

Cuadernos Técnicos GTED-UC
Nº 1 (2012)

CUADERNOS TÉCNICOS SOBRE
CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN

TRES OBRAS SINGULARES DEL INGENIERO JOSÉ CALAVERA EN CANTABRIA

José Calavera

Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.



Editores: L. Villegas, I. Lombillo & C. Liaño

Grupo de Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC)

Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander

“TRES OBRAS SINGULARES DEL INGENIERO JOSÉ CALAVERA EN CANTABRIA”. CUADERNOS TÉCNICOS GTED-UC SOBRE CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN, nº 1, 2012.

Dirección: Luis Villegas Cabredo

Coordinación: Ignacio Lombillo Vozmediano

Editores:

Luis Villegas Cabredo

Ignacio Lombillo Vozmediano

Clara Liaño Sedano

Comité Científico-Técnico:

Dr. Alfonso Lozano. *Universidad de Oviedo.*

Dra. Ana Sánchez-Ostiz. *Universidad de Navarra.*

Dr. Cesar Sagaseta. *Universidad de Cantabria.*

Dra. Cristina Vázquez. *Universidad de La Coruña.*

Dr. Eduardo Ruiz de la Riva. *Universidad de Cantabria.*

Dra. Elena Castillo. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Enrique Gonzalez-Valle. *UPM - Madrid TECH / Intemac*

Dr. Gerónimo Lozano. *Universidad de Oviedo.*

Dr. Ignacio Lombillo. *Universidad de Cantabria.*

Dra. Isabel Martínez. *Universidad de La Coruña.*

Dr. Jaime Fernández-Gómez. *UPM - Madrid TECH / Intemac*

Dr. Javier Torres. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Jorge Cañizal. *Universidad de Cantabria.*

Dr. José Calavera. *UPM - Madrid TECH / Intemac.*

Dr. José Lavado. Universidad de Granada.

Dr. José A. Martínez. *Universidad de Burgos.*

Dr. José M. Adam. *UPV - Valencia TECH.*

Dr. José M. Páez. *Gobierno de Cantabria.*

Dr. Jose R. Aranda. *Universidad de Cantabria.*

Dr. José T. San José. *Universidad del País Vasco.*

Dr. Juan A. Polanco. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Luis Villegas. *Universidad de Cantabria.*

Dr. J. Manuel Manso. *Universidad de Burgos.*

Dra. Maria L. Ruiz-Bedia. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Miguel Á. Aramburu-Zabala. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Pedro A. Calderón. *UPV - Valencia TECH.*

Dr. Pedro A. Gómez-Portilla. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Pere Roca. *UPC - Barcelona TECH.*

Dr. Ramón Losada. *Universidad del País Vasco.*

Dr. Rogelio Olavarri. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Salvador Ivorra. *Universidad de Alicante.*

Dra. Soledad Nogués. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Vitor Abrantes. *FEUP Porto – Portugal.*

Los editores no asumen responsabilidad alguna sobre la actualidad, corrección, el estado completo o la calidad de la información disponible. No se asume responsabilidad por los editores de cualquier daño a personas o bienes como consecuencia de la información proporcionada por los autores. El uso no autorizado puede infringir los derechos de propiedad de la publicación.

ISBN 978-84-616-0525-5

DEPÓSITO LEGAL: SA-668-2012

Imprime:

Gráficas Iguña, S.A.

TRES OBRAS SINGULARES DEL INGENIERO JOSÉ CALAVERA EN CANTABRIA

ÍNDICE

CURRÍCULUM VITAE DEL PROF. JOSÉ CALAVERA	2
PRÓLOGO AL CUADERNO N°1 – Prof. Luis Villegas.....	3
1 EL TELEFÉRICO DE FUENTE DÉ EN LIEBANA (1963-66).....	5
1.1 Antecedentes.	5
1.2 Características generales.....	6
1.3 El proyecto.....	7
1.4 La ejecución de las obras.....	13
Referencias bibliográficas	14
2 CUBIERTAS ESPACIALES DEL MERCADO NACIONAL DE GANADOS EN TORRELAVEGA (1968-73).....	15
2.1 Antecedentes e importancia de la obra.....	15
2.2 Características generales: Programa y análisis de soluciones.....	18
2.3 Descripción de la solución adoptada: Nave principal. Nave nº 2. Marquesina.....	19
2.4 Montaje.....	26
Referencias bibliográficas.....	28
3 MONUMENTO AL INDIANO Y A LA MARINA DE CASTILLA EN PEÑA CABARGA (1968).	29
3.1 Antecedentes y situación actual.....	29
3.2 Características generales.....	30
Referencias bibliográficas.....	32

CURRÍCULUM VITAE DEL PROF. JOSÉ CALAVERA



Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

Catedrático Emérito de Edificación y Prefabricación de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Madrid (UPM).

Presidente de Honor de INTEMAC.

Miembro de la "Commission on Prefabrication" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).

Miembro del TG 2.2 "Design by Testing" de la Commission 2 "Safety and Performance Concepts" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).

Ha sido anteriormente:

- Presidente de la Commission VII "Reinforcement: Technology and Quality Control" (CEB).
- Presidente del Joint-Committee on Tolerances (CEB-FIB).
- Presidente del Task Group "Precast beam-block floor systems" de la FIB (Fédération Internationale du Béton).
- Asesor para Europa del "International Council on Tall Buildings".
- Miembro del Administrative Council del CEB.
- Miembro del Equipo de Redacción del MODEL CODE CEB-FIB 1990.
- Presidente del Comité de Redacción del EUROCÓDIGO "Design of Concrete Foundations".
- Presidente del Grupo de Trabajo "Precast Prestressed Bridges" del FIB.
- Presidente del Grupo de Trabajo "Treatment of Imperfections in precast concrete" de la Federación Internationale du Béton (FIB).
- Miembro de la Comisión Permanente Interministerial del Hormigón.
- Presidente de ACHE (Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural).

Entre los galardones y menciones recibidas, destacan:

- "Medalla de la Asociación Técnica Española del Pretensado" (A.T.E.P.) (1978).
- "Profesor Honorario" de la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Santiago de Chile (1980).
- "Miembro de Honor" de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Santiago de Chile (1980).
- Elegido Fellow del American Concrete Institute (A.C.I.) (1982).
- "Medalla de Honor" del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (1987).
- Medalla "Eduardo Torroja" (1990).

- Medalla de la Asociación Española de la Carretera (1991).
- Doctor Honoris Causa de la Universidad Politécnica de Valencia en 1992.
- Medalla Institucional de la Universidad "Lisandro Alvarado" de Venezuela (1993).
- Miembro del Comité Científico y Técnico de la Fundación García Cabrerizo (1994).
- Medalla de la Fédération Internationale du Béton (F.I.B.) (1999).
- Medalla de Honor al Fomento de la Invención de la Fundación García-Cabrerizo (1999).
- Premio del Grupo Español de IABSE (2000).
- Premio "Grandes Figuras de la Ingeniería" de la Asociación Italiana de la Prefabricación (CTE) (2000).
- Premio ANIFER (2001).
- Miembro de Honor de la Asociación de Consultores de Estructuras (ACE). (2001).
- Académico de Honor de la Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote (2003).
- Miembro de Honor de la Asociación Argentina de Ingeniería Estructural (2004).
- Premio "Camino de Santiago" de la Ingeniería Civil (2004).
- Elegido "Fellow" de IABSE (International Association for Bridge and Structural Engineering) (2006).
- Miembro del Patronato de la Fundación Juanelo Turriano (2006).
- Colegiado de Honor del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas (2008).
- Premio "Mejor Perfil Profesional en Patología de la Construcción" de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad y Patología de la Construcción (ALCONPAT). Valparaíso (Chile). 2009.
- Elegido "Fellow" de ASCE (American Society of Civil Engineers). 2009.
- Miembro de Honor de la Asociación de Consultores Independientes de Estructuras de Edificación (ACIES). 2011.

Entre sus proyectos destacados figuran el Teleférico de Fuente De (Cantabria), las Cubiertas Espaciales del Pabellón de Deportes del Real Madrid, de la Fábrica de Cervezas de Mahou (Madrid), las Cubiertas Espaciales del Mercado Nacional de Torrelavega y numerosas Instalaciones Industriales, especialmente Papeleras, Siderurgias y de Prefabricados.

Es autor de dieciséis libros en español, dos en inglés y uno en italiano, de tres Monografías y de 177 Artículos sobre temas de Cálculo de Estructuras, Hormigón Armado y Pretensado, Seguridad Estructural, Prefabricación, Control de Calidad y Patología de Estructuras. Ha dirigido 28 Tesis Doctorales.

PRÓLOGO AL CUADERNO Nº1 – Prof. Luis Villegas

En Diciembre de 2011 el **Grupo I+D+i de Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC)** tomó la decisión de iniciar una colección de **“Cuadernos Técnicos sobre construcción y rehabilitación”**. Se trata de recoger temas monográficos de interés general y en cada número se pretende resumir, con carácter divulgativo y formativo, obras referentes a un autor concreto, a modo de homenaje a su figura, o a una tecnología o periodo constructivo determinado.

