

EL TÚNEL DE LA ARGENTERA

TRATADO DE CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES

INTRODUCCIÓN

EXPOSICIÓN DEL PLAN DE LA OBRA

Antes de empezar el estudio, objeto de esta obra, nos parece oportuno indicar ligeramente el plan que nos ha guiado en su desarrollo y las materias que hemos creído deber tratar en cada uno de los capítulos de que se compone.

Cuando la Compañía de los ferrocarriles de Tarragona á Barcelona y Francia adquirió la concesión de la línea en que está situado el túnel de Argentera, ya se había empezado la construcción de este túnel, habiendo sufrido la misma una serie de vicisitudes dignas de mención, que han afectado de una manera especial á su duración y á su coste. Por otra parte, en toda construcción de una obra importante, como lo es, sin duda alguna, la de un túnel de cuatro kilómetros de longitud, no faltan nunca hechos y circunstancias que, aunque accidentales, tienen indiscutible importancia, porque dejan sentir sus efectos en los procedimientos de ejecución y en las obras que hacen necesarias, y que es, por consiguiente, conveniente dar á conocer; y finalmente, es útil también saber ciertas fechas y hechos ocurridos durante una construcción por las consecuencias que de los mismos se deducen; y para reunir todos estos antecedentes y juntar todas estas fechas en un solo grupo, es por lo que hemos creído que el primer capítulo de la obra debía dedicarse á la *Historia del túnel*.

Antes de empezar el estudio de un túnel, es preciso conocer ciertas consideraciones que influyen poderosamente en el sistema que para su ejecución se adopta, en su longitud, en su coste y en su explotación más tarde. Por esta razón hemos agrupado todo este orden de ideas en el capítulo II bajo el nombre de *Consideraciones generales*.

Conocidas éstas, lo primero que debe hacerse es *estudiar el terreno*, y, como consecuencia de este estudio, *adoptar el trazado del túnel* y después *replantarlo sobre el terreno*. Y como todas estas operaciones, tanto las que se hacen antes de empezar la construcción, como las que se ejecutan durante la misma, tienen el carácter de operaciones topográficas ó geodésicas, hemos creído deber agruparlas formando el capítulo III.

Intimamente ligado con el estudio topográfico del terreno y el del trazado que deba adoptarse se halla el geológico, pues muchas veces el resultado de éste hace cambiar la disposición de aquél. Por esta razón nos ha parecido oportuno tratar dicho asunto en el capítulo IV, indicando al propio tiempo los resultados obtenidos, y en qué forma se han realizado las previ-

siones hechas antes de empezar la construcción del túnel. También se tratan en dicho capítulo las cuestiones térmicas é hidrológicas relativas á la ejecución del túnel, por ser en rigor divisiones ó subdivisiones de los estudios geológicos.

Una vez hecho el estudio topográfico y geológico del terreno, debió estudiarse, antes de empezar la construcción del túnel, el programa de su ejecución y el presupuesto correspondiente, que es lo que constituye el capítulo V de nuestra obra. Comparando este capítulo con los sucesivos, podrán verse las variaciones que las necesidades prácticas han obligado á introducir en aquel programa, durante el curso de las obras, así como la diferencia entre el presupuesto y el coste real del túnel.

Habiéndose construido parte del túnel de Argentera por el sistema de pozos, debemos ocuparnos especialmente en lo referente á la ejecución de los mismos, razón por la que figura en la obra el capítulo VI; *Construcción de los pozos*.

Con lo expuesto en los seis primeros capítulos de la obra podíamos entrar de lleno en el estudio principal, esto es, en la construcción propiamente dicha del túnel; pero nos ha parecido que ahora, que tanto se discute cuál es el mejor sistema de construcción de túneles y habiéndonos visto precisados á usarlos casi todos, en mayor ó menor escala, no podíamos prescindir de dedicar un capítulo á esta cuestión, y así lo hacemos en el capítulo VII.

Conocidos estos sistemas, al estudiar la construcción de los túneles, lo lógico es empezar por la *perforación*, ya que este es el objeto principal de la construcción; y como aquella varía tanto, según se verifique á *mano* ó *mecánicamente*, hemos agrupado en el capítulo VIII lo referente á la primera, y en el IX lo relativo á la segunda. Pero como la perforación mecánica ha alcanzado en pocos años un desarrollo tan considerable y es imposible su estudio en un solo capítulo, hemos agrupado en el IX todas las generalidades de dicha perforación y lo relativo á los motores, tratando por separado en el capítulo X de lo referente á los compresores; en el XI de las transmisiones, y en el XII de las perforadoras, ó sean los útiles.

Después de la perforación, la operación que sigue en importancia en la construcción de un túnel es la extracción de escombros; pero como ésta varía por completo en su modo de ser y en los procedimientos que deben emplearse, según se haga por las bocas ó por los pozos, la hemos dividido en los dos capítulos XIII y XIV.

