajaba de 14 á 15 varas.

Eran 29 las vias militares que salian de Roma, como la Appia, la Aurelia, la Flaminia etc., algunas de las cuales llegaban hasta los confines del imperio, y el conjunto de todas componian el número de 52,964 millas romanas, que hacen unas 150500 leguas de 25 al grado.

Sin embargo, en Roma la construccion de los caminos era un negocio puramente político, y en Inglaterra interesa mas bien al comercio, ofreciéndole un sistema de comunicaciones seguras y rápidas para la venta ó cambio de sus frutos y géneros; y como es muy justo hacer que todos los individuos de un mismo estado gozen en cuanto sea dable de las mismas facilidades para el tráfico, es claro que deben fomentarse todos los medios de comunicacion interior, prefiriendo aquellos puntos que ó por los productos de su agricultura, ó los de sus minas ó fábricas, brindan con mayores utilidades.

4.º *Comparacion de las ventajas de las carreteras, canales y caminos de hierro.* Hasta aqui han sido los canales el único medio empleado para facilitar el comercio interior, y en verdad que tratándose de llevar géneros muy pesados, ofrecen tantas ventajas que nadie habia pensado valerse de otros medios para este objeto hasta hace muy pocos años; pero en el dia de hoy los caminos de hierro han llamado mucho la atencion de las gentes, y por lo mismo se publica esta obra con el fin de dar á conocer su construccion, su uso y medios que convendria adoptar para mejorarlos.

Los caminos de carriles que han pintado hasta aqui mejor han sido los de las minas destinados á llevar sus productos en cantidades muy considerables y á ciertas y determinadas distancias. Los demas que se han ensayado para las atenciones generales del comercio, sino han correspondido enteramente á las

esperanzas de los que les han establecido, parece haber sido por atenerse demasiado materialmente á los modelos de los de las minas que de ninguna manera convenian al objeto general del comercio.

Si nos proponemos comparar ahora los caminos de hierro con los canales y carreteras ordinarias, desde luego se echa de ver que cada método tiene sus particularidades, como sucede á cualquier otra cosa, y por lo mismo lo que importa conocer bien son estas particularidades, lo que trataremos de hacer aquí con la posible concision para compararlas mejor.

Ante todas cosas debemos sentar que en cada modo de comunicacion ha de procurarse combinar la economía con la prontitud, la seguridad y certeza con la comodidad. Tambien es preciso atender á aquello que exige especialmente cada género de comunicacion.

Un canal necesita agua y es indispensable saber que cantidad necesita y cuanta consume: no admite variaciones de nivel muy notables, y las esclusas y detenciones que estas originan ocasionan gastos bastante grandes. La navegacion de un canal está espuesta á frecuentes interrupciones, ya por los hielos, ya por las avenidas, composiciones etc., y en toda especie de comercio, semejantes interrupciones acarrean graves inconvenientes, y á veces averías, yerros de cuenta y pérdidas. Los canales perjudican tambien al derecho que muchos puedan tener al curso y aprovechamiento de las aguas, ó al desecamiento de los terrenos, causando á las propiedades que atraviesan un daño infinitamente mayor que si se tomase la parte que ocupan. Los gastos de construccion de un canal esceden á los de un camino de hierro, y lo mismo los de las reparaciones anuales, dependiendo la diferencia de la naturaleza del terreno. En un país á propósito para canales, la diferencia del primer costo es mas que compensada por el mayor efecto que produce un motor cualquiera sobre el canal que sobre el camino de hierro, con tal que la velocidad no sea mucho mas de legua por hora.

Mas como la resistencia de los cuerpos que se mueven en un fluido vaya aumentando en razon del cuadrado de las velocidades, y por otra parte se deterioren mucho los márgenes de un canal con la demasiada rapidez del agua, los barcos que navegan por ellos apenas pueden salir de la marcha regular, cuando en los caminos de hierro por el contrario se puede lograr con menos esfuerzo mucha mayor velocidad, aun sirviéndose de caballerías.

Un camino de hierro tiene mas analogia con una carretera que con un canal, asi por su construccion como por su servicio. Se diferencia de la carretera en exigir ser hecho á nivel ó con un declive suave, subiendo y bajando por medio de planos inclinados en lugar de aquellas ondulaciones irregulares que se ven en los caminos reales. La necesidad de estas nivelaciones es lo que hace mas costoso un camino de hierro que una carretera; pues el gasto de un camino de hierro puede ser á veces menor que el de una buena carretera por el mismo parage, siendo tambien el interés de la mayor cantidad de capital que costará el camino de hierro, menor que lo que habrá que gastar de mas cada año para conservar en buen estado la carretera. Pero para eso un caballo llevará por un camino de hierro ocho tantos mas que por una carretera, suponiendo que vayan al mismo paso, y es posible que esta disminucion de gastos de porte produzca en lo sucesivo un aumento proporcionado, ó sea ocho veces mayor cantidad en el tráfico del país.