En general, sin ser excluyente, los Cuadernos **se enfocarán a obras construidas en Cantabria**, se pretende con ello prestar un servicio de nuestro Grupo a la Región donde ejercemos nuestra actividad universitaria de docencia e investigación. Entre otras monografías, planeamos dedicar una serie a las **“estructuras y construcción de los edificios de diferentes épocas de nuestra historia”**, a saber: las **“colegiatas románicas”**, las **“iglesias mayores góticas”**, las **“torres del renacimiento”**, las **“casonas montañosas”**, la **“edificación industrial”**, las **“obras singulares de hormigón armado”**, etcétera.

A la hora de elegir el primer número no tuvimos duda alguna, pensamos en **“Tres obras singulares del Ingeniero José Calavera en Cantabria”**, a saber: **El Teleférico de Fuente Dé en Liébana, El Mercado Nacional de Ganados en Torrelavega y El Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla en Peña Cabarga**. Se trata de recoger los antecedentes de estas construcciones singulares, las características de sus proyectos y de la ejecución de las mismas; las tres obras han tenido una importante incidencia en nuestra Región, en especial el Teleférico de Fuente Dé, por su transcendencia en el desarrollo turístico y económico de la comarca de Liébana, en los Picos de Europa en donde se ubica (según datos ofrecidos por CANTUR – Sociedad Regional Cántabra de Promoción Turística – el Teleférico ha transportado desde su inauguración más de 15 millones de viajeros y en lo que va de este siglo XXI la media anual de viajeros supera el medio millón de personas). Asimismo, con este Cuaderno se pretende rendir un merecido homenaje a la excepcional figura de su autor, que tan ligado ha estado a Cantabria.

Cuando se lo propusimos a José Calavera Ruiz, allá por las Navidades de 2011, nos manifestó al minuto su aprobación y agradecimiento: Realmente, la gratitud es para GTED-UC, para nosotros es un gran honor empezar esta colección de Cuadernos con un número dedicado a sus obras, al tiempo que rescatamos una serie de conocimientos y hechos de interés para Cantabria, que podrían haberse perdido de no haberlos condensado en esta monografía que se presenta.

El **Profesor Calavera** es uno de los ingenieros españoles más relevantes, su **currículo profesional es impresionante**. Quisiera destacar, aquí, tres facetas del mismo: En primer lugar, su enorme **labor docente**, que ha desarrollado a través de numerosos cursos, un sinfín de conferencias (pronunciadas con una brillantez y agudeza dignas de elogio) y especialmente sus muchos libros (algunos traducidos a otros idiomas) que han servido a la formación de varias generaciones de Técnicos. Además, su gran **actividad investigadora**, se cuentan por decenas las tesis doctorales que ha dirigido y los artículos técnicos que ha firmado. Finalmente, la creación en 1967, del **Instituto Técnico de Construcciones y Materiales (INTEMAC)**, con centros en varias regiones españolas, más de 250 personas trabajando, de las cuales 123 son titulados universitarios pertenecientes a 32 profesiones diferentes, y, sobremanera, la gran labor que ha desarrollado en orden a sistematizar la cultura del control de calidad en el proceso constructivo, que es merecedora de felicitación.

Si amplios son los **méritos de José Calavera** en la dimensión profesional, no lo son menos en su **faceta personal**. Destacaré, aquí, algunos rasgos que me han llamado la atención: En primer lugar, el gran sentido de la **amistad** (mostrada a diario, siempre), su **generosidad** sin límites (realmente sobresaliente: A modo de ejemplo, a la Cátedra de Edificación de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Santander nos llegan, puntualmente y desde hace más de treinta años, todos los libros de Calavera y las numerosas publicaciones de INTEMAC, entre ellas su famosa colección de libros de Navidad, que recoge lo mejor de la historia de los avances tecnológicos de la construcción) y su **caballerosidad** fuera de lo común.

Respecto a la **redacción de este primer Cuaderno**, José Calavera nos ha facilitado una serie de notas y referencias sobre estos proyectos; así como, planos y fotografías de los mismos. Con este material, tres Ingenieros de GTED hemos tratado de dar un orden a la exposición de las obras que nos ocupan; sus resúmenes han sido preparados tal como sigue: La obra del Teleférico de Fuente Dé lo ha sido por el Profesor que firma este Prólogo, las del Mercado Nacional de Ganados de Torrelavega y del Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla de Peña Cabarga lo han hecho los **Ingenieros Ignacio Lombillo Vozmediano y Clara Liaño Sedano**, respectivamente.

Prof. Luis Villegas Cabredo

Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.

Catedrático de Edificación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, C. y P. de Santander.

Director del Grupo I+D de Tecnología y Gestión de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC).

1 EL TELEFÉRICO DE FUENTE DÉ EN LIEBANA (1963-66)

1.1 Antecedentes.

En 1962 di un Curso sobre Estructuras de Hormigón Armado en el Colegio de Arquitectos de Santander. El Presidente, en esos momentos, era Ángel Hernández Morales, Arquitecto. No recuerdo de cuántas sesiones constó el curso pero creo que se daba una sesión semanal durante un cierto número de semanas. Hice amistad con Ángel Hernández, que era una persona entrañable, y terminé el curso.

A los tres o cuatro meses me llamó Ángel Hernández Morales, que era Arquitecto de la Diputación de Santander, para exponerme que el Presidente de la Diputación, Pedro Escalante, tenía la idea de hacer un Teleférico en los Picos de Europa que sirviese para la difusión de los Picos. La Diputación tenía, aparte de la Sección de Arquitectura que dirigía Ángel Hernández Morales, muy bien cubierta la Sección de Carreteras con un Ingeniero de Caminos, excepcional, García Lorenzo, y la de Obras Hidráulicas que no recuerdo el nombre de su Jefe, pero el Teleférico planteaba problemas estructurales muy serios, de gran envergadura, especialmente en las estaciones y necesitaba un especialista en estructuras y la Diputación no lo tenía. Me propuso que me encargase yo del tema y acepté.

Yo siempre, desde muy temprano, pensé que la colaboración de Arquitectos e Ingenieros era enriquecedora para muchos tipos de obras y después de pensarlo unos días llamé a Ángel Hernández Morales invitándole a colaborar conmigo en el Proyecto y en la Dirección de Obra y aceptó.



Fig. 1.1: Estación inferior, a 1070 m. de altitud, del Teleférico de Fuente Dé.

La construcción del Teleférico de Fuente Dé (Fig. 1.1 y 1.2) se decidió dentro de un programa de Promoción de Turismo que en aquellas fechas adoptó la Diputación de Santander, y que en particular incluía la ordenación de los términos municipales de Potes y Camaleño, situados a 117 y 137 km, respectivamente de Santander.

Potes constituye un importante centro comercial y cultural de la comarca de Liébana y está enlazado con Espinama por una carretera de 20 km, situada a 877 m de altitud, constituye el punto de partida para la penetración en los macizos oriental y central de los Picos de Europa.

Fuente Dé está situada en el fondo del valle del Deva y es realmente el nacimiento de este río, junto al cual se proyectó el Teleférico. De Espinama a Fuente Dé hay 4 km de buena carretera, y en Fuente Dé, junto a la Estación inferior del Teleférico, existe un Parador de Turismo que es una excelente base de partida para excursiones de caza, esquí y montañismo.

La impresionante belleza del lugar hacía especialmente delicado el problema del emplazamiento, y requería un singular cuidado en el tratamiento estético de las estaciones.

Este tratamiento estaba fuertemente condicionado por aspectos funcionales impuestos por la maquinaria y el trazado de cables, pero fue muy cuidadosamente considerado.



Fig. 1.2: Estación superior, a 1820 m. de altitud, del Teleférico.

1.2 Características generales.

El teleférico proyectado es de sistema bicable sin apoyos intermedios, con la Estación Inferior a cota 1070,25 y la Superior a cota 1820,00, el desnivel se salva en un solo vano con 1419 m de cable. Las características del perfil del teleférico pueden apreciarse en la Fig. 1.3.

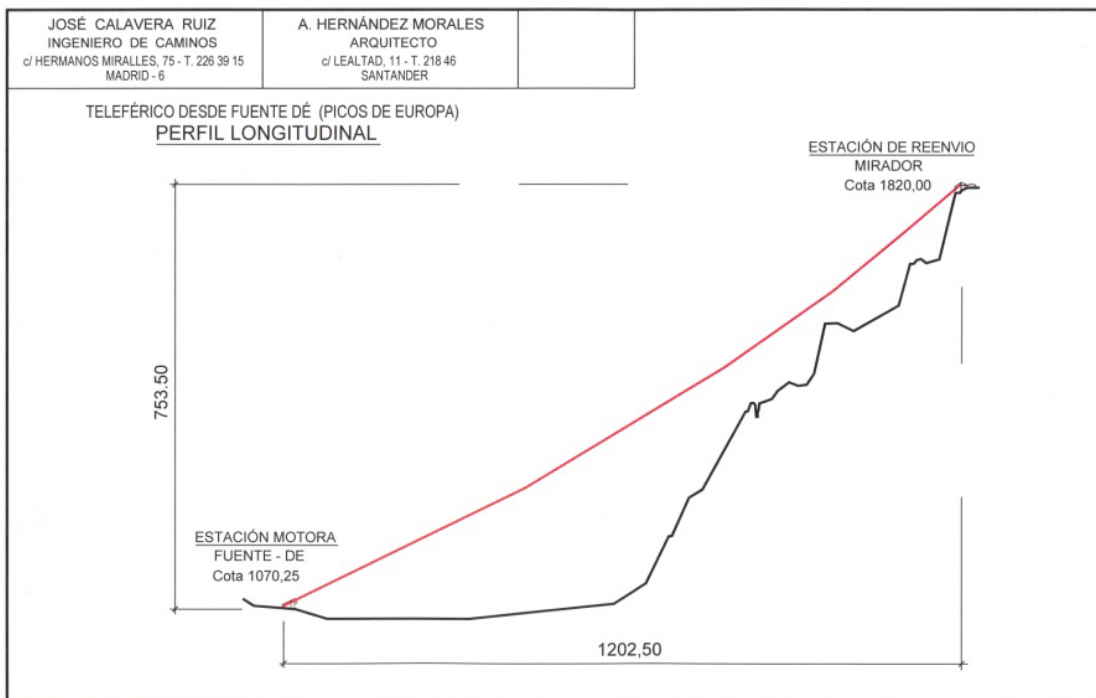


Fig. 1.3: Perfil longitudinal del Teleférico que salva un desnivel de más de 750 m.

