

LA CONTRATACIÓN DE TÚNELES EN ESPAÑA (EXPERIENCIAS 1957-2002)

TUNNEL CONTRACTING IN SPAIN (EXPERIENCES FROM 1957-2002)

FELIPE MENDAÑA SAAVEDRA. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1)

RESUMEN: El autor expone el desarrollo de la Contratación de túneles en España desde finales del siglo XIX. Considera el proceso de la Contratación dividido en 3 fases: Proyecto, Contrato y Construcción y expone en detalle la práctica española actual en cada una de estas tres partes, comentando los cambios que han tenido lugar, sobre todo desde los años 1980-90, para corregir los defectos anteriores. Se hace énfasis especial en los Organigramas actuales de los grandes proyectos españoles, que se establecieron para facilitar las relaciones entre los intervinientes y se añaden comentarios de interés sobre el Proyecto y sobre la Valoración de las obras subterráneas.

PALABRAS CLAVE: PRESUPUESTO, RECLAMACIONES, ARBITRAJE, ORGANIGRAMAS, SONDEOS

ABSTRACT: The author describes the development of tunnel contracting in Spain ever since the end of the 19th century. He considers that contracting is divided into three phases: Design, Contract and Construction and gives a detailed account of Spanish practice in each of these three areas. The article comments on the changes that have occurred, particularly over the eighties, in order to correct previous deficiencies. The author places special emphasis on the current organizational arrangements in large Spanish works which have been set in place to aid relations between the intervening parties and concludes by commenting on the design and evaluation of underground works.

KEYWORDS: BUDGET, CLAIMS, ARBITRATION, ORGANIZATION CHARTS, MECHANICAL BORINGS

INTRODUCCIÓN

Organizado por el DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL del INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO (IST) de Portugal, los días 27 y 28 de junio se celebró en Lisboa un CURSO-DEBATE SOBRE TÚNEIS EM PORTUGAL, que tuvo lugar en las instalaciones del IST, organismo que ha integrado en su estructura al prestigioso Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil de Portugal.

El Curso tuvo como tema monográfico la GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES, cuyos aspectos generales fueron tratados por diferentes expertos, desde los distintos puntos de vista de las partes intervinientes en la Construcción de obras civiles subterráneas, es decir, de la Propiedad y de sus Asesores, de los Constructores, de los Projectistas y los

Inspectores. También se trataron algunos aspectos especiales, como los relativos a las Condiciones contractuales, a los Seguros de Obra y Proyecto y al tratamiento de los riesgos geotécnicos, como causa principal de las situaciones de litigio.

El IST invitó como único ponente extranjero al español Felipe Mendaña, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y especialista en la construcción de túneles, que presentó un artículo titulado "LA CONTRATACIÓN DE TÚNELES EN ESPAÑA (EXPERIENCIAS 1957-2002)", cuyos aspectos principales trató en la Conferencia especial que dictó como cierre del CURSO-DEBATE.

En las páginas que siguen se incluye el texto del citado artículo, que la *Revista de Obras Públicas* ha considerado de interés general.

(1) El Dr. F. Mendaña es especialista en la construcción de túneles, actividad que viene desempeñando sin interrupción desde 1957, primero en la empresa constructora OBRAS SUBTERRÁNEAS S.A. hasta 1962 y después en DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES S.A., de la que fue Director Técnico, hasta 1996. Desde entonces ha venido trabajando como Consultor de construcción de túneles, principalmente para la Comunidad de Madrid (Planes de Ampliación del Metro 1995-99 y 1999-2003), para el GIF (Nuevas líneas ferroviarias de Alta Velocidad Madrid-Barcelona-Frontera francesa; Madrid-Valladolid y Córdoba-Málaga) y para GISA (Nueva Línea 9 del Metro de Barcelona).

1. ANTECEDENTES: UN BREVE RESUMEN HISTÓRICO

La historia moderna de la construcción civil pesada demuestra que, con carácter general, y no sólo en España, el túnel ha sido la obra pública de construcción más difícil y siempre sujeta a imprevistos, por lo que rara vez se han respetado los plazos y presupuestos de licitación.

En España, a partir de los últimos años del Siglo XIX, y hasta 1930, se llevaron a cabo los primeros planes de obras subterráneas de gran importancia, al construir las líneas ferroviarias de la nación, a cargo de Compañías privadas, concesionarias del Estado. Pues bien, las referencias disponibles en los archivos no dejan lugar a duda sobre sus dificultades.

La Compañía de los Ferrocarriles del Norte, que fue la que tuvo la mayor longitud de toda la red española (3.815 km al desaparecer, integrándose en el actual RENFE, al término de la Guerra civil) inició la construcción de sus líneas con el gran eje troncal ferroviario de Madrid a Irún. En esta Línea Madrid-Irún, los costes reales llegaron a incrementarse un 221 % sobre lo presupuestado, y ese aumento se achaca básicamente a los túneles construidos para resolver los pasos de los dos obstáculos principales del trazado: la Sierra de Guadarrama, a la salida de Madrid y la Cordillera Cantábrica, al entrar en el País Vasco.

No hay datos concretos de los aumentos de coste de los ramales a Asturias y Galicia, terminados también por la Compañía del Norte, pero es bien elocuente el hecho de que las Compañías concesionarias iniciales de estas líneas, que fueron absorbidas por la del Norte, llegaron a la quiebra al no ser capaces de afrontar las dificultades que suponía atravesar la Cordillera asturiana, en el primer caso (el paso de Pajares, con 68 túneles, que totalizaban 25 km (2), más de 1/3 de la longitud del tramo pendiente de construir) y la entrada a Galicia desde Ponferrada, en el segundo, con varios túneles en un tramo de longitud similar.

En otras líneas, con obstáculos menos importantes y macizos menos conflictivos (cordones montañosos de los litorales levantino y catalán por ejemplo) los documentos reflejan incrementos menores, del orden del 50 %, también achacables a la incertidumbre que planteaban los túneles, tipo de obra que procuró evitarse, alargando los trazados y prodigando las soluciones de viaductos.

La construcción de túneles tuvo un nuevo impulso en los años de la Dictadura de Primo de Rivera (1926-1930), impulso continuado por la República hasta la Guerra Civil (1936-39), si bien lo ambicioso de algunos proyectos los dejó inacabados, hasta que se reanudó su construcción, a finales de la década 1950-60.

(2) En este tramo está el Túnel de La Perruca, de 3.071 m, terminado en 1897 y que fue el más largo de España hasta bien entrado el Siglo XX.

Pues bien, puede decirse que aquellas primeras realizaciones y las posteriores a la Guerra Civil, se llevaron a cabo de forma muy irregular, según los casos y las personas, pero respondiendo a unas características generales típicas que se reconocieron como comunes a principios de los años 1980 (3), para corregirlas y evitar su repetición en las obras españolas, que habían iniciado ya orientaciones modernas similares a las de otros países desarrollados. Como un breve resumen de todo ello, puede decirse:

- En general, los proyectos eran muy deficientes. En el mejor de los casos, los estudios del terreno, si existían, eran insuficientes (los sondeos mecánicos no se hacían por falta de equipos adecuados, intentando, en algún caso, sustituirlos por una geofísica muy primitiva cuya aportación puede calificarse de nula).
- La consecuencia fue que los plazos eran completamente injustificados, y generalmente incumplidos, y los costes reales de las obras presentaban incrementos de hasta el 150 % de los Presupuestos del Proyecto, que podríamos calificar de aleatorios.
- La Propiedad (4) y el Contratista habían de suplir las deficiencias del Proyecto y procedían a la firma del Contrato como una simple formalidad, convencidos de tener que trabajar conjuntamente, más en función de lo desconocido que de lo poco que se decía en el Proyecto. Se establecía así una estrecha colaboración, siempre que el esfuerzo del contratista fuera evidente, tanto para no paralizar la obra por dificultades técnicas, como para financiar a corto plazo el sobre coste de la misma.
- Las reclamaciones se producían sin interrupción a lo largo del proceso de construcción, si bien, como es lógico, no se atendían de inmediato. Casi siempre era al final del proceso cuando se establecían unas negociaciones amistosas, en las que los ingenieros de ambas partes hacían, a la vez, de peritos técnicos y de árbitros para la interpretación del Contrato, dentro de un espíritu tolerante, favorecido por el mutuo convencimiento de la insuficiencia del Proyecto. (5)
- Muy pocas veces se llegó a un arbitraje de equidad, dirigido por personas de leyes. Y, en esos pocos casos,

(3) En la Bibliografía que se añade al final, pueden verse referencias a las Comunicaciones que tratan estos temas, presentadas al CURSO SOBRE CONTRATACIÓN Y DIRECCIÓN DE TÚNELES, organizado por el COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS DE MADRID en 1983.