Cuando las cargas que se han de conducir por un camino de hierro no han de ser iguales á la ida y á la vuelta, convenirá que la direccion de la parte adonde han de afluir las mercancías se halle sobre un plano inclinado; y como en el capítulo 3.º daremos las proporciones que mas convienen al declive que debe tener, nos contentaremos con observar aqui que las mas de las veces hay mucha ventaja en no llegar al parage en que se va á cargar sino por una larga subida; cosa que no puede verificarse en un canal que ha de estar todo á nivel. Las subidas y bajadas por planos inclinados se verifican mas pronto que por las esclusas, sin tener límite en punto á la variacion de nivel.

Pero la mayor ventaja de un camino de hierro consiste en poder transportar las mercancías mas pesadas con diligencia y certeza, pues aun cuando no fuese mas que la de poderlas conducir dos veces mas pronto que por agua se hallará en ello una ganancia muy considerable. Y si se atiende á que la construccion de los caminos de hierro no se halla todavia perfeccionada al paso que hace mas de un siglo que todos nuestros ingenieros se han dedicado con todas sus luces á mejorar la de los canales, desde luego se verá que podemos esperar muchos adelantamientos, y aun preveer sin temor de equivocarnos, que los caminos de hierro harán en lo sucesivo al público diez veces mas servicios que los mismos canales.

5.º *Caminos de carriles en Inglaterra.* El primer camino de esta especie fue construido en la inmediacion de Newcastle

sobre el río Tyne por los años de 1680. Se reducía á trozos de madera sentados sobre tablones, cuales se ven algunos todavía cerca del Tyne, pero se abandonó generaimente la madera para este fin y se remplazó con el hierro. Una multitud de caminos se dirijen por ambos lados del río hácia los diferentes sitios de aquellas minas de carbon con una infinidad de ramales, y todos son ya de este metal. Hay tambien varios planos inclinados por los cuales suben los carros mediante bombas de vapor fijas. Los carriles de hierro son de los llamados estrechos, y segun lo que se ha experimentado pueden llevarse por un camino de esta especie cosa de 14 @ (170 kilog.) con una fuerza de 2 libras (1 kilog.), ó lo que es lo mismo, un caballo puede llevar un peso de unas 890 @ (11500 kilog) al paso de (4 kilomet.) mas de 4700 varas ó sea de $\frac{2}{3}$ de legua por hora.

Los caminos de hierro que sirven para llevar el carbon de estas minas hasta el río Wear en Sunderland son de la misma especie, y algunos tienen cerca de tres leguas: los carros son como los de las minas de Newcastle.

Uno de los principales caminos de hierro es el de Hetton que tiene 7 millas inglesas (mas de 120 metros). Una máquina loco-motriz de alta presion que la gente llama el *caballo de hierro*, es la que conduce de 13 á 17 carretones cargados de carbon, todos arreatados como se ve en la fig. 2.^a est. 1.^a Todo el tren de carros cargados podrá pesar sobre 5200 @ (65000 kilog.) y de vacío unas 1500 (18800). El desnivel total desde la mina á los sitios de descarga es de unas 300 varas (248 metros), una parte del cual se baja por planos inclinados, y lo restante por un declive suave y regular de cosa de 2 líneas por vara (3 milímetros por metro).

Las barras que forman los carriles son de la especie que llaman de borde, cuales se ven en las figs. 3, 4, 5 y 6. Su mayor longitud es de unas 51 pulgadas (119 centímetros) y el ancho de la cara de arriba de cosa de $2\frac{1}{2}$ pulgadas (63 á 64 milim.). Para colocarlas se entallan los cabos de las unas en los de las otras. En los parages que el camino va de nivel, cada barrote pesa unas 54 libras (27,7 kilog.); pero habiéndose advertido que dichas barras parecian débiles para los puntos de curvatura se hacen de unas 64 (32,7 kilog.). En algunos parages contiguos á los puntos de descarga se ven trozos de camino hechos con hierro forjado, con las barras de los carriles de mas de 16 pies ($4\frac{1}{2}$ metr.) de largo sobre bases ó apoyos apartados uno de otro, mas de 40 pulgadas (91 centimetr.) (véanse las figuras 9 y 19). Su grueso por el medio es de unas 4

pulgadas (89 mil.) y su ancho por arriba de $2\frac{1}{2}$ (57 mil.) El peso de cada vara de dichas barras, viene á ser de 1 @ (14 kilógr.).