La Estación Superior termina junto al llamado Mirador del Cable, que es un balcón en voladizo sobre el valle, y coloca a los excursionistas en un punto desde el cual se puede llegar fácilmente al Refugio de Aliva, situado a 1640 m por una pista con pendiente máxima del 15 por ciento. Desde Aliva se puede descender, también por la pista, hasta Espinama, pero las pendientes alcanzan en este tramo el 25 por ciento (ver Fig. 1.4). Estas pistas son aptas para vehículos todo-terreno, pero naturalmente de octubre a junio el paso es imposible, pues se hace a través de los neveros de la falda SE de la Peña Vieja (2613 m).

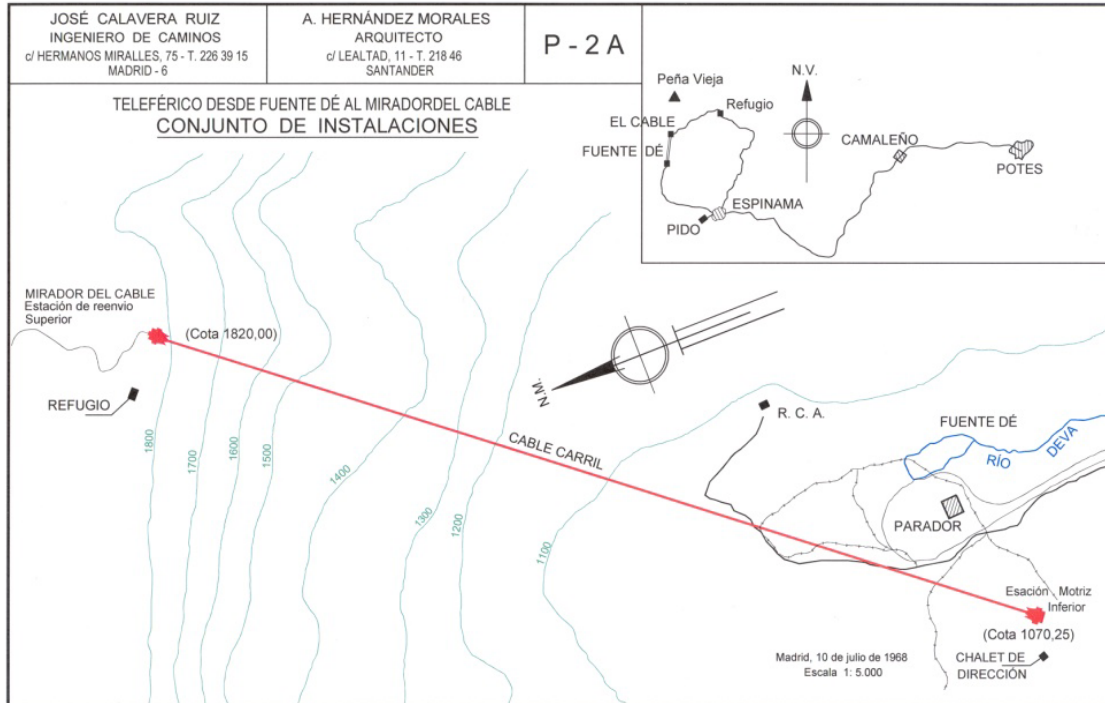


Fig. 1.4: Planta con el conjunto de instalaciones alrededor del Teleférico.

La Estación Motora es la inferior y funciona normalmente con motores eléctricos, aunque dispone de un motor Diesel de reserva para terminar el viaje en caso de interrupción del suministro eléctrico. En esta estación están situados los contrapesos de los cables carril.

La Estación Superior es la de reenvío y en ella están anclados los cables carril por arrollamiento en unos rodetes de hormigón situados en un edificio no accesible al público. Desde esta estación es posible lanzar una cabina especial que circula por los cables de socorro, para el salvamento de viajeros en caso de que las cabinas normales queden inmovilizadas. Si esto no es posible, el salvamento puede realizarse por una trampilla, descendiendo los viajeros en un saco sujeto por un cable a un dispositivo especial con freno tipo "Davy".

Toda la instalación está protegida con instalaciones de seguridad, y en particular con un sistema que, con independencia del operador, situado en la Estación Inferior, interrumpe el movimiento de las cabinas si su velocidad normal de 8 m/s se excede en más de un 10 por ciento, o si en dos puntos próximos a cada estación la velocidad no se reduce 4 m/s y 1,50 m/s, respectivamente. Existe además un freno de mordazas que actúa sobre los cables carril y puede ser accionado manualmente desde las cabinas.

1.3 El proyecto.

La obra civil, compuesta principalmente por los edificios de ambas estaciones, constituye un caso de estructura de hormigón armado de los más complejos que yo he encontrado a lo largo de mi vida profesional. Esta complejidad surge por un lado, por los problemas planteados por los cambios térmicos de la estructura, que son naturalmente muy fuertes. Por otro lado, la abundancia e importancia de las cargas puntuales producidas por las instalaciones mecánicas,

muchas de las cuales, aparte de su carácter dinámico tienen componentes horizontales y ascendentes importantes, lo que complicaba el cálculo estructural.

En el Proyecto intervinieron, también, un Ayudante de Obras Públicas, hoy Ingeniero Técnico de Obras Públicas, y Aparejador, hoy Arquitecto Técnico, José Antonio Ortiz Simón, que colaboraba conmigo habitualmente en mis Proyectos, pero no intervino, dada su permanencia en Madrid, en la Dirección de Obra.

Acabamos el Proyecto en 1964 y tenía que ser tramitado dentro del Ministerio de Obras Públicas, en la Dirección General de Transportes y más en concreto en la Sección de Ferrocarriles Especiales y por lo tanto era forzoso que fuese redactado por un Ingeniero de Caminos y visado por el Colegio de Ingenieros de Caminos.

Ángel y yo tuvimos ciertas dificultades por poner en los planos un sello del Proyecto combinado de Ingeniero y Arquitecto: Tanto él en el Colegio de Santander como yo en la Demarcación del Colegio Nacional de Ingenieros de Caminos de Madrid, pero vencimos esas pequeñas dificultades. (Hay que pensar que estamos hablando de 1964, y no eran frecuentes en España las colaboraciones interprofesionales. En el resto de Europa y en USA ya lo eran). Finalmente conseguimos el visado de ambos Colegios.

En la placa inicial de bronce colocada en la estación inferior figuraba el General Franco como Jefe del Estado, el Presidente de la Diputación de Santander, Pedro Escalante, yo como Ingeniero de Caminos, a continuación Ángel Hernández Morales como Arquitecto y creo recordar que Manolo Carrión como Aparejador. Figuraba, asimismo, el Ingeniero de Caminos García Lorenzo, que es el autor de la carretera de Espinama a Potes, que es una carretera excepcionalmente bien trazada y bien construida. Yo tengo un gran recuerdo de él en los contactos que tuvimos, pues la carretera se desarrolló a la vez que las obras del Teleférico y que las obras del Parador de Fuente Dé.

Después esta placa, por motivos políticos, ha sido suprimida y sustituida por una placa, que no sé quién redactó pero aparece primero el Arquitecto y después el Ingeniero, cuando no debería ser así.

Lo que no fue por completo idea nuestra, es el Balcón del Cable (Fig. 1.5), que está en la cornisa de la Estación Superior. Allí había ya un pequeño balcón que había servido durante la guerra europea de 1914 a 1918, para poner en explotación una pequeña mina de blenda, que se transportaba al fondo del valle, en una bolsa enganchada a un cable. Nosotros recogimos la idea y construimos un balcón de grandes dimensiones.



Fig. 1.5: Balcón del cable, a 1820 m. de altura, junto a la Estación Superior del Teleférico.

El cálculo se realizó a finales de 1963 y los Planos, Pliego de Condiciones y el Presupuesto a primeros de 1964. Estaba en vigor la "Instrucción" de 1939 pero acaba de aparecer en 1962, la

Montaña Quijano. El Teleférico es del tipo bicable o de vaivén y tiene tres cables por cada cabina; uno, el carril, que es un cable cerrado muy especial, un cable tractor para el movimiento de las cabinas y un cable de socorro para las cabinas que, en caso de un accidente, se lanzan desde la estación superior y se acoplan a las cabinas usuales.