La perforación y la extracción constituyen, por decirlo así, las dos operaciones indispensables en la ejecución de todo túnel, cualquiera que sea la longitud de éste, el terreno en que se abra y su disposición ó trazado; pero hay otras operaciones que, aunque no pueden llamarse secundarias,

por cuanto sin ellas tampoco sería posible la construcción de los grandes túneles, tienen, sin embargo, menos importancia, ya que en otros no son indispensables. Nos referimos al agotamiento, ventilación y alumbrado, cuyo estudio hacemos en los capítulos XV, XVI y XVII.

El examen que en los capítulos VIII á XVII hacemos de las operaciones todas que constituyen la construcción de un túnel, esto es, la perforación, la extracción, el agotamiento, la ventilación y el alumbrado, no sería completo si no indicáramos también el lazo de unión de todas ellas, y esto es lo que puede verse en el capítulo XVIII, que designaremos bajo el nombre de *Disposición general de las instalaciones de los pozos números 3 y 4*.

Ahora bien; en la construcción de todo túnel, además de la ejecución de las excavaciones con todos sus accesorios, entra también la de obras de carpintería y albañilería, en todo lo que se refiere á entibaciones, revestimientos, cunetas, burladeros, bocas ó fachadas, etc., etc.; y aunque muchas de estas construcciones están á veces tan íntimamente enlazadas con las operaciones mismas de excavación ó perforación, que es preciso ejecutarlas á la vez (como sucede con las entibaciones y los revestimientos), son, sin embargo, de naturaleza tan distinta, no sólo por la clase de materiales que hay que emplear en ellas, sino también por ejecutarse por operarios diferentes, que hemos creído deber segregarias del estudio de la perforación y agruparlas todas en un solo capítulo, como lo hacemos en el XIX.

La ejecución de un túnel, sobre todo si es de importancia, da lugar además á la construcción de caminos de servicio, edificios para viviendas, almacenes, talleres, hospitales, etc., y puede originar el desvío de acequias ó torrentes y la ejecución de obras de saneamiento y defensa, que aunque muy necesarias también, no tienen el carácter de indispensables, y por esta razón pueden agruparse bajo el nombre de *Accesorias é Imprevistas*, y estudiarse por separado, como lo hacemos en el capítulo XX de esta obra.

La ejecución de toda gran obra da siempre un contingente de desgracias y accidentes varios, así como origina la organización minuciosa del trabajo y del personal empleado para sacar del mismo todo el provecho posible, dando esto lugar al estudio de dos partes muy importantes, y que haremos la primera en el capítulo XXI bajo el nombre de *Accidentes* y la segunda en el XXII con la denominación de *Personal*.

Con lo dicho se comprende ya que quedan tratados los principales puntos de vista que deben tenerse presentes en la construcción de un túnel; pero en nuestra opinión la obra no quedaría completa si no tratásemos también: 1.º Del *Coste de la obra*, para saber en conjunto y en detalle los resultados de la construcción considerada económicamente, que es sin

disputa lo más importante. 2.º De los *Datos estadísticos*, para tener términos de comparación con otras obras ejecutadas, no ya sólo teniendo en cuenta el coste y duración, sino también el número de operarios de todas clases empleados en las obras, el consumo de dinamita, carbón, cales, arenas, piedra y materiales de todas clases, etc., etc.; y 3.º De las *Conclusiones* que el examen de los resultados obtenidos en esta y otras obras arroja, no sólo desde el punto de vista económico, sino también en el técnico, en el empleo de las perforadoras y compresores, en la colocación de la galería de dirección, etc., etc.

De estos tres puntos nos ocuparemos, pues, respectivamente, en los capítulos XXIII, XXIV y XXV.

Creemos suficiente lo expuesto para dar á comprender el criterio que nos ha guiado en la disposición del plan de esta obra.

MOTORES EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En la Naturaleza nada se pierde y nada se crea: todo se transforma.

I.

Son rápidos los adelantos que de día en día se suceden en la construcción de los generadores de electricidad llamados máquinas dinamo-eléctricas: actualmente la electricidad se fabrica por procedimientos industriales y se pone al alcance de los consumidores, ni más ni menos que si se tratara del gas y agua, con los que ya estamos familiarizados, y cuyo consumo diario es anotado por contadores especiales establecidos en las casas.

Las instalaciones para el aprovechamiento de la electricidad en el alumbrado se hacen de una manera más cómoda y con mayor economía que si se tratara del alumbrado ordinario por medio del gas, obteniéndose la luz dando una vuelta al conmutador, sin ningún riesgo en el manejo y uso de la corriente eléctrica, desapareciendo en absoluto las catástrofes que con el empleo del gas se han registrado en muchas ocasiones.

La forma con que la electricidad hace su ingreso en las casas no puede ser más aceptable: dos conductores metálicos parten de la fábrica, sirviendo para dar paso á través de su masa á millares de caballos de vapor, cuya fuerza van repartiendo por todo el circuito, y cuyo aprovechamiento no se reduce tan solo al alumbrado público y privado, sino que puede utilizarse también para dar movimiento á los centenares de máquinas de todas especies que se encuentran en el recinto de las poblaciones, tales como máqui-