Las ruedas de los carros que llevan el carbon tienen unas 38 pulgadas de diámetro (89 cent.) con 10 rayos; y pesan sobre 11 @ (140 kilog.). Los ejes tienen 3 pulgadas (6 mil.) y líneas de diámetro, y dan vuelta sobre anillos ó bujes fijos.

El peso de la máquina es de unas 640 @ (8000 kilog.) (véase la fig. 2.) Consta de una caldera de unas 50 pulgadas (12 decim.) de diámetro, con su hornillo dentro de ella. El humo escapa por un tubo de unas 5 varas (4 met.) de alto, siendo la parte de abajo de una chapa ó palastro mas grueso que la de arriba: tiene dos cilindros que trabajan alternativamente, y el diámetro de sus émbolos es de unas 10 pulgadas (228 mil.). Corren el espacio de unas 26 pulgadas (60 cent.) y dan 45 golpes dobles por minuto. El vapor pasa á los cilindros por medio de válvulas de corredera que mueven unas ruedas escéntricas colocadas sobre el eje del carro que lleva la máquina. La presion del vapor en la caldera es de 6 á 8 libras (3 á 4 kilog. por 1 décim.) ó cada 4 pulgadas en cuadro.

Las ruedas del carro de la máquina tienen unas 42 pulgadas (975 mil.) de diámetro con 12 rayos, y pesan sobre 15 @ (190 kilog.). El diámetro de los ejes es de 4 pulgadas (89 mil.) y estan sujetos uno con otro mediante una cadena sin fin que hace mover una rueda colocada sobre cada eje, de manera que ambos ejes dan uniformemente sus vueltas y con un movimiento igual. La caldera va sostenida sobre el carro por medio de 4 émbolos flotantes que hacen el efecto de muelles, igualando la presion egércida sobre las ruedas, y suavizando el traqueteo del carro. Cada émbolo flotante va guarnecido como el de una máquina de vapor, y lleva su tronco ó barra corta de $1\frac{1}{2}$ pulgada (38 mil.) de diámetro, la cual se apoya sobre el anillo de cobre ó buje en que voltea el eje. El agua de la caldera oprime la cara superior del émbolo, y cualquiera que sea la elevacion ó posicion de la rueda, la presion sobre el émbolo es con corta diferencia la misma.

La idea ingeniosa de emplear estos émbolos en vez de muelles fue de los Señores Loch y Stephenson de Newcastle que obtuvieron por ellos su patente en 1816. Los demas pormenores se pueden ver en la esplicacion de la estampa. El carbon y agua necesarios para el servicio de la máquina van en un carrillo agregado al de la máquina y que sirve para alijarla. El tonel en que va el agua puede caber cosa de 10 @ (230 á 240 litr.)

y se va surtiendo ó rellenando con el agua caliente que se toma de las calderas que hay en varias paradas establecidas de distancia en distancia á lo largo del camino.

Todo el tren de carros es puesto en movimiento por una sola máquina, y marcha con una velocidad de legua por hora. Por lo que hace á las minas, como el gasto de combustible que consume una máquina es una friolera en comparacion del que cuestan las caballerías, es un método este verdaderamente económico. Asegúrase que las máquinas son reconocidas todas las semanas. El carro que las lleva puede ser dirigido muy fácilmente, y lo mismo sirve para arrastrar en pos de si todo el tren, que para empujarle hácia delante segun acomode. El movimiento del conjunto de carros es no menos curioso que admirable.

La inmensa ventaja que sacaban las minas de los condados de Durhan y Northumberland del establecimiento de caminos de carriles, aun de madera, movió bien pronto á imitarles á los de Whitehaven en el Cumberland, donde se multiplicaron muchísimo, pero al cabo el hierro colado fue remplazando á la madera por todas partes. De aqui se estendió el uso de dichos caminos á los condados de York y de Derby, al pais de Gales y á Escocia. Smeaton citaba por los años de 1779 un camino de carriles del condado de York para conducir el carbon á los rios navegables, como el primer establecimiento de esta especie que habia llegado á su noticia.

Camino de hierro del Condado de Surrey. Este empieza de la orilla meridional del Tamesis cerca de Wandsworth y tiene cerca de 18 millas inglesas hasta Merstham Su desnivel no llega á media pulgada (8 mil.) por vara en ninguna parte. Es de dobles carriles y de los planos que tienen mas de 4 pulgadas de ancho (1 decim.) por 25 mil. de grueso; el borde que sujeta las ruedas en el carril tiene mas de 3 pulgadas de alto (76 mil.), y su ancho media pulgada (12 mil.). Los carriles estan muy arañados por el frotamiento de las ruedas sobre la arena y barro que cae en ellos. El peso de los carros es de unos 20 quintales (1000 kilog.) y pueden llevar sus 240 @ (3 tonel.).