Fig. 1.10: Vista de la escalera de acceso.

Fig. 1.11: Perspectiva de una de las cabinas desembarcando en la Estación Superior.

Ceretti Tanfani nos impuso la condición de que considerásemos un manguito de hielo de 50 cm de diámetro alrededor de cada cable carril, lo cual suponía una carga de 278 Tn en los 1.419 m de cada cable carril. La verdad es que no se han formado jamás manguitos de hielo de ningún diámetro en los cables, probablemente porque existe una corriente ascendente de aire caliente en el fondo del valle que sube hasta la estación superior, con lo cual el Teleférico resultó muy holgado. Nosotros proyectamos la obra civil para dos cabinas de quince personas, aunque se montaron inicialmente cabinas de ocho personas.

La instalación del Teleférico resultó desde el primer momento un éxito total desde todos los puntos de vista, en particular de la asistencia de público y pronto hubo que cambiar cables y motores (la obra civil, como ya he dicho, estaba preparada para cabinas de quince personas) para instalar cabinas de quince personas y luego se ha ampliado a treinta. El primer cambio, de ocho a quince personas, de las cabinas fue realizado por Ceretti Tanfani.

El cambio de quince a treinta personas fue realizado por Agustín Gómez Obregón que me solicitó el préstamo del proyecto original pero, en vez de eso, le autoricé a que utilizase el ejemplar visado del Colegio de Ingenieros de Caminos, dándole la autorización correspondiente al Colegio, porque los originales los conservo en mi poder y eran de los antiguos planos, memoria de cálculo y demás documentos de papel vegetal y los conservo como recuerdo, pero están muy frágiles para sacar copias de ellos. Pienso que en este tercer cambio se varió de Ceretti Tanfani a una empresa francesa. Debo hacer constar que yo intervine en el proyecto inicial del Teleférico, pero no he intervenido en ninguna cuestión más. (La ausencia de los manguitos de hielo en los cables carril, situaba al teleférico en una posición técnica muy holgada, pero cada cambio de cabinas suponía un cambio de motores, cables, maquinaria y probablemente no había espacio para más cambios).

público) y que están arrollados simplemente con tres vueltas porque el decrecimiento de la tensión de los cables es inversamente exponencial y basta para anclar los cables por rozamiento. Como medida de precaución, para que no ande el cable en la punta libre moviéndose se sujeta a un perfil puramente simbólico.

1.4 La ejecución de las obras.

A la Dirección de Obra se unió Manolo Carrión, que también se hizo amigo inolvidable, y falleció prematuramente. Manolo era el Aparejador (Arquitecto Técnico) de la Diputación, trabajaba a las órdenes de Ángel Hernández Morales, y fue una pieza esencial en su cometido durante las obras.

En la construcción no se registraron problemas especiales, salvo los habituales en obras de este tipo. La Empresa Constructora fue AGOSA, regida por un gran Ingeniero de Caminos, Agustín Gómez Obregón. El personal de la empresa (en la obra trabajaban una docena de operarios), salvo tres personas, tenían poca experiencia de obras de hormigón, pero aprendieron rápidamente e hicieron la estructura muy bien. Nos fabricábamos los separadores por un procedimiento casero (entonces no se producían en España) y toda la obra se hormigonó con hormigonera de eje inclinado de 250 l. teóricos, cargada a 150 l.

El problema para el control de la resistencia del hormigón era doble. Por un lado no había ningún laboratorio ni a media distancia. Por otro lado no había energía eléctrica en la obra (llegó cuando se montaron las cabinas). En vista de esto, elegimos una prensa manual de émbolo de aceite y manejo a mano para conseguir la presión. Adiestramos a dos operarios en la fabricación, curado, refrentado y ensayo de las probetas, que lo hicieron muy bien. En toda la obra el hormigón presentó una resistencia del orden de 30 MPa a 28 días.

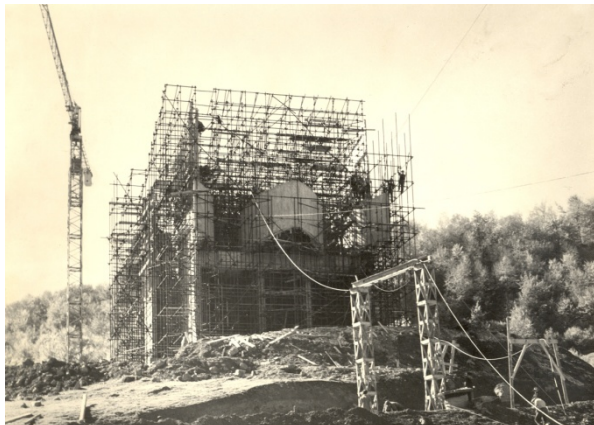


Fig. 1.14: Construcción de la Estación Inferior.



Fig. 1.15: Construcción de la Estación Superior.

Tuvimos mucho cuidado con el problema de las temperaturas, ensayamos los áridos a heladicidad (ensayo que sigue en uso, y que no tiene la fiabilidad que se le supone) y como medida de precaución adicional empleamos un agente aireante en el hormigón.

Fig. 1.16: Ferralla de uno de los elementos estructurales.



Debo decir que en la estación superior (Fig. 1.15) solamente se trabajaba desde mediados de junio a principios de septiembre, porque si caía una nevada los operarios se quedaban aislados y corrían grave riesgo, por lo cual la obra se inauguró el año 1966. Y presentó dificultades considerables: La inexistencia de agua para el amasado y curado del hormigón obligó a

transportarla desde Espinama en vehículos especiales, a través de la pista que sube al Refugio de Aliva; lo mismo hubo que hacer con la ferralla (Fig. 1.16).

En la estación inferior (Fig. 1.14) se trabajaba todo el año pero presentó unos problemas de envergadura para la excavación de los pozos de contrapesos porque está situada en la morrena de retroceso de un glaciar y no teníamos bombas más que de gasolina, (la energía eléctrica llegó al final cuando era necesaria para el funcionamiento del teleférico) lo cual creaba unas dificultades que nos obligaron a hacer un drenaje gigante alrededor de la estación; pero que con la técnica de esos años, tenía una vida útil de unos 25 años.

Con los años y mis ocupaciones, he ido poco por Fuente Dé, pero en 2006 fui a Santander a la Escuela de Ingenieros de Caminos invitado por el Catedrático de Edificación, el Prof. D. Luis Villegas, y me preparó un viaje sorpresa a Fuente Dé. Allí estaba, de Jefe de Cabinas, José Sebrango. Él y su padre trabajaron en la obra de Fuente Dé, José Sebrango me dijo que los pozos de contrapesos estaban inundados, como corresponde a un drenaje de 42 años.

Referencias bibliográficas

- CALAVERA, José. "El Teleférico de Fuente Dé desde el cielo". CAUCE 2000, Marzo-Abril 1988. Revista de Colegio de Ingenieros de Caminos.

2 CUBIERTAS ESPACIALES DEL MERCADO NACIONAL DE GANADOS EN TORRELAVEGA (1968-73)

2.1 Antecedentes e importancia de la obra.

Desde un punto de vista de su interés técnico, las cubiertas de este mercado obtuvieron uno de los premios a las mejores construcciones metálicas otorgados por Sercometal. Destaca en esta obra su ligereza y valor estético, así como la simplicidad de los materiales utilizados (esferas y tubos) y la ejecución de los nudos y el montaje.

En España el Ministerio de Agricultura decidió hacia 1968 construir varios grandes Mercados Nacionales distribuidos en el territorio nacional, con el objetivo de concentrar la compra-venta de reses en dichos grandes Mercados. Luego llegarían otros como consecuencia de la puesta en marcha en 1975 por parte del Ministerio de Agricultura del Plan Nacional de Mercados de Ganado (Decreto 1015/75, de 17 de abril), así se alcanzó la cifra de 8 mercados nacionales (Torrelavega, Santiago de Compostela, Talavera de la Reina, Medina del Campo, Zafra, Jerez de la Frontera, León, y Pola de Siero).

El proyecto del Mercado Nacional de Ganados de Torrelavega lo financiaba el Ayuntamiento de Torrelavega con diversas ayudas de Organismos Oficiales. Por lo tanto, se le encargó el Proyecto a Federico Cabrillo, Arquitecto Municipal, y la colaboración en la Dirección de Obra a Gerardo Cavadas como Arquitecto Técnico Municipal.

Federico Cabrillo se dio cuenta de la necesidad de construir espacios grandes, lo cual exigía cubiertas de gran luz, para que el Ferial tuviese, aparte de su utilidad directa como mercado de ganados, muchas otras utilidades como exposiciones de diversos tipos, espectáculos deportivos, etc. Entonces por consejo suyo el Ayuntamiento nos invitó a cinco equipos, unos de Arquitectos y otros de Ingenieros de Caminos, a presentar un anteproyecto para las soluciones de las cubiertas. Debo decir que el asunto estaba claramente planteado porque se invitó solamente a cinco grupos que tenían experiencia probada en la cobertura de grandes luces y se les abonó a los cinco equipos los honorarios de anteproyecto, si bien al ganador como se le abonaban los honorarios de proyecto se deducían de éstos los del anteproyecto. Pocas veces se hacen concursos con esta claridad de planteamiento.