(4) Principalmente la Administración Pública (Ministerio de Obras Públicas) y las empresas privadas concesionarias de los aprovechamientos hidroeléctricos.

(5) Cuando el Constructor no respondía con el esfuerzo técnico y económico necesario, llegaba la crisis de las relaciones y con ella el conflicto contractual salía de las manos de los técnicos. Ciertamente tales situaciones, pero hubo algunas muy importantes, que supusieron el inicio del declive hasta llegar a la quiebra de constructoras de primera fila.

el laudo no satisfizo a nadie, terminando en la rescisión de algún Contrato.

- La Ley de contratos del Estado servía de pauta para el marco contractual (6), marco que también utilizaban las empresas propietarias privadas, en cuyos contratos, por supuesto, se podían añadir fórmulas complementarias de su libre elección. Y eso fue así, porque la propia Ley no tenía otra pretensión que la de establecer un marco muy amplio para las relaciones contractuales y es por ello absurdo acusarla de haber sido un obstáculo para la construcción de túneles. Por el contrario, podría decirse que su redacción y espíritu abiertos, hubieran permitido construir los túneles de manera bastante más razonable, si no hubieran existido los fallos evidentes de los proyectos, y las carencias y falta de experiencia de las Organizaciones de la Dirección de Obra, que se comentan con mayor detalle más adelante.

- El sistema venía funcionando satisfactoriamente, a juicio de muchos, pero en los años 1970-1980, el cambio económico del país permitió una mejora, bien que limitada, de los estudios y proyectos, al disponer de más medios técnicos para ello.

- En ciertos sectores de la Administración Pública, con capacidad decisoria, se consideró que tal mejora era suficiente para corregir los vicios de origen del sistema anterior, iniciándose una etapa de imposición de la letra de la Ley para el cumplimiento de los contratos basados en los nuevos proyectos. A su vez, las bajas temerarias habían hecho su aparición en las licitaciones, incrementando la distancia entre costes y cobros y aumentando más aún los problemas que dificultaban el desarrollo normal del proceso constructivo.

- Todo ello propició la decisión de adoptar una postura oficial firme para traer las cosas a su cauce, comenzando una etapa de aplicación estricta de la letra de la Ley.

- La mejora técnica iniciada era obviamente insuficiente y los proyectos seguían siendo deficientes. Las consecuencias no se hicieron esperar: el rechazo fue general y las reclamaciones aumentaron. La denuncia de la situación tuvo lugar en Cursos y Simposios, pidiendo que, o bien la nueva línea de acción fuese acompañada de un aumento importante de medios para que la calidad de los proyectos tuviera un cambio adecuado, o bien se volviese al sistema anterior, viciado, pero operante.

- El espíritu censor de aquellos años 1970-80 fue desapareciendo a favor de una elaboración de proyectos mucho

La construcción de túneles tuvo un nuevo impulso en los años de la Dictadura de Primo de Rivera (1926-1930), impulso continuado por la República hasta la Guerra Civil (1936-39)

más completa y que permitiese presupuestos y supuestos de plazos de ejecución más realistas, todo ello dotado de los medios técnicos y económicos necesarios.

Sin ser totalmente satisfactoria, la situación mejoró notablemente en la década de los años 1980-90 y nos llevó a la actual, que se detalla en los apartados que siguen.

2. LA CONTRATACIÓN DE TÚNELES

La contratación de un túnel, como la de cualquier obra civil pesada, tiene por objeto la entrega de la obra terminada a la Propiedad (generalmente la Administración Pública, o una Empresa concesionaria) por parte del Constructor, que la ha ejecutado en unas condiciones determinadas, previamente acordada entre ambas partes.

Puede decirse que, para ello, la Propiedad ha de plantearse, de una u otra manera, las siguientes cuestiones previas:

- a) Justificación de la necesidad (conveniencia) de la construcción del túnel y vida técnica que debe tener, de acuerdo con ello.
- b) Elección del trazado y definición de los restantes elementos (obra civil e instalaciones)
- c) Coste de la obra y sistemas de pago de la misma.
- d) Aspectos básicos del encargo de su construcción: Selección del constructor; Plazo de ejecución y Financiación de la obra.

Para resolver tales cuestiones, puede decirse que, en la práctica totalidad de los casos, se llama CONTRATACIÓN a un proceso global que ha de incluir tres fases bien diferenciadas: "EL PROYECTO", para definir técnicamente la obra; "EL CONTRATO" propiamente dicho, para establecer las condiciones de su ejecución y, finalmente, el desarrollo del mismo, es decir, "LA CONSTRUCCIÓN".

A estas tres fases se refieren los puntos siguientes, en los que se expone la evolución sufrida a lo largo de los años, en las obras civiles subterráneas españolas, hasta llegar a la situación actual. Pero antes de terminar este apartado general, es conveniente abordar primero la cuestión del Organigrama deseable para la Dirección de todo el proceso de la Contratación de un túnel.

2.1. La Organización responsable de la Contratación

Si la expresión "Contratación de túneles" se toma en sentido amplio, como se acaba de hacer, es decir, refiriéndola a las tres fases descritas (Proyecto, Contratación y

(6) La Ley tenía más de un siglo de antigüedad. Se han hecho muy pocas modificaciones sustanciales de la misma y más relativas a su objeto y alcance que a modificar el contenido propiamente dicho. La última, del año 2001, ha cambiado su título, por el de LEY DE CONTRATACIÓN CON LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS, para definir bien su universalidad respecto de la nueva estructura autonómica del Estado español.

Construcción), debe tratarse antes de nada como ha de ser la Organización de los responsables de la obra, para que ésta llegue a buen fin.

Al igual que se hará en esta Comunicación al tratar diversos aspectos del tema CONTRATACIÓN, la experiencia directa o indirecta permite presentar una síntesis del proceso seguido en España en cuanto a la Organización, desde los años 1955-57 hasta la fecha.

En la etapa que va desde 1955 a 1970, predominaron las organizaciones, en general muy incompletas, pero con una característica común: un único responsable máximo, verdadero "hombre fuerte" de la misma, era el que tomaba las decisiones.

De hecho, este máximo responsable ejercía también como Director de la Obra, porque la persona que ocupaba oficialmente dicha Dirección ni tenía la experiencia adecuada para ejercer la función ni, de hecho, el máximo responsable permitía que la ejerciese, utilizándolo como simple secretario suyo, para las relaciones con el Proyectista y el Contratista.

Para corregir tales esquemas, una tendencia incipiente en los años 1970-80 fue que el Proyectista ejerciese también la Dirección de Obra. Por muchas razones, tal tendencia desapareció pronto, por no ser aceptable para la Propiedad (7), siendo sustituida por otra, favorecida básicamente por los proyectistas: el autor del proyecto debería ser el máximo responsable del equipo en los asuntos técnicos, por encima incluso del Director de Obra.

La justificación de tales ideas se basó en el reparto de funciones, que resumimos en la Figura 1, que recoge la recomendación suiza S-199, titulada "Atribución de tareas a los especialistas". Tales recomendaciones fueron aceptadas progresivamente, en tanto se refieren a la conveniencia de contar con un equipo suficiente y al reparto de las funciones de sus miembros, pero no tienen que ver con el Organigrama necesario para el deseable funcionamiento equilibrado del equipo de responsables y colaboradores. Por ello, la reacción de la Propiedad fue también contraria.