Quando se estrenó la parte meridional en 1805, 12 carros cargados de piedra con el peso de mas de 3000 @ (38 tonel.) y conducidos por un solo caballo, anduvieron sin dificultad alguna 6 millas inglesas (9600 met.) en una hora y cuarenta y un minutos, subiendo una parte por cada 120. Segun los experimentos de Palmer una fuerza de 2 libras (1 kilog.) debe

Llevar 120 (60 kilog.) en la parte de camino que está á nivel á razon de $2\frac{1}{2}$ millas inglesas por hora, ó un caballo $\frac{3}{20}$ @ (mas de 4000 kilog.). En otro capitulo compararemos estos resultados: ahora baste saber que en este camino cada carro va tirado por su caballo.

Siendo, pues, este camino de Surrey uno de los pocos que se han tratado de establecer á beneficio general del comercio, merece que indagemos las causas que pueden haberle impedido tener todo aquel éxito necesario para escitar á emprender otros del mismo género. Pueden achacarse en parte á la naturaleza misma del camino, porque el efecto que produce está muy distante de llegar al que se logra en los caminos de la primera especie, al paso que es tambien dispendioso, y los carros pesados y la carga poco considerable, ademas de que como los carros no salen de su carril, lo que obliga á cargar segunda vez los géneros transportados para que puedan llegar á su destino, resulta que las utilidades no equivalen al aumento de costos.

El destino de los caminos de hierro, bien así como el de los canales, debe ser siempre el de conducir las mercancías ó producciones de un depósito á otro, pues su distribución por menor debe verificarse luego por otros medios. Bajo de esta inteligencia es probable que cuando las distancias entre ambos puntos estan muy próximas no prueben bien como medios generales de comunicacion. Siempre que hay que llevar de un punto á otro una gran cantidad de efectos es mal cálculo repartirlos en pequeños cargamentos: vale mas servirse de carros grandes en que puedan cargarse el mayor número de arrobas de ellos. Entonces el enfiar y descargar, se hace con mas facilidad y se pierde menos de vista la hacienda. Nada impide construir un carro capaz de llevar una carga enorme poniéndole 6 ú 8 ruedas á fin de que el esfuerzo de cada rueda sobre el carril no sea mayor que lo que deba. Para el transporte de los minerales, como que no son cosas que se enfiaren convienen mas bien los carros pequeños porque se descargan al momento. La farderia pesada y voluminosa se acomoda muy mal en carrillos así, que á veces se llenan del todo sin hacer la carga correspondiente. Los carros para un camino de hierro destinado al comercio general deben ser lo mas grande que sea posible, y con montarlos sobre seis ruedas se escusa el que levante mucho la carga.

Las minas de carbon que se benefician cerca de Leeds y de Wakefield comunican con los canales por un gran número de caminos de hierro, y la misma ciudad de Leeds recibe su pro-

vision de carbon de las minas de Midleton por un camino de estos en que van tirados los carros por una máquina de vapor. Se diferencian los carros de los de Newcastle y Sunderland en que en vez de hacer depender la disminucion de velocidad, del frotamiento de las ruedas del carro que lleva la máquina las barras que forman el suelo del carril tienen sus muescas en las cuales encajan los dientes de las ruedas que mueve la máquina y trabajan como ruedas dentadas. Esta especie de carro para la máquina fue ideado por Mr. Blenkinsop que hizo su ensayo en 1811. La caldera va en un carro de cuatro ruedas sin dientes y se apoya inmediatamente sobre los ejes: la máquina es de alta presion y con dos cilindros. Dos ruedas dentadas comunican el movimiento que reciben á las de los carros que encajan en las muescas del carril, mediante otra de dientes que está sobre el mismo eje. Una máquina de estas remolcando un tren de 30 carros de hornaguera, que pesaban entre todas unas 7900 á 80 @ (90 tonel.) ha andado cerca de $3\frac{1}{4}$ millas inglesas ó $1\frac{1}{2}$ legua por hora.

Quando se emplea este sistema de ruedas dentadas, bien puede llevarse un tren de carros sobre un camino de hierro mas costanero que cuando se verifica la reaccion por solo el frotamiento de las ruedas sobre el carril, pero todo tiene su término, y aun con dientes y todo la inclinacion del camino no puede ser muy grande sin riesgo, pero en otro capítulo hablaremos de eso.