INTEMAC se había fundado en el año 1967 y hasta 1971 hacíamos proyectos, hasta que nos dimos cuenta de que esto era incompatible porque se inició la dedicación de INTEMAC predominantemente al Control de Calidad y al Laboratorio de Ensayos, y por lo tanto controlábamos proyectos y obras de competidores. Aparte de esto, la independencia de proyecto, dirección de obra y construcción la exigen todos los reaseguradores mundiales.

INTEMAC nos designó a Enrique González Valle y a mí como encargados de desarrollar la solución que se iba a presentar para el Mercado de Torrelavega.

Yo tenía una larga experiencia en las cubiertas espaciales pues había hecho antes de eso cinco. La mayor, la del Pabellón de Deportes del Real Madrid, hoy demolida como el resto de la Ciudad Deportiva. La Cubierta del Real Madrid tenía 50 x 70 m² y era horizontal. Durante poco tiempo fue récord mundial en su tipo. Estas cubiertas las proyecté en unión de mi compañero, Pablo Bueno. En cuanto a Enrique González Valle, tenía ya una experiencia considerable en estructuras metálicas.

El Ferial de Ganados presentaba una nave principal de 60 m de luz y 250 m de longitud (Fig. 2.1). Había una nave, denominada nº 2, de luz 38,20 m y una marquesina de entrada que tenía un vano de 19,50 m y un voladizo de 7,50 m. Se adoptó para la nave principal una bóveda espacial de directriz circular de relación flecha-luz 1/6 y que se construyó en el suelo montándola con grúas ligeras. Con posterioridad se describirá el procedimiento de montaje. La bóveda espacial apoya en rótulas plásticas y naturalmente ejerce empujes importantes en los edificios de estructura de hormigón en los que apoya. Para la nave nº 2 de 38,20 m de luz se empleó un sistema consistente en construir la cubierta y anclarla en los apoyos exteriores, para luego construir la cobertura. Esto permitía reducir el momento total al 67 % de la estructura construida como isostática. Curiosamente, en este sentido, el Presidente de la Sesión en que

presentamos las tres cubiertas en la “Segunda Conferencia de Estructuras Espaciales” en Londres (1975), no señaló en primer lugar la bóveda, sino que destacó como original la manera de anclar la cubierta plana y la reducción de momentos flectores a que conducía. La sobrecarga de nieve reglamentaria era muy ligera en Torrelavega (40 kg/m²) y se consiguió una solución de bóveda espacial que tenía 17,14 kg/m² de acero, lo cual es una ligereza notable para una luz de 60 m.

Aunque Enrique González Valle y yo fuimos los ganadores del concurso de las cubiertas, dado que las estructuras espaciales iban a apoyar en la estructura de hormigón, le ofrecimos al Arquitecto Federico Cabrillo nuestra colaboración desinteresada para calcular la estructura de hormigón y su cimentación. La cimentación resultó especialmente complicada porque hubo que emplear pilotes porque la mayor parte del suelo de cimentación eran fangos orgánicos.

La construcción la realizó Construcciones Ángel Rodríguez (ARCISA) mediante selección por concurso del Ayuntamiento. El Control de Obra lo realizó INTEMAC que montó un pequeño laboratorio en obra y un técnico de INTEMAC estuvo en la obra permanentemente hasta que se terminaron las estructuras de hormigón y metálicas.



Fig.2.1: Perspectiva general de la obra terminada.

El 27 de junio de 1973, Torrelavega vistió sus mejores galas para inaugurar su Mercado Nacional de Ganados. Los entonces Príncipes de España, don Juan Carlos y doña Sofía, junto con los ministros de Agricultura, Trabajo, y Educación y Ciencia, Tomás Allende García Baxter, Licinio de la Fuente y Julio Rodríguez Martínez, respectivamente, acudieron a la capital del Besaya para abrir las puertas de la nueva sede del primer mercado pecuario de España.

Era el inicio de la época moderna del mercado de Torrelavega. Después de doscientos años de historia, los torrelaveguenses, gracias al impulso de su Corporación municipal, presidida por Jesús Collado Soto, contaban con unas instalaciones acordes a la demanda de la sociedad.

Desde muy antiguo, las transacciones ganaderas han estado ligadas a la vida económica y social de Torrelavega. Su inicio lo encontramos en el reinado de Carlos III (Real Cédula de 1767), por la que se aprueban la celebración de ferias de ganado el tercer jueves de cada mes. Torrelavega celebrará su primer mercado en 1799, afianzándose en 1844 con la celebración, cada quince días, de la feria en la actual plaza de La Llama.

La introducción de la vaca pinta holandesa, en 1878, la creación de las ferias de Santa Isabel y Santa María, en 1881 y 1882, respectivamente, y, posteriormente, la de San Juan, encumbran al mercado de Torrelavega.

El discurrir de los años, y el propio desarrollo de la ciudad, hacen necesario un lugar propio, con las suficientes garantías higiénico sanitarias y servicios administrativos para los ganaderos, donde realizar las transacciones ganaderas.

Por tanto, debido a las importantes ferias de ganados que se celebraban al aire libre en Torrelavega, en un recinto que ya era muy deficiente por superficie, y que carecía de los servicios fundamentales y precisos de estos mercados, el Ministerio de Agricultura y el

Ayuntamiento de Torrelavega se propusieron construir, en esta ciudad, un Mercado Nacional de Ganados. De este modo, después de la publicación, en 1968, de la Orden del Ministerio de Agricultura, una inversión de 245 millones de pesetas y 18 meses de trabajo, nace, en 1973, el moderno Mercado Nacional de Ganados de Torrelavega, el cual años más tarde recibirá el nombre de Jesús Collado Soto, alcalde del municipio e impulsor de la obra.

En base a lo referido, el lector puede hacerse una idea de la importancia que ha supuesto, y aún supone, la ejecución del Mercado Nacional de Ganados para el desarrollo de Cantabria en general y de Torrelavega en particular. De forma más concreta, y a modo de resumen, se considera oportuno hacer una breve referencia a alguna de las actividades que se han desarrollado en el seno de la construcción, muchas de las cuales todavía hoy perduran.

De esta forma, como ferias regulares, los mercados de contratación de ganado vacuno, ovino y caprino, equino y asnal se celebran todos los miércoles del año. Por su parte, los martes por la tarde se desarrolla la tradicional feria de terneros, en este sentido la Cuadrona (como también se conoce este mercado) está considerada como el mercado piloto de referencia de los precios de los terneros en Europa (Fig. 2.2).



Fig. 2.2: Instante tomado durante la celebración de una de las ferias de ganado y perspectiva de la bóveda espacial y de los pórticos, transversales a la nave principal, que recogen los empujes horizontales de la cubierta.

A estas ferias regulares, el Mercado añade ferias, concursos y exposiciones puntuales que tienen lugar una vez al año. De esta forma se desarrollan las ferias anuales de ganado equino de Santa María (18 de abril), San Juan (24 de junio) y Santa Isabel (19 de noviembre), el concurso-exposición de Ganado Frisón, el concurso-subasta de Ganado Tudanco y la feria del Caballo Español Ciudad de Torrelavega.

A su vez, dadas sus especiales características, las instalaciones del Mercado Nacional de Ganados de Torrelavega acogen, además de las ferias semanales y especiales de ganado, otro tipo de actividades. Gracias a sus dimensiones y a su infraestructura, el Mercado ha albergado importantes conciertos de música. Asimismo, la Feria del Mueble se celebraba en el Ferial hasta la puesta en marcha de la Feria de Muestras de Torrelavega, el Concurso-Exposición Internacional Canino o concursos monográficos, son otras de las actividades que se desarrollan en sus instalaciones. El Mercado Nacional de Ganados, también, ha sido escenario de acontecimientos deportivos, a modo de ejemplo, en la década de los 70, acogió el Campeonato del Mundo de Boxeo que ganó el cántabro Uco Lastra. De la misma forma, parte

del edificio está ocupado por el parque de bomberos municipal. Además, el aparcamiento exterior del Mercado de Ganados acoge semanalmente el Mercadillo Tradicional, al que acuden cada jueves miles de personas de toda la comarca del Besaya.

2.2 Características generales: Programa y análisis de soluciones.

El programa vinculado a este proyecto exigía una capacidad de amarre de 7.000 reses entre vacas, novillas y terneros. Era preciso que al comprador de reses se le dieran facilidades para conocer los antecedentes del ganado y la historia de los progenitores, con la posibilidad de llegar a establecer una Bolsa de cotizaciones que estuviera relacionada con otros Centros de Contratación. Esto, y la conveniencia de celebrar reuniones y cambios de impresiones entre veterinarios y ganaderos, exigía tratar con cierta amplitud las salas de recepción, y de juntas, sala de conferencias, de reuniones, despachos, oficina de control lechero, etc. Y naturalmente, otros servicios complementarios como Comisaría de Policía, local de Hermandad de Labradores y Ganaderos, sucursales bancarias, compañías de seguros, cafeterías-restaurantes, y algunos comercios de piensos, aperos y mecanización agraria. Además había que establecer aparcamiento para 500 camiones y unos 400 turismos. Y cosa muy importante: había que construir un gran muelle cubierto de carga y descarga de reses con una capacidad mínima de 90 camiones que pudieran trabajar simultáneamente. Este muelle tenía que tener la superficie suficiente para que el ganado, que se expusiera en la feria, pudiera ser reconocido con facilidad y rapidez por el servicio de Veterinarios.