De hecho, se mantuvo la figura de un máximo responsable, directamente dependiente de la Propiedad, que formaba parte del Organigrama en la cúpula del mismo, o bien se atribuían sus funciones a las del Director de Obra, aunque siempre hubiera realmente un máximo responsable de la Propiedad por encima de él, pese a no figurar en el citado Organigrama. Y esa tendencia se ha afianzado definitivamente, siendo la adoptada actualmente en España.

(7) Entre dichas razones destacó siempre la responsabilidad legal por daños a las personas o a las cosas que incumbía, en primer lugar, al Director de Obra. Nada cambió en cuanto a este responsable primario, pero sí en cuanto a las figuras delictivas, que aumentaron con las Leyes de Prevención de Riesgos, que concierne al ámbito laboral de la obra y con el Delito ecológico, que está actualmente tipificado en el Código penal. Ya se comprende que, en consecuencia, la autoridad del Director de Obra debe tener el grado máximo.

	Direc. de obra	Geologo	Geotécnico	Proyectista	Empresa Especialista
ESTUDIOS PRELIMINARES					
a) Geología general	-	XX	-	X	-
b) Previsión geotécnica ¹	-	X	XX	X	-
c) Programa de sondeos	X	XX	XX	X	X
d) Ejecución de sondeos	X	XX	XX	-	XX
e) Reconocimiento geotécnico	-	X	XX	X	-
f) Interpretación geológica	(X)	XX	X	X	-
g) Interpretación geotécnica	(X)	X	XX	X	-
h) Informes	-	XX	XX	X	-
i) PROYECTO EJECUCIÓN	-	X	X	XX	X
k) Ejecución de obra	XX	X	X	X	XX
l) Control geotécnico	X	X	XX	X	(X)
m) Adaptación proyecto	X	X	X	XX	X
n) Informe geológico final	X	XX	X	-	X

¹ Basado en a) y en la experiencia.

X Participación.

XX Tarea principal.

(X) Participación eventual.

Figura 1.
Atribuciones de
tareas a los
especialistas.

Así pues, puede decirse que, en general, de hecho se ha restablecido la figura del "hombre fuerte" de antaño, bien que de otra manera. Y para ello se considera necesario que tal persona tenga una formación general razonable y una experiencia ampliamente suficiente pero, sobre todo, que sea de mentalidad abierta y sepa escuchar las recomendaciones de los expertos que le asesoren en las especialidades requeridas, para el funcionamiento equilibrado del equipo de responsables y especialistas.

En cuanto al detalle de tales especialidades, pueden hacerse los siguientes comentarios:

- El geólogo experimentado suele cubrir el campo de la hidrogeología, salvo casos complejos en que el túnel discorra bajo nivel freático permanente. Dicho de otra forma, la necesidad de un experto hidrogeólogo se trata caso por caso.
- Los expertos en geología y geotecnia podrían, en teoría, ser la misma persona, y así lo han propiciado las empresas de ingeniería responsables de los proyectos, para aumentar el campo de su cometido. Pero es obvio que sus funciones son bien distintas.
- También podría decirse que la figura del Contratista cubre toda la problemática de los métodos y sistemas constructivos, pero eso tampoco está claro que sea suficiente.

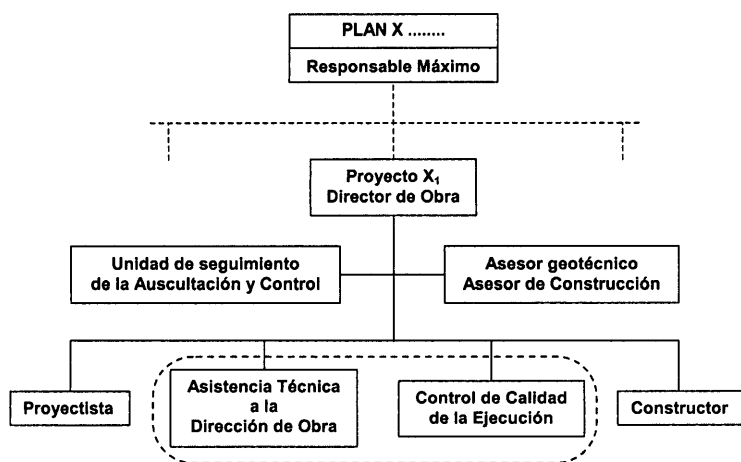


Figura 2.
Organigrama
de los
contratos de
túneles.

El problema, en resumen, nace de la falta de experiencia suficiente del Director de Obra y, de ahí viene la incorporación a la Organización de la figura del Consultor o Asesor, que se ha venido ensayando en España desde los años 1980-92, habiéndose convertido en decisión prácticamente general en las obras de túneles. Su función es intervenir en las distintas fase del proceso, revisando los trabajos realizados, opinando sobre ellos y aportando las sugerencias o consejos que le dicta su experiencia.

2.2. Organización actual de los principales Planes de construcción de túneles en España

Los tres Organismos responsables de los Planes que incluyen las obras civiles subterráneas más importantes de España, desde el año 1955 hasta la fecha son los siguientes:

- La COMUNIDAD AUTÓNOMICA DE MADRID que ha terminado recientemente la construcción de más de 100 km de túneles para la extensión de la red del Metro de la capital, iniciados a finales 1995.
- El G.I.F. (GESTOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS), dependiente del Ministerio de Fomento, que tiene en construcción 3 líneas ferroviarias de Alta Velocidad, con múltiples obras de túneles (8) y, finalmente.
- La COMUNIDAD AUTÓNOMICA DE CATALUÑA que ha iniciado la construcción de la nueva Línea 9 de Metro de la ciudad, con un total de 50 km de túnel.
- Pues bien, el Organigrama representado en la Figura 2 siguiente, es el adoptado por estos tres Organismos

(8) Están en construcción: a) La L.A.V. Madrid-Barcelona, con un total de 32 túneles, varios de mas de 2 km y uno de 4,8 km; b) La L.A.V. Madrid-Norte y Noroeste, en el tramo Madrid-Valladolid, con 3 túneles, uno de los cuales, el Túnel de base de la Sierra de Guadarrama tiene 28,5 km de una estructura en doble tubo, y c) La L.A.V. Cordoba-Málaga, con 7 túneles, entre ellos el Túnel de base de la Sierra de Abdalajis (cordillera Bética) de 7 km, también en doble tubo.

para cada uno de los contratos que incluyen túneles, con muy pequeñas variaciones que seguidamente se comentan.

- El PROYECTISTA es la Ingeniería (o un "joint venture" de ingenierías), que desarrolla el Proyecto, bajo la supervisión de un Director, designado por la Propiedad antes de la fase del Contrato. Las variaciones posteriores durante la ejecución, las supervisa el Director de obra nombrado para el Contrato.

- Colaboradores directos de la Dirección de Obra como Inspectores de la misma son la ASISTENCIA TÉCNICA, que se ocupa del "día a día" del control técnico y económico de la ejecución, así como de la Seguridad laboral, y el CONTROL DE CALIDAD, que se ocupa del control de los procedimientos y realización de los ensayos previstos en el Proyecto. Ambas organizaciones son, igualmente, Ingenierías (o "joint venture de ingenierías") especializadas.

- El CONSTRUCTOR, es la empresa (o "joint venture de empresas") responsable de la ejecución del túnel y con la que la Propiedad ha firmado el Contrato del mismo.

Estos tres colaboradores más próximos al Director de Obra, se designan por medio del correspondiente Concurso, es decir, una licitación sometida a al calificación de las propuestas, por puntuación de distintos "items", predominantemente técnicos, si bien, en el caso del Constructor tiene un peso importante la propuesta económica.

Puede haber variaciones, una de las cuales es reunir en una sola Ingeniería las funciones de Inspección que desarrollan la Asistencia Técnica y el Control, que es lo que significa lo señalado de puntos en la Figura.