Camino de Dewsbury y Bristol. El objeto de este es el acarreo de carbones desde las minas de Bristol hasta los embarcaderos del Calder y el Hebble, tiene 3 millas inglesas y se concluyó en 1805.

Otros caminos. El canal llamado *Ashby de la Zouch* que se abrió en 1805 va á parar á un camino de hierro de $3\frac{1}{2}$ mill. que toca en las canteras de piedra calar de Ticknall en el Derbyshire, á otro de 5 millas que viene de las minas de carbon de Measham, y á otro de $6\frac{1}{2}$ que sube á las canteras de piedra calar de Cloudhill.

El canal de Derby se comunica tambien con varios caminos de hierro que van á las minas de carbon de Horseley por una línea de 4 millas y á los molinos de Smalley por otra de $1\frac{1}{2}$.

Otros parten de los canales de Cronford y Erewash, con una subida de 200 y mas pies (56 met.), y otro de $2\frac{1}{2}$ millas pone en contacto el canal del bosque de Charnwood con los barcos del rio Soar.

El camino de hierro que va de Chapel-Milton á Load-Knowl tiene 6 millas de largo hasta las canteras de piedra calar. Sube por un plano inclinado de unas 202 (169 met.) varas de largo con un desnivel de 14 varas (62 met.). Le hizo el ingeniero Benj. Outram.

El canal de Lancaster tiene un camino de hierro que atraviesa el valle de la Ribble hasta lo alto del lado opuesto por espacio de 3½ millas. En cada banda del valle corre por un plano inclinado cuya diferencia de nivel es de 240 pies (67 metros).

Otro camino de hierro parte del rio Wye, y va á Lydney sobre el Saverne con un ramal á Monmouth. Y otro de 5 millas va desde el Saverne á las minas de carbon.

Las ventajas particulares de los caminos de hierro en las grandes variaciones de nivel no se echan de ver en ninguna parte tan bien como en los planos inclinados del canal del Shropshire. Debiendo atravesar este canal un pais en que las diferencias de nivel eran grandes y repentinas, se juzgó conveniente valerse de planos inclinados para transportar los barcos de un nivel á otro. El primer plano tiene unas 379 varas (317 met.) de largo para una altura perpendicular de 75 varas (65 met.). Colocóse en este un camino de hierro de doble carril y muy fuerte sobre el cual se plantan los barcos con toda su carga de unas 450 @ (5 tonel.) montados en sus carros al intento. El segundo plano tiene unas 654 varas (547 met.) con un desnivel de 46 (38 met.). El tercero tiene unas 354 varas (297 met.) de largo con un desnivel de 43 (36 met.). Todos ellos han sido ejecutados por los planes de M. W. Reynolds que desde el año 1788 habia hecho un plano inclinado para transportar barcos de mas de 700 @ (8 tonel.) de peso en un parage en que el desnivel era de unas 27 varas (22 met.).

En Cornwall se ha construido un camino de hierro de 5 millas de largo que va desde la ensenada de Portreth á las minas de cerca de Redruth.

Y por último se ha hecho otro de unas 32 millas de largo desde Stocktou por Darlington á las minas de hornaguerra del Condado de Durham, con diferentes ramales de á 2, de 3 y de 5 millas hácia otras minas. Este es de los de carriles estrechos, y para máquinas loco-motrices. Tales ejemplos casi bastarian para dar una idea de este modo de acarreo que cada dia va estando mas en voga.

Caminos de hierro del pais de Gales. Son innumerables los caminos de hierro que en este pais van desde las minas

de hornaguera á las grandes fundiciones y á los canales y rios, habiendo demostrado la esperiencia ser muy ventajosos asi para los empresarios como para el público. Los principales se enlazan con otros caminos particulares y mas pequeños que llaman *tram-roads*, los cuales facilitan mucho el comercio en un pais quebrado como este, y en que los caminos ordinarios son tambien malisimos. Apenas habia uno de hierro por los años de 1791 en la parte meridional de Gales, y en 1811 pasaban ya de 150 millas, sin contar los de las minas, de los cuales una sola compañía, cuál la de Merthyr-Tidvil tiene ya cosa de 30 millas.

Como en la parte alta del canal de Cardiff en el Glamorgan se padece escasez de agua con mucha frecuencia se ha construido un camino de hierro de unas 9 millas paralelo á dicho canal, que sirve principalmente para las fundiciones de Plymouth, de Pendarran y Dowlais.