A la vista de estas necesidades se vio que era preciso proyectar naves cubiertas de gran superficie y de mucho volumen de aire. Había que prever mucha capacidad de amarre, evitando en lo posible olores derivados de la convivencia de tantas reses.

El Proyecto del Mercado Nacional de Ganados de Torrelavega presentaba la necesidad de cubrir tres zonas diferentes denominadas respectivamente: Nave Principal, con 250 m de longitud y 60 m. de luz libre; Segunda Nave, con 28 m de luz libre y 39 m de luz total con 115 m de longitud y, finalmente, una Marquesina de luz total de 27 m (19,50 m de vano y 7,50 m de voladizo) con longitud de 111 m. La Fig. 2.3 muestra un esquema general de las superficies a cubrir, la Fig. 2.4 una sección transversal general que ilustra la geometría de la Nave Principal, a la derecha, y la de la Segunda Nave, a la izquierda.



Fig. 2.3: Planta general con las superficies a cubrir.

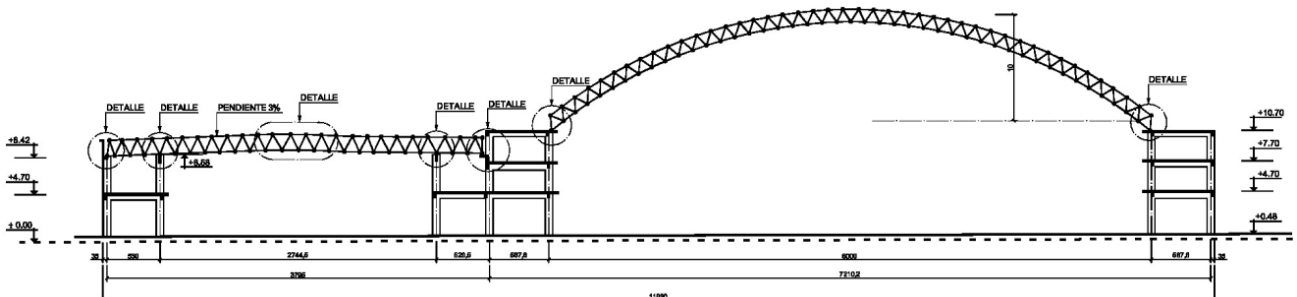


Fig. 2.4: Sección transversal general de la Nave Principal y de la Segunda Nave.

La especial importancia tanto económica como estética que encerraba la solución de la Nave Principal aconsejó estudiar, desde muchos puntos de vista, el repertorio de soluciones estructurales, siendo analizadas las siguientes:

- Arcos y correas.
- Diente de sierra.
- Cubierta colgante.
- Cubierta espacial plana.
- Bóveda espacial.

Las soluciones de hormigón (salvo la posible aplicación laminar de tipo C) no fueron consideradas, ya que para una cubierta de 60 m de luz y esta forma de planta cualquier solución no laminar de hormigón consume la mayor parte de su capacidad resistente en aguantar su propio peso. La solución metálica parecía de entrada claramente preferible, pues el material de cobertura es muy ligero y, en la zona de Torrelavega, lo es también la sobrecarga de nieve (40 kg/m^2).

La solución de arcos y correas se mostró claramente más cara que la de cubierta colgante, sin ventaja estética. La solución de dientes de sierra fue rechazada por motivos estéticos. Parecía interesante la solución de cubierta colgante, pero la condición de mantener una altura libre mínima de 10 m bajo la cubierta y la forma de la planta a cubrir obligaba a elevar mucho los puntos de anclaje de los cables, a una altura doble prácticamente de la de las galerías laterales (necesarias por consideraciones funcionales), resultando de coste total relativamente elevado.

Las soluciones de cubierta espacial plana no eran en este caso interesantes por la relación entre lados del rectángulo de planta, que suponían un nulo efecto placa para la cubierta espacial, lo que suponía un peso de acero muy importante.

En consecuencia, la solución de bóveda espacial resultó preferible, pues los esfuerzos horizontales producidos por la bóveda espacial podían ser fácilmente absorbidos por la estructura de hormigón de las galerías, con muy ligero encarecimiento de dicha estructura y de su cimentación. Las consideraciones que aconsejaron esta elección fueron esencialmente las siguientes:

- El montaje se realiza muy fácilmente. El uso de uniones esféricas hace posible adquirir los tubos cortados a medida directamente de fábrica. Las únicas operaciones a realizar en obra son las de soldadura, que dado el reducido espesor de pared de los tubos se realiza sin preparación de bordes.
- La solución espacial con perfiles tubulares es muy ligera, y la falta de aristas da un aspecto atractivo a la estructura. Solamente la superficie exterior de los tubos está sujeta a corrosión. Experiencias anteriores habían demostrado las buenas propiedades acústicas de estas estructuras.
- En nuestra opinión la solución encierra un notable valor estético.
- El alto grado de hiperestatismo y la fuerte homogeneidad del tipo estructural hace que cualquier exceso local de carga o cualquier fallo local de calidad de materiales o de soldadura no tengan importancia práctica.
- El precio resultaba claramente competitivo con las otras soluciones.

2.3 Descripción de la solución adoptada: Nave principal. Nave nº 2. Marquesina.

Nave principal

La directriz adoptada para la bóveda de la nave principal fue la circular con 60 m de luz y 10 m de flecha. La directriz circular presenta la ventaja respecto de la funicular de que todos los tubos tienen la misma longitud.

La solución adoptada para la bóveda de la nave principal está formada por una estructura espacial de tubos de acero (Fig. 2.5) formada por dos mallas rectangulares de $1,50 \times 1,64 \text{ m}$, con una separación de $1,50 \text{ m}$ desplazadas media trama una respecto a otra (Fig. 2.6) y unidas por diagonales, de forma que se materializa una estructura piramidal. Las piezas de unión son esferas de acero de 13 cm de diámetro y 4 mm de espesor.

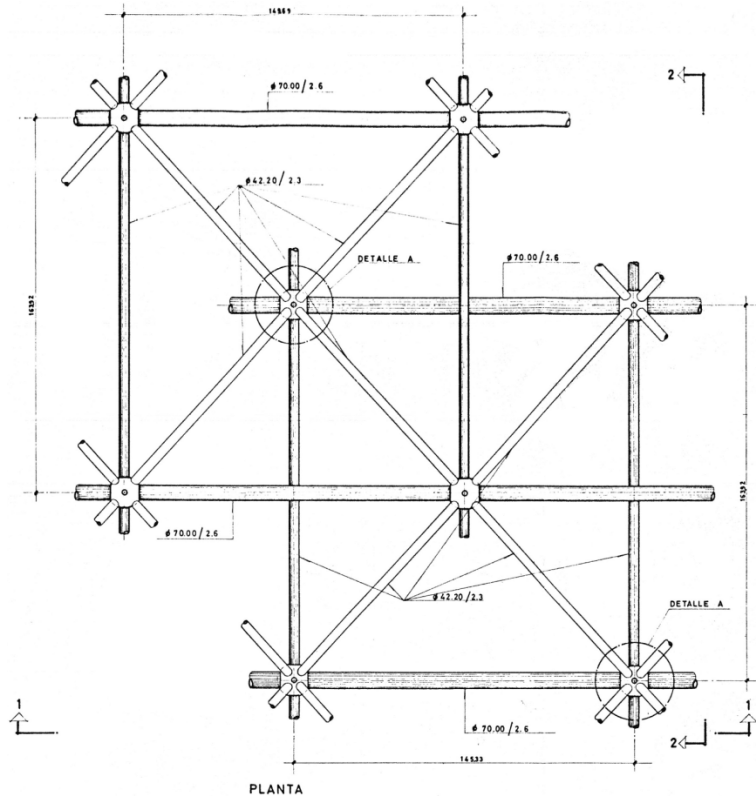
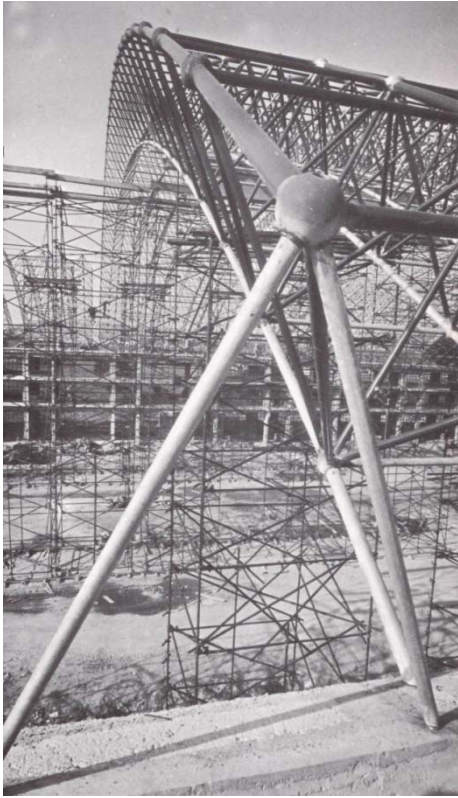


Fig. 2.5: Aspecto general de la estructura espacial de tubos de acero durante su construcción.