Por lo que se refiere al resto de colaboradores, nada especial diremos de los Consultores, si no es la recomendación insistente del Prof. M. Melis, Director General de Infraestructura del Transporte de la Comunidad de Madrid, de que deben designarse consultores nacionales. Otra cosa es añadir otros expertos en aspectos puntuales singulares. Puede decirse que esta recomendación ha sido seguida tanto por el G.I.F. como por la Comunidad de Cataluña para los Planes de obras citados.

Además de lo anterior, merece especial mención la UNIDAD DE SEGUIMIENTO DE LA AUSCULTACIÓN Y CONTROL del terreno, organización que se adopta para atender a todos los contratos de un Plan de túneles urbanos (como los del Metro), en los que los efectos de subsidencia del túnel (fundamentalmente los asentamientos) pueden ser importantes y de graves consecuencias para las obras y servicios existentes, por lo que precisa un "control en tiempo real". La Organización, en Madrid, requirió una importante plantilla de personal técnico de grado medio y superior, y lo mismo está previsto en Barcelona.

Para terminar este punto, se hará una referencia al funcionamiento de estas Organizaciones.

Cada uno de los intervinientes, además de actuar constantemente en su cometido concreto, según lo requiere la marcha de la obra, ha de participar en unas reuniones plenarios de la Organización, que se establecen con una frecuencia que depende fundamentalmente del medio donde se emplaza la obra. En todos los casos de contratos que incluyen túneles urbanos, como los de Metro de Madrid, las reuniones plenarios fueron semanales, además de algunas extraordinarias que se convocaron con carácter excepcional. Lo mismo está previsto para Barcelona.

En las reuniones, los especialistas (geólogos y geotécnicos, calculistas, Jefes de túnel o de Plantas y laboratorios, etc) tanto del Proyectista, como de la Inspección (Asistencia Técnica y Control) o del Contratista, aportan sus observaciones y registros de controles, lo que facilita la labor de los Consultores que asesoran al Director de Obra.

Y finalmente, puede decirse que en el desarrollo de tales reuniones se ha reestablecido, de alguna manera, lo que existía en las obras de túneles del lejano pasado y que se ha llamado en esta Comunicación

"una estrecha colaboración (entre la Propiedad y el Contratista) siempre que el esfuerzo y dedicación del contratista fueran evidentes ..."

La información fue siempre veraz y completa, sin que nadie eludiera comentar las dificultades y, si se quiere, los fracasos a que se veía enfrentado, porque se entendió siempre que la reunión se celebraba para prestar las ayudas mutuas que fueran necesarias o convenientes para la solución de los problemas de la obra. Ese modo de actuar ha sido el mejor modo de lograr la máxima efectividad, que se viene reflejando en el cumplimiento de los plazos, con desviaciones mínimas de los costes, respecto de los Presupuestos de licitación de las obras.

3. EL PROYECTO DEL TÚNEL

Lo que, en cierto modo, se ha convertido en tópico, pero lamentablemente sigue siendo a veces una realidad, es que la terminación de un túnel solo se consigue con aumentos muy importantes de plazos y costes sobre los previstos y, frecuentemente, después de esfuerzos extraordinarios por parte de los intervinientes en el proceso de Contratación. Y esa disparidad entre la realidad y las previsiones se achaca siempre a la falta de calidad o a la insuficiencia de los proyectos, lo que no deja de ser cierto, pero no lo es menos que ello responde también a una actitud inadecuada de la Propiedad, que no entiende como debiera la complejidad de los problemas de un túnel.

La denominación "obras de infraestructuras", que se aplica a los Proyectos de túneles en los ámbitos políticos y en las entidades nacionales y supranacionales de financiación de los grandes proyectos, es técnicamente errónea y quizás la causa de muchas de las limitaciones que se sufren al redactar dichos proyectos.

"Strictu sensu", infraestructura es la parte de una obra que enlaza la superestructura de la misma y el terreno que ha de soportarla. Y de ahí que el concepto de "infraestructura" no es aplicable a la obra de un túnel, ya que en la misma el terreno forma parte de la propia estructura resistente que soporta la carga de diseño que, en general, es exclusivamente la transmitida por el propio terreno. En consecuencia, debería ser objetivo prioritario, respaldado por los medios técnicos y económicos adecuados, lograr el conocimiento más exacto posible del comportamiento esperable del terreno, con precisión similar a la que tenemos, por ejemplo, del hormigón del revestimiento.

Por otra parte, la disparidad entre previsiones y realidades es consecuencia de la aparición de condiciones geológicas y/o geotécnicas diferentes de las previstas y ello sucede, por supuesto, en los casos de proyectos deficientes, pero también en algunos otros proyectos razonablemente estudiados, en los que se presentan esas imprevistas condiciones cambiantes del terreno, con graves consecuencias.

Los nombres de proyectos de hace años, como Straight Creek en U.S.A., Kamai en Nueva Zelanda, Seikan en Japón, Frejus en Francia, Gran Sasso en Italia, Talave en España, etc, deben ser siempre tenidos en cuenta, aunque hoy parezcan muy claras las limitaciones o carencias de los estudios realizados entonces. Porque sigue habiendo referencias modernas de túneles con incidentes muy importantes en costes y plazos, motivados por terrenos pésimos no detectados en proyecto, dada la escasa longitud del tramo afectado, que, por representar una parte muy pequeña de la longitud total puede "escapar al reconocimiento", o bien las nuevas limitaciones de carácter medioambiental que se imponen al proyecto, incluso una vez terminado (9).

De ahí la necesidad de continuar y aumentar los esfuerzos que se han venido haciendo para disponer de los medios necesarios para tratar la obra de túnel igual que otras obras civiles a cielo abierto, es decir, combinando los estudios teóricos con los reconocimientos y ensayos y aplicando los potentes modelos disponibles de cálculo estructural. En

(9) El túnel de 2.850 m, de diseño bitubo, bajo el fiord de Oslo se construyó de acuerdo con las previsiones hasta llegar a un tramo de unos 40-50 m de limos que alcanzaban el fondo del fiord y cuya resolución supuso la paralización de la obra desde finales de 1998 hasta el año 2000. En el túnel del F.C. de alta velocidad entre Goteburgo y Malmoe (Suecia), después de un cambio de sistema constructivo, iniciado con TBM, se llegó a una larga paralización por motivos medioambientales. En algunos túneles de la L.A.V. Madrid-Barcelona el cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental obligó a modificar el trazado y a entrar en formaciones geotécnicamente poco competentes que aumentaron los plazos y coste de ejecución.

este sentido, aunque el tema rebasa las posibilidades de esta intervención, se harán seguidamente algunas observaciones de interés en la Contratación.

3.1. Objetivos y fases del Proyecto

Puede hacerse un resumen muy simple de los objetivos del Proyecto de un túnel, simplemente siguiendo las pautas que, en otras áreas, han llevado a la ingeniería civil al actual nivel. Dichos objetivos son: a) CONOCIMIENTO DEL TERRENO; b) MÉTODO(S) DE CONSTRUCCIÓN ADECUADO(S) Y c) MEDIDAS TÉCNICAS PARA CASOS IMPREVISTOS.

Por otra parte, al contrario que en otro tipo de obras, el Proyecto del túnel ha de hacerse, necesariamente, por fases. Esto, que es una realidad general, se expresa a veces en términos algo diferentes. Debe pensarse siempre en un mínimo de tres Fases (10).

- ESTUDIO PREVIO. En esta fase, además de definir, en principio, las condiciones funcionales, ha de proponerse la traza mas adecuada, dando la importancia máxima a la geología y geotécnica esperables de los terrenos. Muchos errores provienen de estos Estudios previos, creando dificultades serias de ejecución, porque en ellos se basa la fase siguiente, el Anteproyecto, documento que se utiliza con frecuencia para la toma de decisiones políticas (plazos), administrativas (financiación) y económicas (precios).
- ANTEPROYECTO, trabajo en el que ha de demostrarse la viabilidad técnica de la obra y su valor aproximado, para decidir sobre su viabilidad económica. En esta fase es donde se completan la totalidad de los trabajos de reconocimiento del terreno. Finalmente, el
- PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, es el documento que define técnicamente la obra con el máximo detalle posible, estableciendo, además, su valoración y plazo de ejecución.