El acta del parlamento que autorizó la construccion de este camino es del año 1794 á favor de los Señores Hompray, Hill y compañía y parece que fue la primera concesion de un camino de esta naturaleza. El total largo de la línea es el de 26½ millas. Toda especie de comunicacion era difícil en un pais escabroso como este, pero con los caminos de hierro se superan los terrenos ásperos algo mejor que con los canales.

En este camino fue donde se probó en 21 de febrero de 1804 la máquina de alta presion para llevar los carros que inventó Mr. Trevithick; pero el mismo género de máquinas se ha empleado con mejor éxito por Mr. Bleukinsop y otros sujetos.

El canal de Aberdare que es un ramal del de Cardiff comunica con el de Neath por caminos de hierro terminados por un inmenso plano inclinado en que van tirados los carros por máquinas de alta presion.

El de Sirhoway rompe del canal de Monmouth en Pillgweilly, atraviesa el parque de Tredegar y luego el rio de Ebwy en Risca sobre un puente de 16 arcos, y despues de seguir el curso del rio Sirhoway se dirige á las fundiciones de Tredegar y Sirhoway, y á las canteras calizas de Trevil, lo que compone una línea de 28 millas. Este camino de hierro va acompañado en toda su longitud de una gran carretera de las comunes que se mantiene en muy buen estado. Tiene varios ramales tambien que van á las minas de hornaguera, otro que va á las fundiciones de Romney, y otros al canal del condado de Monmouth. Un caballo solo basta para bajar por este camino de

hierro con unas 800 @ (100 kilog.), y para hacer luego subir los carros que llevan esta carga. El acta de concesion es de 1801.

El de Brinore empieza tambien del de Sirhoway y sigue hasta el valle de Uske pasando por Black-mountain, y de alli á Haye. A esta comunicacion se debió la gran baja del precio del carbon en los condados de Radner y Horeford.

El de Blaen-Avon va á parar igualmente al canal de Monmouth. Su largo es de $5\frac{1}{2}$ millas y su desnivel de 663 pies (185 met.) desde su origen hasta el horno de Blaen-Avon.

El del condado de Caermarthen empieza en la bahia de Llanelly y corre unas 15 millas por medio de un pais abundantísimo de carbon, hasta los hornos de cal de Llandebie. De su banda oriental salen ramales hácia las minas de carbon del general Waide. Su objeto principal es el acarreo de carbones, de hierro, plomo y demas. Se empezó por acta del parlamento de 1801. Segun los experimentos de Palmer parece que en la parte de este camino que está á nivel, una fuerza de una libra no puede poner en movimiento mas que 59 libras, ó que un caballo solo puede tirar de unas 312 @ (3900 kilog.).

El de Oyster Mouth se estiende por espacio de 7 millas á lo largo de la costa desde Swansea hasta dicho pueblo. Sirve principalmente para el acarreo de piedra de cal, y fecha de 1803. Varios otros de la misma especie comunican desde las minas de hornaguera inmediatas en el canal de Swausea.

El de Abergavenny principia de junto el canal de Brecknock y pasa sobre un puente antes de llegar á aquel pueblo. Un ramal sale del mismo canal para Uske y Haye, y otros varios para las minas de hierro y carbon. Hácia las fábricas de hierro de Pontypool hay varios planos inclinados con un desnivel muy notable.

El de Ruabon-Brook empieza de junto á un gran estanque que hay á orilla del Dée. Es de doble carril, y sube por una cuesta suave hasta mas allá de las fundiciones de Mr. Hazledine, pasa por cerca de una multitud de minas de carbon y llega á Ruabon B. despues de correr unas 3 millas.

No citaré ya mas que otro camino de hierro del pais de Gales y sea el que sirve para la conduccion de pizarras de las canteras de Peurhyn, por diferenciarse de todos los demas de Gales que son casi sin escepcion de la especie llamada *tram-roads* ó de carriles planos.

El de Penrhyn tiene $6\frac{1}{2}$ millas desde las canteras de pi-

zarra hasta el puerto. Se compone de 5 paradas, y su desnivel es de una parte sobre 96: tiene 3 planos inclinados. Se empezó en Octubre de 1800, y se concluyó en Julio de 1801. Los barrotes de que está hecho son de forma elíptica de hierro colado y apartados mas 26 pulgadas (60 á 61 cent.). La longitud de las barras es de unas 59 pulgadas (136 cent.). Dos caballos bastan para correr seis veces al dia en cada parada arrastrando 24 carretones, cada uno de los cuales carga una tonelada, lo que hacen en los 6 viages 144 toneladas al dia. Las ruedas son de hierro colado: tienen unas 16 pulgadas (35 á 36 cent.) de diámetro y pesan cosa de 30 libras (15 á 16 kilog.). Segun los esperimentos de Palmer se necesita una fuerza de una libra para tirar de 87 libras sobre este carril en los parages que está á nivel, cuando en los de Newcastle se tira doble con la misma fuerza. Esta diferencia proviene de la pequenez de las ruedas del de Penrhyn, pero por defectuoso que sea, les es utilísimo el tal camino á los dueños de las canteras ahorrándoles inmensos gastos en caballos y demas. Los carrillos son muy bajos, y asi parece que les conviene para conducir su pizarra. En realidad mas bien son narias que carros.