Fig. 2.6: Planta del módulo de estructura espacial de tubos de acero empleado en la construcción de la Nave Principal.

La bóveda se apoya sobre las dos galerías longitudinales de hormigón mediante rótulas plásticas (Fig. 2.7). En la Fig. 2.8 se detalla el armado necesario para la formación de la rótula plástica referida.

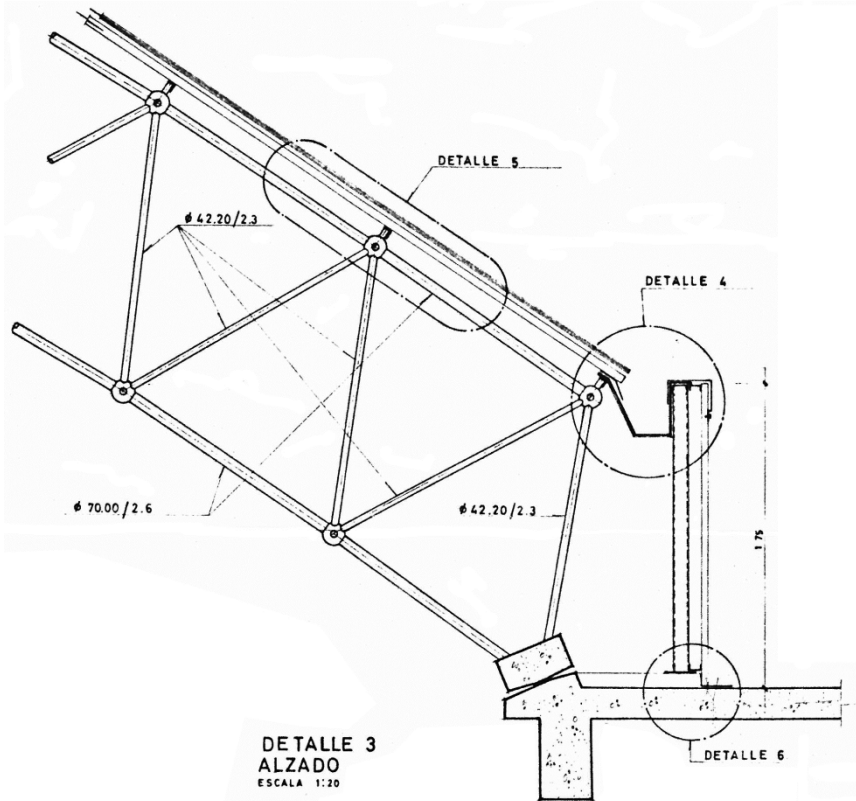


Fig. 2.7: Detalle del apoyo de la estructura espacial sobre una de las dos galerías longitudinales de hormigón, mediante la disposición de una rótula plástica.

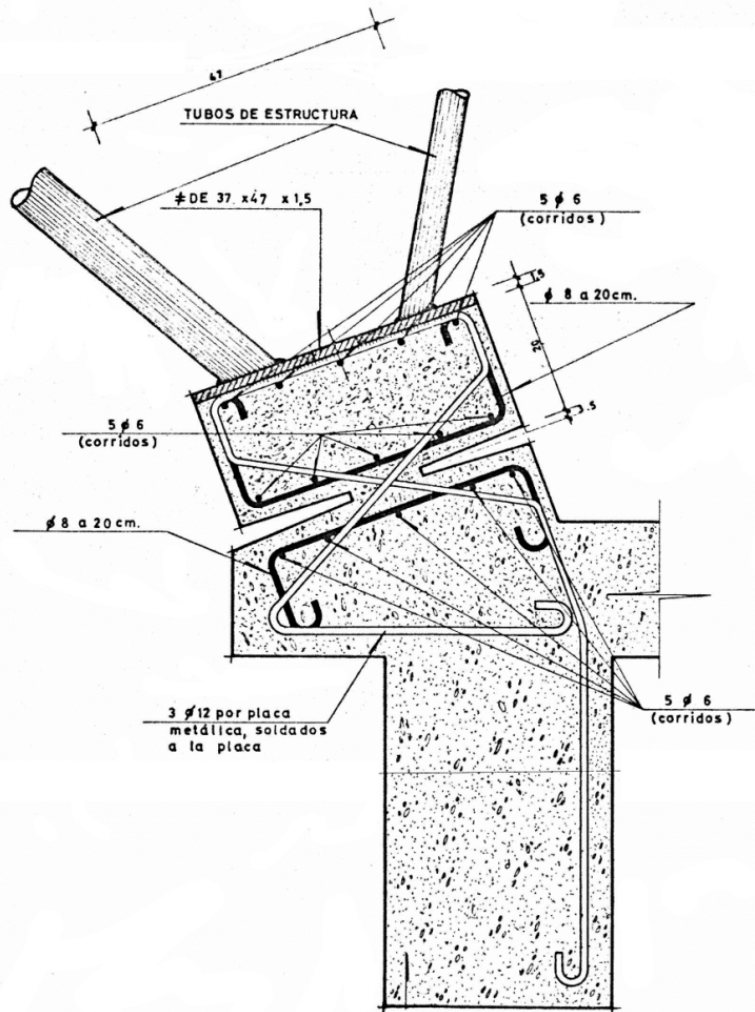


Fig. 2.8: Detalle del armado para la ejecución de la rótula plástica de apoyo.

Las juntas de dilatación de la bóveda coinciden con las de la estructura de hormigón de las galerías, y su separación es del orden de 40 m. En la Fig. 2.9 se ilustra el detalle constructivo relacionado con la ejecución de una junta de dilatación, puede apreciarse la duplicidad de esferas en la parte superior y la existencia de un elemento tubular inferior con holgura montado sobre sendos casquillos. Por su parte la Fig. 2.10 ilustra un detalle de una de las juntas de dilatación, en un instante tomado durante el montaje de la estructura espacial de la cubierta.

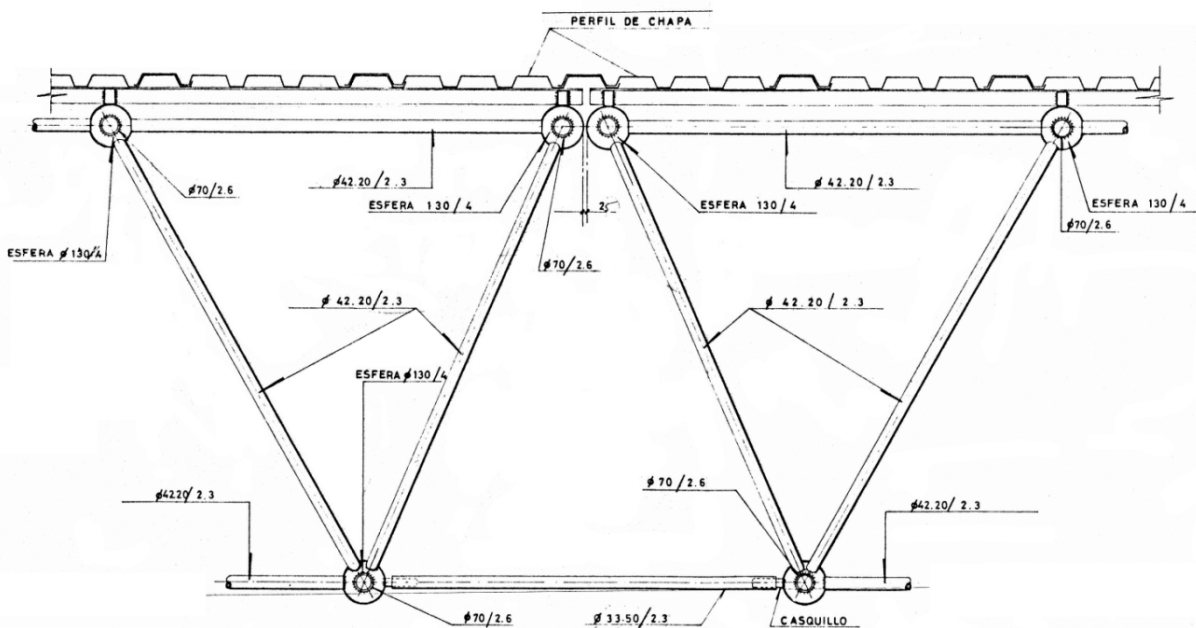


Fig. 2.9: Detalle de junta de dilatación.



Fig. 2.10: Fotografía captada durante el montaje de la estructura de cubierta, ilustrativa de la ejecución de una de las juntas de dilatación.

En lo que respecta a la cubierta (Fig. 2.11), esta se materializa soldando a unos casquillos tubulares dispuestos sobre las esferas de la parte superior, unas chapas de acero galvanizado de 0,7 mm de espesor, sobre la que se apoyaba una capa de corcho de 25 mm y dos hojas de impermeabilización, la exterior con un acabado de pizarra en tono rojo.