Debe añadirse a lo anterior que el Proyectista debe participar también a lo largo del proceso de la construcción e, incluso, al término del mismo, para recoger lo realizado en los planos "as built", lo que se hace de forma directa o indirecta, según los criterios de la Propiedad.

Seguidamente se comentan algunos aspectos del Proyecto que se consideran de importancia. Obviamente no son todos los que tienen influencia en el mismo, porque ello no es

El Proyectista debe
participar también a lo
largo del proceso de la
construcción e, incluso,
al término del mismo,
para recoger lo
realizado en los planos
"as built", lo que se
hace de forma directa
o indirecta, según los
criterios de la
Propiedad

el objeto principal de esta Comunicación sobre Contratación.

3.2. Los reconocimientos del terreno. Sondeos mecánicos y galerías

a) Sondeos mecánicos

No es exageración decir que la elección de la traza y la interpretación del terreno de los proyectos de túneles redactados en España después de la Guerra Civil se hacían exclusivamente a partir de una cartografía 1.50.000 y del Mapa geológico nacional de superficie, a una escala similar (11).

En cierto casos (obras oficiales importantes o proyectos de los concesionarios hidroeléctricos) se añadían algunos sondeos, con frecuencia muy cortos (aunque el recubrimiento fuese de mas de 100 m) y realizados con equipos de no mucha calidad.

Iniciada ya la etapa de mejora sensible de los proyectos (1980-90) la calidad de los estudios de reconocimiento del terreno, en general, y el reconocimiento por medio de sondeos en particular, se sometieron progresivamente a las pautas actuales siguiente:

- Es preciso dibujar un mapa geológico a la cota del túnel y dar la atención debida a puntos singulares como: Emboquilles; tramos de cobertura escasa, aguas colgadas y freáticos permanentes y todo tipo de accidentes geológicos.
- Son fundamentales las informaciones sobre la ejecución de sondeos. Hasta no hace mucho, era difícil disponer de equipos con registros de parámetros, lo que hoy se exige en mayoría de casos, además de la información sobre el desarrollo del trabajo y la descripción de columnas, hechas por geólogo competente.
- Mención especial merecen algunos aspectos concretos, como:
 - La determinación del nivel freático, porque todavía en muchos casos se hace sin los trabajos complementarios de preparación y control del sondeo, que son imprescindibles para la representatividad del estudio.

(10) Las normas de la Administración Pública, o las particulares de la Propiedad privada, pueden establecer otras fases (Estudios de factibilidad, Proyecto de concesión, etc) pero, en el fondo, o son variantes de las anteriores, con otros nombres, o son etapas intermedias de las mismas.

(11) El salto de Miranda fue la obra subterránea española de mayor volumen y más compleja técnicamente de los años 1957-62. Consta de: Una Conducción principal en túnel (30 km, en 4 tramos de 6 a 8 km, con ataques desde ambas bocas); una conducción secundaria también en túnel de 6 km y un Complejo Subterráneo de central (conducción forzada en pozo vertical de 380 m; túnel de acceso y cavernas de Central y túnel de 2 km para el canal de desagüe). El proyecto incluía solamente una interpretación del trazado hecha a partir del Mapa geológico Nacional y del reconocimiento de afloramientos en superficie, pese al recubrimiento medio de varias decenas de metros (en algún caso, más de 1000 m.). El autor fue Jefe de esta Obra, por parte de una de las dos empresas constructoras, entre las que se dividió la adjudicación de la obra, terminada en 1962.

- La necesaria "calibración" con sondeos mecánicos de los resultados de estudios sísmicos, así como la información relativa a los equipos empleados. (12)
- La moda del llamado INFORME OBJETIVO DEL RECONOCIMIENTO, facilitado por la Propiedad a los contratistas concursantes de un túnel, documento que recogía los resultados de los registros de sondeos y de los ensayos de laboratorio, pero sin añadir interpretación alguna, demostró pronto sus inconvenientes.

Se pretendía con ello la objetividad de la información, lo que no es cierto, pues algunos sondeos se hacen para aclarar interpretaciones dudosas de otros hechos anteriormente, lo que deben constar claramente. Si a ello se une que el contratista no ha participado en los trabajos y dispone de tiempo limitado para aclaraciones o consultas, puede decirse que la confusión es esperable. Hoy día en España está abandonada esta práctica y se facilitan los datos, con todas las interpretaciones disponibles (a veces hechas por distintos geólogos) que, por supuesto, pueden ser discutibles e, incluso, resultar erróneas.

Otra cuestión, quizás la más importante, y lamentablemente pendiente todavía de una solución satisfactoria en todos los proyectos de túneles en muchos países (y España no es una excepción), es la de la dotación económica de los reconocimientos y, en particular, de las campañas de sondeos. Todos dicen estar convencidos de que el alcance de estos trabajos debe ser incrementado, pero son pocas las Administraciones que lo hacen. Algunos puntos sobre este particular merecen una consideración:

- Los criterios de evaluación de los "ratios" deseables son muy variados y, a veces, poco precisos. Así, se habla de que el " $\text{ratio } R = \text{Longitud de sondeos} / \text{Longitud de túnel}$ " permite estimar el grado de desviación de costes. El resumen del criterio puede ser: Con $R > 1$ pueden esperarse desviaciones $D < 20\%$; con $R = 0,5$, $D < 30\%$ y con $R < 0,5$, $D > 50\%$.
- Ya se comprende que el criterio es muy simplista y prescinde, por ejemplo, del recubrimiento del túnel. No obstante, para recubrimientos medios inferiores a los 200 m podría ser válido y lo preocupante es que no todos los proyectos lo cumplen, ya que para una $D = 20\%$, en un túnel de 2 km deberían hacerse, con $R = 1$, 2.000 m de sondeo (que, bien elegidos, podrían suponer unos 15 sondeos).

(12) Los estudios de sismica de reflexión, realizados para llegar a una interpretación definitiva del perfil geológico del Túnel de Paracuellos, de 4.800 m y recubrimientos de más de 1.000 m en una geología complicada del Paleozoico y Arqueozoico, dieron excelentes resultados, pero sólo una vez que fue posible "calibrar" el modelo resultante con 5 sondeos mecánicos (a través de los cuales se hizo un nuevo reconocimiento geofísico) para verificar puntos del perfil sísmico. El túnel pertenece a la nueva Línea ferroviaria de A.V. Madrid-Barcelona-Frontera francesa y está situado entre Calatayud y Zaragoza.

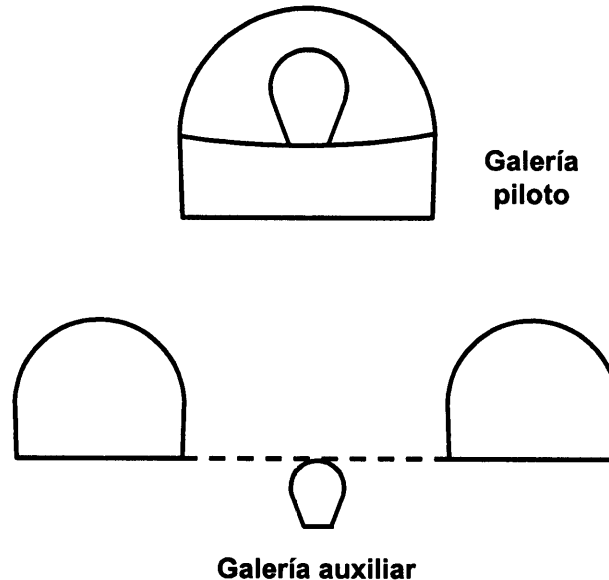


Figura 3. Galería auxiliar y galería piloto según CETU (1975).