Caminos de hierro de Escocia. No hay todavía en Escocia grandes caminos de hierro, aunque se han proyectado magníficos; pero si hay muchos en las principales minas de hornaguera y otras faenas que se hacen á cortas distancias. El mas largo es el que va de Kilmarnock á la abra de Troon, que tiene 10 millas.

Hizose este á costa del Duque de Portland, dueño de las minas del pais. Es de los llamados *tram roads* ó de carriles planos, y se cree que le dirijiese Mr. Jessop que tenia una particular aficion á este género de caminos. Su principal uso es para la conduccion de hornaguera y de cal, de que abastece al comercio inmensas cantidades. Los carros de Kilmarnock son de 86 pulgadas (12 met.) de largo, 49 de ancho (113 cent.) y 32 de alto (76 cent.). Cada uno lleva 42 fanegas del pais de carbon que equivalen á mas de 120 @ (1500 kil.) de carbon seco y 136 de lo húmedo (1700 kilog.). El peso de cada carro vacio es de 53 @ (660 kilog.). Algunos caballos bajan con dos carros cargados y otros con tres, pero los carros de este camino no son iguales, y aun se permite meter en el carril á los carros ordinarios del pais con tal que sus ruedas sean cilíndricas, y no lleven mas de 112 @ (1400 kilog.) por cada par de ruedas.

El de la mina de hornaguera de Alloa tiene $2\frac{1}{2}$ millas de largo. Cada carro lleva una tonelada de carbon, y cada caballo tira de 8 carros á la vez: los carriles son de hierro colado. En otros parages de Escocia en que se benefician minas de carbon se han construido caminos de hierro la mayor parte de los de aquella especie cuyos carros tienen las ruedas con bordes para que no se salgan del carril. Los últimos que se han hecho son por lo general de hierro forjado. Segun Mr. Stevenson, el uso de los caminos de hierro para el servicio de las fundiciones de Carron ha rebajado el gasto medio de cada mes en el ramo de conducciones de 1200 libras esterlinas hasta 500 ó sea de unos 1200 reales á 500.

Con lo dicho tenemos suficiente para formarnos una idea de la economía de los caminos de hierro y nos hallamos ya en cierto modo preparados para entrar un poco mas adentro á examinar los pormenores de este sistema, inglés neto, de construccion de caminos.

CAPITULO II.

De las varias especies de caminos de hierro y comparacion de sus ventajas.

Conócense únicamente tres especies de caminos con carriles. El modo mas antiguo de hacerlos y mas generalmente usado se reduce á formar con barrotes de madera y mejor de hierro, las líneas sobre que han de correr las ruedas de los carros. Estas se construyen con un borde doble, ó que corre por ambos lados y forma el hueco en que se encaja el barrote para sostenerse en el camino. Se distingue en el dia este género de camino por el nombre de *carriles estrechos* á causa de ser estrechos y muy gruesos los barrotes de hierro que lo forman.

La segunda especie se diferencia de la primera en que dichos bordes ó resaltes de las ruedas en vez de ponerse en ellas se colocan en un lado de los barrotes que forman las líneas del camino. Estos segundos caminos tienen la ventaja de poder servir para los carros ordinarios que andan por las carreteras, y son los que llaman *tram-roads* en Inglaterra, ó de carriles planos.

El tercer método se reduce á una sola línea de carril para carros de dos ruedas, los cuales van suspendidos del carril que se pone para eso levantado lo preciso sobre la superficie

del suelo. Este método es nuevo y ofrece muchas ventajas; mas luego haremos sobre él algunas observaciones.