- Aún siendo sólo aproximado este criterio, para conseguir el $R = 1$, en soluciones monotubo se estima que deben gastarse, por lo menos, del 0,5 % al 1,0 % del Presupuesto de licitación y ello tampoco suele cumplirse en túneles de longitud superior a los 1,5 km porque representa una suma importante de dinero.
- Hay que citar, además, las licitaciones de estos trabajos resueltas por subasta pura (a la baja); la no consideración de la calificación y experiencia del personal responsable de la interpretación; de las características de los equipos, etc.

En las obras urbanas, en todo caso, el riesgo de afectación a obras o servicios preexistentes obliga a aumentar estos criterios hasta cifras del orden del doble o incluso mayores. En concreto, la media de los sondeos realizados en los trazados de la Ampliación del Metro de Madrid, es del orden de un sondeo cada 25 m ó 50 m de trazado, según los tramos más o menos edificados.

b) Galerías de reconocimiento.

Este tipo de obra, permite, obviamente, hacer estudios más precisos que los que pueden derivarse de los sondeos, y también tratamientos previos del terreno cuando ello es necesario.

Ahora bien, hay que distinguir entre las llamadas galerías piloto, que se excavan dentro de la sección del túnel principal y las galerías de reconocimiento y servicios, que se hacen totalmente separadas del mismo. (Ver Figura 3). En este segundo caso, se procura que la galería

tenga una función complementaria en la explotación futura del túnel como galería de servicios auxiliares (ventilación, salida de emergencia, redes eléctrica, telefónica y de agua) y también puede tenerla en el período de construcción (evacuación de escombros y ventilación, principalmente).

Pues bien, las galerías piloto estuvieron de moda en los años 1975-85 como solución para mejorar el conocimiento del terreno. Los proyectistas y contratistas españoles las prodigaron en España y en el extranjero, para construir bastantes túneles de gran sección.

Hoy día esta modalidad está prácticamente abandonada ya que, la galería produce un empeoramiento de la calidad geotécnica del terreno en todo su entorno, que dificulta la excavación complementaria futura y ello aunque se sitúe centrada con la sección final o, incluso, en la parte inferior de la misma. Como, por otra parte, siempre hay la desventaja de que se suman los plazos de ejecución, en cuanto los reconocimientos con equipos modernos de sondeos mecánicos permitieron hacer estudios de mayor calidad, se dejaron de construir las galerías piloto.

4. EL CONTRATO

Así se denomina usualmente el documento en el que se plasma el acuerdo entre la Propiedad y el Contratista para la ejecución del túnel, en unas determinadas condiciones que figuran, bien en el mismo Contrato, bien en la documentación anexa que forma parte del mismo.

Dicha documentación anexa consiste usualmente en dos documentos, que son el PROYECTO y la OFERTA DEL CONTRATISTA. Ésta última es la que ha sido adjudicada definitivamente, es decir, con las modificaciones o adendas convenidas en la negociación para llegar a la adjudicación definitiva.

Puede decirse, en principio, que con estos documentos se pueden definir los elementos básicos de todo CONTRATO (Objeto, precio y plazo) tal como requieren las leyes españolas vigentes. Proceden, al respecto, los comentarios que siguen.

4.1. Las Condiciones del Concurso

El CONTRATO ha de recoger aquellas Condiciones de Concurso (es decir, de la Convocatoria o Llamada a la Licitación de la obra de túnel) que se relacionan con los compromisos contractuales. En España, el tipo de Licitación, establecido en dichas Condiciones, puede ser:

El Presupuesto del Proyecto de una Obra subterránea oficial en España propone siempre el Modelo de Valoración que se ha de tener en cuenta para la Oferta. En él se evalúa, incluso, el Importe total estimado de la obra, desde el punto de vista de la Propiedad. En el Sector privado se sigue una pauta similar

- *La Subasta*, es decir, la simple oferta a la baja de los Precios y Mediciones del Presupuesto que figura en el Proyecto de la obra.

Esta modalidad tiene el inconveniente, para todo tipo de obra, que ésta puede resultar adjudicada al Constructor con menor experiencia, menos medios humanos y mecánicos y menor capacidad de financiación y organización, es decir, al menos competente. Por eso, tal modalidad, pese a que no está prohibida por la Ley de Contratos con las Administraciones Públicas, puede decirse que hace muchos años que no se aplica en España a las obras oficiales de túneles y, en absoluto, a las del Sector privado.

- *El Concurso-subasta*, es una modalidad similar al anterior, que permite ligeras evaluaciones para corregir algo la simple cifra económica. Es tan infrecuente como la anterior.

- *El Concurso* es la modalidad que permite exigir condiciones previas de admisión, que evitan los inconvenientes antes señalados, y también añadir límites a las cifras económicas para evitar las ofertas temerarias. A todo ello se añade la posibilidad de establecer puntuaciones por ítems de la Oferta distintos de los de la parte económica, por lo cual ya se comprende que esta modalidad es la más adecuada a las obras civiles subterráneas.

Los grandes Planes de las Administraciones públicas españolas, que se han mencionado, vienen usando esta modalidad y en cuanto al Sector privado puede decirse que es la preconizada, prácticamente sin excepciones.

Hay dos variantes principales de esta modalidad, muy frecuentes en el Sector privado y de aplicación difícil, por no decir imposible, en el Sector público. Son el *Concurso con invitación o admisión previa* de licitadores, por una parte, y el *Concurso con Presupuesto abierto*, en el que figuran sólo mediciones pero no precios por otra. Finalmente,

- *El Concurso con admisión de variantes al Proyecto*, en el que se facilita un Proyecto básico, que marca los condicionantes técnicos a respetar (trazado, caudales si es conducción hidráulica, etc.) (13).

(13) La modalidad "Concurso Concesionario de Proyecto y Obra" sin proyecto básico alguno y sólo con documentación técnica muy general responde a otro objetivo, el otorgamiento de una Concesión de servicio público. Realmente, debe calificarse de Concurso de Anteproyectos, porque con tales diseños no se podría contratar directamente la obra. La empresa a la que se ha otorgado la Concesión, ha de proceder después a proyectar y concursar la obra de acuerdo con lo que se está exponiendo en esta Comunicación.

Además de lo anterior, han de recogerse cualesquiera otros asuntos con valor contractual, que figuren en las Condiciones de Concurso, como suele ser:

- *El Plazo global de la obra, y los parciales si existieran*, dada su gran importancia en muchas obras de túneles. Estos últimos, usualmente se establecen, más bien, en el Programa detallado de la Oferta del constructor.

4.2. Condiciones para la definición técnica de la obra

El CONTRATO hará referencia directa o indirecta a los siguientes documentos:

- *Planos*. Son los documentos contractuales que definen la obra desde el punto de vista geométrico y resistente. Usualmente son los contenidos en el Proyecto de la Propiedad, salvo el caso de Concurso con variantes, en el que la Oferta del Contratista puede incluir otras soluciones que los modifique. Otra observación importante es que el Proyecto de Construcción puede diferir del de Licitación. Si es así, el Contrato debe advertir del carácter "informativo" o provisional" de los planos del Proyecto y de los términos acordados en la negociación de la Oferta, para la prioridad de un documento sobre el otro.
- *Pliego de condiciones técnicas*. Complementan la definición técnica de la obra. Es aplicable lo mismo dicho para los Planos.

4.3. Condiciones para la Valoración económica de la obra de túnel

El Presupuesto del Proyecto de una Obra subterránea oficial en España propone siempre el Modelo de Valoración que se ha de tener en cuenta para la Oferta. En él se evalúa, incluso, el Importe total estimado de la obra, desde el punto de vista de la Propiedad. En el Sector privado se sigue una pauta similar.

Ahora bien, la Valoración económica o Presupuesto de la obra que tiene valor contractual es la de la Oferta adjudicada al Contratista. Otra cosa es que ésta casi siempre ha de seguir aquel Modelo del Proyecto o, incluso si así lo exige el Concurso, ha de expresarse en la forma de un porcentaje a aplicar a los precios de aquel Modelo. Pues bien, respecto de este punto, debe decirse lo siguiente, en cuanto a las prácticas usuales en España.

a) Consideraciones previas.

Valor y precio de un bien han llegado a ser sinónimos en el campo del comercio y la industria de series,

en general. La razón es que el fabricante hace primero un cierto número de unidades del producto, con lo cual conoce su coste, y luego, aplicando un margen comercial suficiente, fija su precio y lo saca al mercado, apoyando su oferta con un buen "marketing", con lo cual puede afrontar con un alto grado de seguridad el desafío de la ley de la oferta y la demanda.

En la construcción civil esto nunca es así, porque se procede justamente al revés. Al firmar el Contrato, el Constructor vende la obra, generalmente un prototipo, antes de construirla y, en el caso de un túnel, con el riesgo adicional de las condiciones cambiantes del terreno, es decir que, además de anticipar el precio de un prototipo, sabe que "va a tener que improvisarlo" en un % que puede llegar a ser muy elevado.

Ante esto, la solución no puede ser dejar que funcione el principio de la oferta y la demanda, porque la casuística demuestra que hay muchas situaciones sin salida, que han llevado a la paralización de la obra subterránea y, finalmente, a la resolución del Contrato.

Vistas, pues, estas consideraciones generales sobre el alto riesgo de la obra subterránea, cabe hacer las siguientes recomendaciones para la Valoración de la Obra subterránea.

b) Precios básicos del CONTRATO

La experiencia española sobre el particular puede resumirse así:

- *Sistemas de Administración pura (coste + "fee")*. Es una modalidad rechazada siempre para un túnel, salvo la aplicación posible a fases parciales de la obra en situaciones de excepción muy concretas, que se comentan más adelante.
- *Valoración por Partida Alzada*. Un túnel no puede jamás contratarse por un tanto alzado o precio único, para lo que sería preciso "conocer con total certeza y en detalle" las características de la obra y las circunstancias de su construcción futura, es decir, no basta que se "estimen como las más probables". Otra cosa es establecer algunas P.A. muy concretas, que se comentan al tratar la Movilización o el Montaje de Instalaciones de la obra.
- *Valoración por Mediciones (de unidades de obra) y Precios unitarios (aplicables a las mismas)*. Es la forma más adecuada de valorar la obra subterránea y la ha-

Al firmar el Contrato, el Constructor vende la obra, generalmente un prototipo, antes de construirla y, en el caso de un túnel, con el riesgo adicional de las condiciones cambiantes del terreno, es decir que, además de anticipar el precio de un prototipo, sabe que "va a tener que improvisarlo" en un % que puede llegar a ser muy elevado

bitual en España, porque se entiende que conjuga mejor que ninguna, los intereses y capacidades de Propiedad y Contrata, para lograr un desarrollo equilibrado del Contrato. No obstante suelen tenerse en cuenta algunas consideraciones como son:

- *Cada precio unitario debe referirse a una unidad de obra bien definida*, es decir, formada por un conjunto cierto de operaciones. Significa esto que, para cada sección de túnel, debe haber precios unitarios diferentes para: la excavación; para cada tipo de sostenimiento; para el desagüe de filtraciones a partir de un caudal x, etc.
- *Deben por tanto proscribirse, los precios unitarios complejos*, es decir, aplicables a pretendidas unidades de obra mal definidas, porque incluyen "operaciones adicionales cuya presencia es incierta". Ejemplos: m³ de excavación en avance, incluso sostenimientos, desagüe, etc.

Las condiciones cambiantes previsibles en el Desarrollo de un Contrato de túneles pueden ser de dos tipos: las derivadas de fluctuaciones del propio mercado laboral o de los materiales y equipos (usuales en todo tipo de obra civil) y las derivadas de las condiciones cambiantes del terreno, típicas de los túneles

- *Valoración separada por Partidas Alzadas de los Trabajos de establecimiento y Operaciones singulares.*

Cualquier precio unitario básico lleva, en principio, la parte proporcional correspondiente a la amortización de este tipo de trabajos, cuyo volumen no es cuantificable por medio de los sistemas habituales de unidades de medida. Se comprende, pues, que al utilizar los precios unitarios básicos para componer otros complementarios, o para atender reclamaciones por medio de coeficientes de mayoración de los básicos, se estará pagando dos veces este tipo de

trabajos si no se ofrecen por separado. (14)

En consecuencia, es deseable, y así se ha venido haciendo, en algunos importantes Planes españoles, que la Oferta incluya precios como los siguientes:

- P.A. por los gastos de Movilización y Retirada de la Obra.

- P.A. por los gastos de Montaje y desmontaje de la Instalación A, B, C, etc.
- P.A. por los gastos de la Operación X, Y o Z. (15)

c) *Sistema de corrección de los precios básicos.*

Las condiciones cambiantes previsibles en el Desarrollo de un Contrato de túneles pueden ser de dos tipos: las derivadas de fluctuaciones del propio mercado laboral o de los materiales y equipos (usuales en todo tipo de obra civil) y las derivadas de las condiciones cambiantes del terreno, típicas de los túneles. Las soluciones respectivamente ensayadas para cada una de ellas son de los tipos siguientes:

- *Fórmulas de revisión de precios*, en función de los ítems correspondientes a la "naturaleza de los recursos". Generalmente son: Mano de Obra; Materiales metálicos; Cemento, etc, y su fluctuación se acepta que viene representada por los Índices Oficiales de los mismos.
- *Condiciones cambiantes del terreno.* Hay 3 posibles caminos para la resolución de este asunto, que puede llegar a suponer repercusiones muy graves en los costes:

c.1) *Sistema de administración con objetivo.* En España se ensayó con éxito en algunas grandes obras hidráulicas, pero nunca en túneles. La razón es que exige un notable esfuerzo de organización técnica y de análisis de costes por ambas partes, con una cierta inercia que no va bien en caso de túneles, por muy grande que sea el volumen de la obra.

c.2) *Precios unitarios según condiciones de avance.* Es decir, supuestos definidos los precios básicos en la forma antes expuesta, no cabe la influencia de otras operaciones, siendo el riesgo principal el de la excavación.

Por ello, una primera aproximación puede ser la definición de precios unitarios de excavación para 3 o 4 hipótesis de rendimientos previsibles.

c.3) *Situaciones de excepcionalidad.* La solución c.2) anterior ha sido ensayada con éxito en algunos proyectos españoles, pero desde luego, hay que prever que, pese a ella, se planteen situaciones de total excepcionalidad. Para ellas, la solución aplicada ha sido la de un régimen de Admi-

(14) La experiencia de los contratistas españoles viene del sector hidroeléctrico privado, así como de las licitaciones internacionales de las Agencias de Crédito como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, etc, para los Contratos de los grandes Proyectos de Infraestructuras, que, en estos aspectos, han funcionado bien.

(15) En los Planes del Metro de Madrid, se utilizaron, por ejemplo, P.A. para el "Paso de una TBM en estaciones y nuevo emboquillado", aplicables a la operación indicada al llegar una tuneladora a una estación ya construida, así como para el "establecimiento de Instalaciones en el Pozo de ataque A, B ...etc"

nistración pura durante el periodo de dificultades.

4.4. Otros condicionantes a considerar en el Contrato

- *Cobertura de riesgos.* En este aspecto no puede decirse que haya una tendencia única en España. De todas formas, se recomienda preferentemente que el Contratista venga obligado a suscribir pólizas de Seguros por daños a terceros (sea en el campo puramente laboral o en el general civil y penal), mientras que los Seguros de todo riesgo de construcción, también llamado "de daños propios" de la obra, sea suscrito por la Propiedad.
- *Fianzas y/o avales de fiel cumplimiento del Contrato,* en la forma que proceda.

En la práctica actual de los Contratos de los grandes Planes de Obras subterráneas españolas, que se han venido comentando en esta Comunicación, el estudio de la resolución de incidentes que se presentan en la ejecución, se hace, podría decirse, "en tiempo real", en las reuniones sistemáticas comentadas

la sección de avance o necesidad de un machón central de roca; perforabilidad o excavabilidad de la roca; caudales aceptables como normales, etc.