1º. *Caminos de carriles estrechos.* Estos se hicieron al principio de madera para la conduccion de carbones desde las minas de Newcastle hasta el rio Tyne, cubriéndoles á trechos con una chapa de hierro en aquellos trozos que estaban mas espuestos á rozarse y romperse. Como luego adoptaron el hierro colado en lugar de la madera, conservaron en dicho pais el mismo género de ruedas y la misma forma de barrotes, con la única diferencia de construccion que exigia la nueva clase de material. Las figs. 3, 4 y 5 manifiestan el perfil, plano y corte transversal de una pieza de fundicion de la forma de las que se usan para los caminos mejores que hay sobre las márgenes del Tyne y del Wear. Los carros ruedan sobre el canto redondeado del barrote que es lo mas igual, liso y terso que se puede fundir. La longitud regular de los barrotes es de tres pies ingleses, pero tambien las hacen de cuatro. Su grueso por el medio es de unas 5 pulgadas castellanas (114 milim.) y el ancho del borde cosa de $2\frac{3}{4}$ (50 mil.) Los extremos de los barrotes se reunen en una pieza de hierro colado que se llama el *asiento* (véase la fig. 6.); la cual se fija en unos sillares de piedra cuya base sea muy ancha y que pesen de 6 á 8 @ (75 á 100 kilog.). Estos sillares se sientan con mucha solidez en tierra, segun y como requiera la forma del camino, antes de colocar la pieza de *asiento*, pues la perfeccion del camino depende principalmente de la solidez con que estos sillares se ponen. En el pais de Gales se ha variado un poco la forma de las barras para esta especie de camino, pues las del de Penrhyn eran al principio de figura oval, y habiendo echado de ver que ahondaban muy pronto el borde de las ruedas ajustándose luego tanto con ellas que ocasionaban mucho ludimiento, las han hecho de la forma que representa la seccion de la fig. 7. Los travesaños que las unen se han hecho tambien de hierro colado con sus escopleaduras á cola de milano para recibir los cabos de las barras. Cada una de estas tiene cerca de 5 pies castellanos (137 cent.). Las dos líneas de barras estan apartadas una de otra unas 26 pulgadas (60 cent.). El peso de cada barra es de unas 52 libras (16 kilog.): el de los travesaños de 12 á 14 (6 á 7 kilog.) y cada carro lleva una tonelada de carga.

La forma de estas barras es muy inferior á las que se usan en Newcastle. El volteo que las dan en medio del grueso á las del camino de Penrhyn pone la mayor porcion de hierro

en la parte del espesor en que presenta menos resistencia. El modo de unir las dos líneas de barras por travesaños de hierro colado sería quizás útil en otros casos, pero creemos no sea tan bueno como el que se consigue por las piezas de asiento de hierro colado.

Hemos dicho que en algunas partes se había empleado el hierro forjado para asegurar los carriles de madera. También hizo Mr. Grieve los carriles mismos de hierro dúctil en las minas de hornaguera de cerca de Edimburgo, pero eran de un cuadradillo de $1\frac{1}{2}$ pulgadas escasas, (31 á 32 mil.) para acarreos de poca consideración. Mas fuertes los hizo Mr. Neilson para el camino de $2\frac{1}{2}$ millas que viene de las minas y caleros del Conde de Glasgow, pues cada barra tiene 9 pies (2,74 met.) y están apoyadas de 3 en 3 pies; tienen unas $2\frac{1}{2}$ pulgadas (52 mil.) de grueso y cerca de uno (19 mil.) de ancho, cargando los carros 144 @ (1800 kilog.) de peso.

Es claro que unas barras rectangulares de hierro forjado deben presentar una superficie demasiado estrecha á las ruedas de un carro á menos de no querer poner en ellas mas metal que lo que dicta la economía. Para evitar este inconveniente inventó Mr. Birkinshaw las que demuestra la fig. 11 que es una barra de canto. La invención se reduce á darla una forma de prisma triangular ú otra semejante que llene el objeto. El quiere que sean de 18 pies ingleses ($5\frac{1}{2}$ met.) de largo; pero el consejo que da de soldarlas por las puntas sería mas perjudicial que útil á causa de lo que alarga el metal con el aumento del calor. La forma que ponemos en la fig. 10 sería sin duda mucho mejor.

La principal ventaja del hierro dúctil para la construcción de caminos es de que con el se pueden disminuir tanto número de juntas como llevan: así es que la dificultad de dejar las barras perfectamente iguales y llanas en el punto de su unión es lo que ha contribuido mucho á introducir su uso.

Los caminos de carriles estrechos convienen particularmente para todo lo que sea trabajos permanentes. Su construcción no permite andar por ellos á los carros comunes, y esto realmente es un bien, porque el carromato que entra en los otros no compensa con lo que da á ganar, el daño que hace en la superficie del metal. Por lo mismo se conservan también en buen estado mas fácilmente que los otros.

Es de la mayor importancia en todo camino de hierro, el que la superficie de las barras sea perfectamente lisa y llana. Ese es el objeto primero que se tuvo en hacer los carriles de