En resumen, estas Memorias son los documentos que pueden y deben ser usados para estudiar o atender las reclamaciones del constructor, sirviendo de elemento de comparación con las llamadas "evidencias" que la ejecución ha presentado.

En la práctica actual de los Contratos de los grandes Planes de Obras subterráneas españolas, que se han venido comentando en esta Comunicación, el estudio de la resolución de incidentes que se presentan en la ejecución, se hace, podría decirse, "en tiempo real", en las reuniones sistemáticas comentadas. No obstante, ello no es norma general y de aquí que convenga calificar de conveniente la existencia de las Memorias y aceptarlas como elemento de partida para poder abordar tales estudios en otros casos en que la resolución se hace más tarde.

5. DESARROLLO DEL CONTRATO. LA CONSTRUCCIÓN

No vamos a entrar en el detalle del tema de la Construcción, sino a referirnos a algunos aspectos que tienen relación muy concreta con la Contratación de la obra.

a) Estudio de las reclamaciones del Contratista.

Se dice con frecuencia que, salvo casos extremos de conflicto entre las partes, las reclamaciones, en su práctica totalidad, van siempre en el mismo sentido. Sólo este hecho significa que la víctima de los imprevistos es sólo una de las partes. Dicho de otro modo, el constructor recibe un enorme grado de incertidumbre pues la verdadera problemática no la conoce el proyectista y por ello no la conoce la Propiedad y el único que la conoce a la perfección es el contratista pero sólo cuando termina la obra. No parece excesiva la pretensión de que se le deje exponerla y pedir la compensación.

b) Las Memorias del Proyecto y de la Oferta del Constructor.

En España se interpreta la Legislación vigente en el sentido de que, tanto la Memoria del Proyecto, como la de la Oferta del Contratista adjudicatario de la obra, no tienen valor contractual.

Puede aceptarse esto en términos generales, pero es claro que las hipótesis del Proyecto o de la Oferta, relativas a muchos aspectos de la ejecución de un túnel, que pueden afectar a los compromisos de plazo y coste de su Contratación, sólo pueden conocerse por medio de estos documentos. Son temas como los siguientes: partición de

6. CONCLUSIONES

Es indiscutible que seguirá siendo imposible lograr un pleno conocimiento previo del terreno que va a atravesar un túnel tan cierto y detallado como puede ser actualmente el de los elementos estructurales de otros tipos de obra. Pero la solución no está en dejar que se produzca el conflicto y llevar luego el disenso a un arbitraje de equidad que, en todo caso, sólo va a poder dirimir cual de las partes contratantes, Propiedad y Contratista, tiene razón y en que medida la tiene.

Lo que el arbitraje no va a resolver jamás es dificultad técnica alguna de las que plantean los terrenos del túnel, aunque dicho arbitraje tenga lugar en plena ejecución de la obra. Por eso, en España no deja de asombrarnos que en otros países la Propiedad rehuse discutir con la Contrata el coste de los trabajos extras, sea para evitar sorpresas, sea para arbitrar soluciones y, en cambio, no tenga inconveniente en aumentar el coste de la obra con los gastos del arbitraje, en porcentajes importantes (que pueden llegar a ser de entre el 3% y el 6% del presupuesto de la misma), cuando tales aumentos son totalmente estériles para la solución del problema.

La consecuencia es que la tendencia en España es aceptar, pese a su dificultad, la negociación directa y, para ello, es imprescindible incrementar aún más los medios de estudio de las obras subterráneas y, a la vez el conocimiento de los fracasos sufridos por fallos del terreno.

Se aprovechan estas Conclusiones para proponer a este Curso de Lisboa que en ambos países apliquemos esfuerzos conjuntos para mejor conocimiento futuro de los fallos del terreno, pese a las dificultades que presentan las barreras que hoy impiden ampliar la divulgación de las experiencias, porque es evidente que algo se debe hacer

Por todo ello, se aprovechan estas Conclusiones para proponer a este Curso de Lisboa que en ambos países apliquemos esfuerzos conjuntos para mejor conocimiento futuro de los fallos del terreno, pese a las dificultades que presentan las barreras que hoy impiden ampliar la divulgación de las experiencias, porque es evidente que algo se debe hacer.

Como se ha dicho recientemente, se aprende más de un fracaso que de muchos aciertos y, sin embargo, lo más frecuente es exponer en Cursos y Congresos los éxitos logrados en las obras de túneles, exposiciones también falaces, en cierto modo, por enfatizar exageradamente la llamativa parafernalia de las más modernas herramientas de estudio, sistemas de reconocimiento no destructivo o nuevos modelos matemáticos de cálculo, y no mencionar siquiera las dificultades o limitaciones de su aplicación.

Entra aquí, por supuesto, el problema de la responsabilidad profesional que se viene exigiendo últimamente a

los técnicos, de forma exagerada y totalmente fuera de los cauces razonables que el estado de la técnica permite. Preparan el ambiente los detractores sistemáticos de las realizaciones de la ingeniería civil, con sus exageradas y mendaces campañas de Prevención de riesgos en la construcción, que a veces aprovechan los llamados representantes sociales para atacar algunos proyectos. Entre ambos han creado una opinión pública contraria a las obras de infraestructuras, en general, y a los túneles en particular, y los poderes legislativo y judicial se ven arrastrados a una "cuasi" persecución de los técnicos.

Por todo ello, y aunque es muy difícil vencer las barreras judiciales que hoy impiden ampliar debidamente la información sobre los fallos del terreno, es clara la necesidad de hacer algo. Y en ese sentido, ocurre pensar en iniciar los análisis y divulgaciones dentro de una reserva que podrían dar las Universidades, para tratar, al menos, los casos no incurso en un procedimiento judicial. Para ello es imprescindible, por nuestra parte, la citada fórmula de reserva académica y, por otra, un esfuerzo claro de las Compañías de Seguros, para facilitar estas divulgaciones necesarias, que pueden reducir realmente el riesgo de los túneles, y no considerarlas materia reservada para la defensa de sus intereses, que no tiene por que dejar de hacerse, pero sólo la reserva no va a producir el efecto deseable, que es la seguridad de las personas y de las cosas, de lo cual somos todos responsables. ■

BIBLIOGRAFÍA

- BENET GOITIA, J.: "El panorama actual en las relaciones contractuales en la construcción de túneles en España y su posible desarrollo futuro". Curso sobre contratación y dirección de túneles. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid 1983
- CELADA TAMAMES, B (et al): "Aspectos importantes para conseguir una buena calidad en la construcción de túneles".- INGEOPRES, Octubre 2000.
- DE LA VALLE, N.: "Barcelona's new backbone runs deep". Tunnels & Tunneling International, Marzo 2002.
- MÁS GONZALEZ, J.M.: "Redacción de Proyectos encomendados al GIF de la L.A.V. Madrid – Frontera Francesa". Revista de Obras Públicas, Abril 1999.
- MELIS, M.: "Experiencias y resultados de la Ampliación del Metro de Madrid 1995 – 1999". Revista de Obras Públicas, n° extraordinario Diciembre 2000.
- MELIS, M., TRABADA, J.: "Construcción en 39 meses de 8 Km de túnel por el Método Clásico de Madrid". Revista de Obras Públicas, n° extraordinario Diciembre 2000.
- MENDAÑA SAAVEDRA, F.: "Valoración de las obras de túneles". Curso sobre contratación y dirección de túneles. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid 1983
- OLALLA TABAR, V.: "Dirección de obra en la administración". Curso sobre contratación y dirección de túneles. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid 1983
- ROMANA RUIZ, M.: "Planificación de reconocimiento para excavación de túneles en roca". Curso sobre contratación y dirección de túneles. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid 1983
- SERRANO HERRERO, J. M.: "Contratación de las obras de túneles". Curso sobre contratación y dirección de túneles. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid 1983
- SERRATOSA PALET, A.: "Dirección de obra en empresas privadas". Curso sobre contratación y dirección de túneles. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid 1983