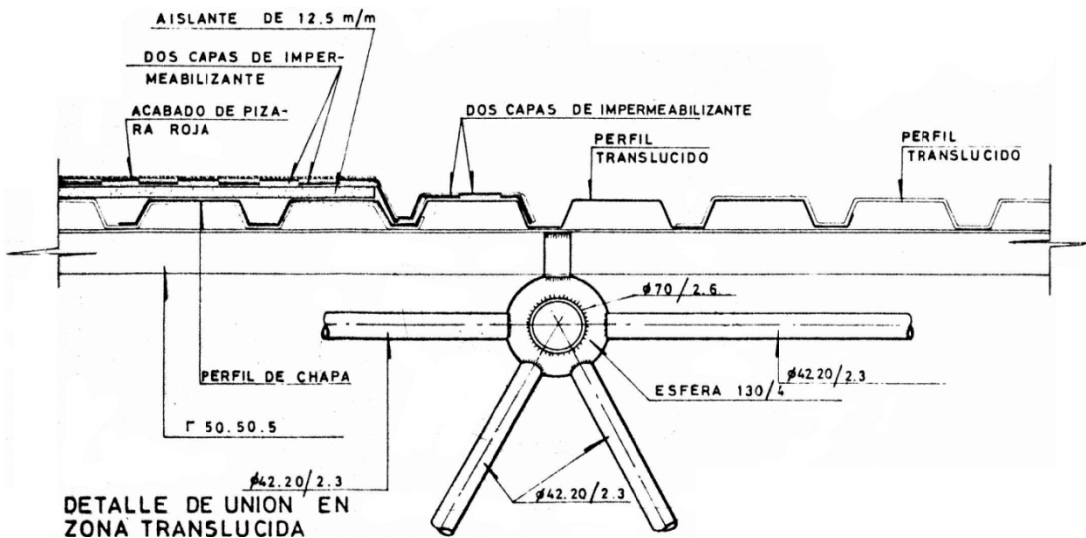


Fig. 2.11: Detalle de la tecnología empleada en la resolución de la cubierta como envolvente.

Una vez seleccionada la solución espacial para la Nave Principal, existieron razones tanto estéticas como económicas para adoptar también dicha solución, aunque con diferentes tipos estructurales, en la Nave n.º 2 y en la Marquesina.

Nave nº 2

Para la Nave n.º 2 se adoptó una estructura espacial plana apoyada en cuatro pórticos de hormigón paralelos (Figs. 2.12 y 2.13), originando luces de 5,50; 28 y 5,50 m.

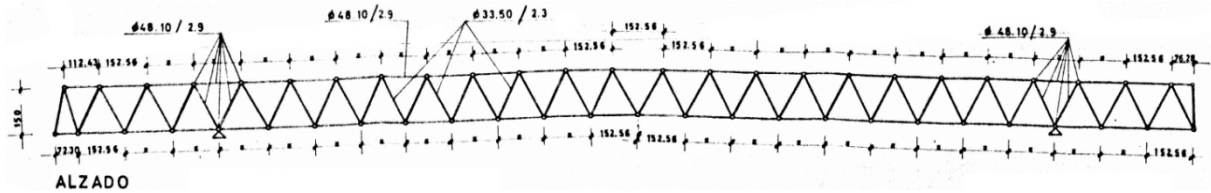


Fig. 2.12: Sección transversal la Nave Nº 2

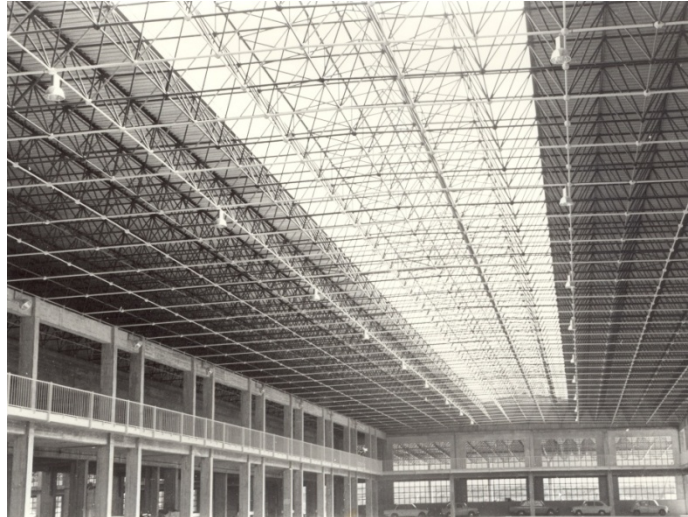


Fig. 2.13: Perspectiva interior de la cubierta de la Nave nº 2. Pueden apreciarse en la parte izquierda los dos pórticos de hormigón paralelos de apoyo de la cubierta en uno de los lados.

La pirámide básica tiene también en este caso dimensiones de 1,50 x 1,64 y canto de 1,50 m, es decir, que es constitucionalmente idéntica a la de la Nave n.º 1. La fuerte desigualdad de luces permitió el artificio de un preanclado de los apoyos extremos, cuando la estructura estaba soportando únicamente su peso propio, colocándose a continuación el material de cobertura. Bajo las máximas acciones previstas se consigue con ello una reducción del 33 % del momento flector frente a la solución clásica de apoyos extremos simples. La operación induce tracciones de 2,2 t en los pilares extremos, que a nivel de cimentación quedan contrarrestadas con holgura por las restantes cargas permanentes.

Igualmente, las juntas de dilatación y la cubierta (Fig. 2.14) fueron resueltas de forma análoga a la ya expuesta para la cubierta de la Nave Principal.

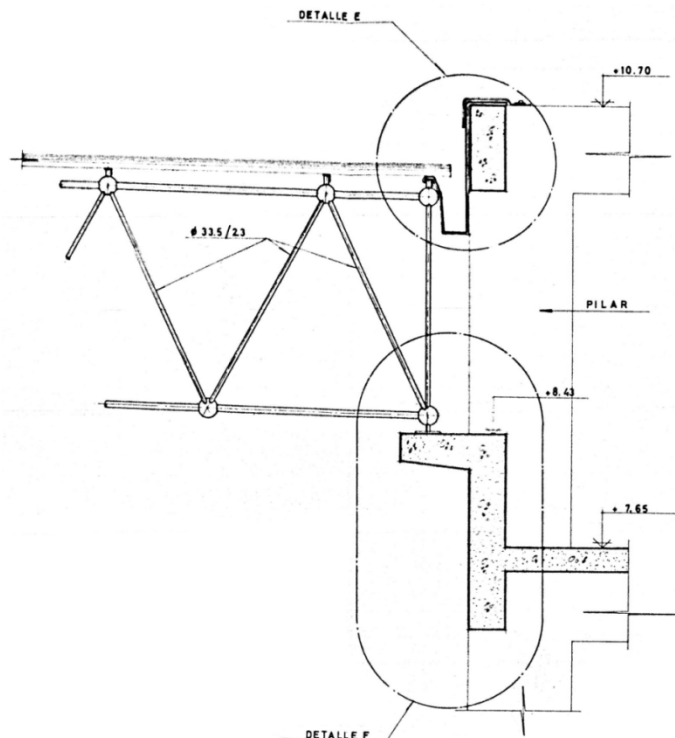


Fig. 2.14: Croquis general de apoyo uno de los módulos de la Nave nº 2.

Finalmente, como elemento diferenciador, en la Fig. 2.15 se ilustra un detalle de la forma en que se resolvió el lucernario central de la Nave nº 2, mediante una sobre elevación de la estructura espacial que conforma el elemento portante de la cubierta. Por su parte en la Fig. 2.16 se muestra la resolución del punto singular que constituye el entronque del lucernario con el resto de la superficie de la cubierta.

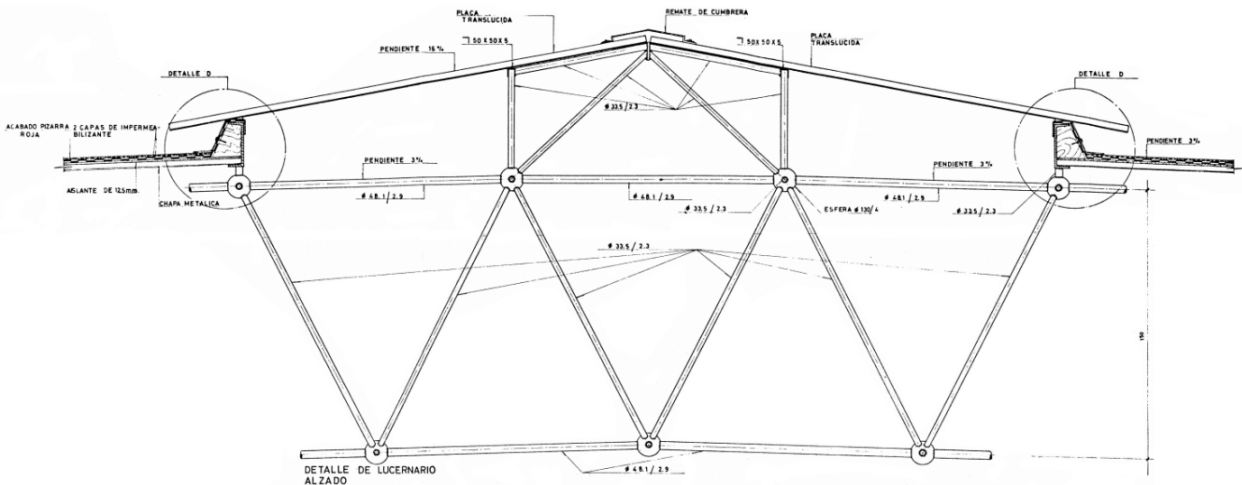


Fig. 2.15: Lucernario central de la Nave nº 2.

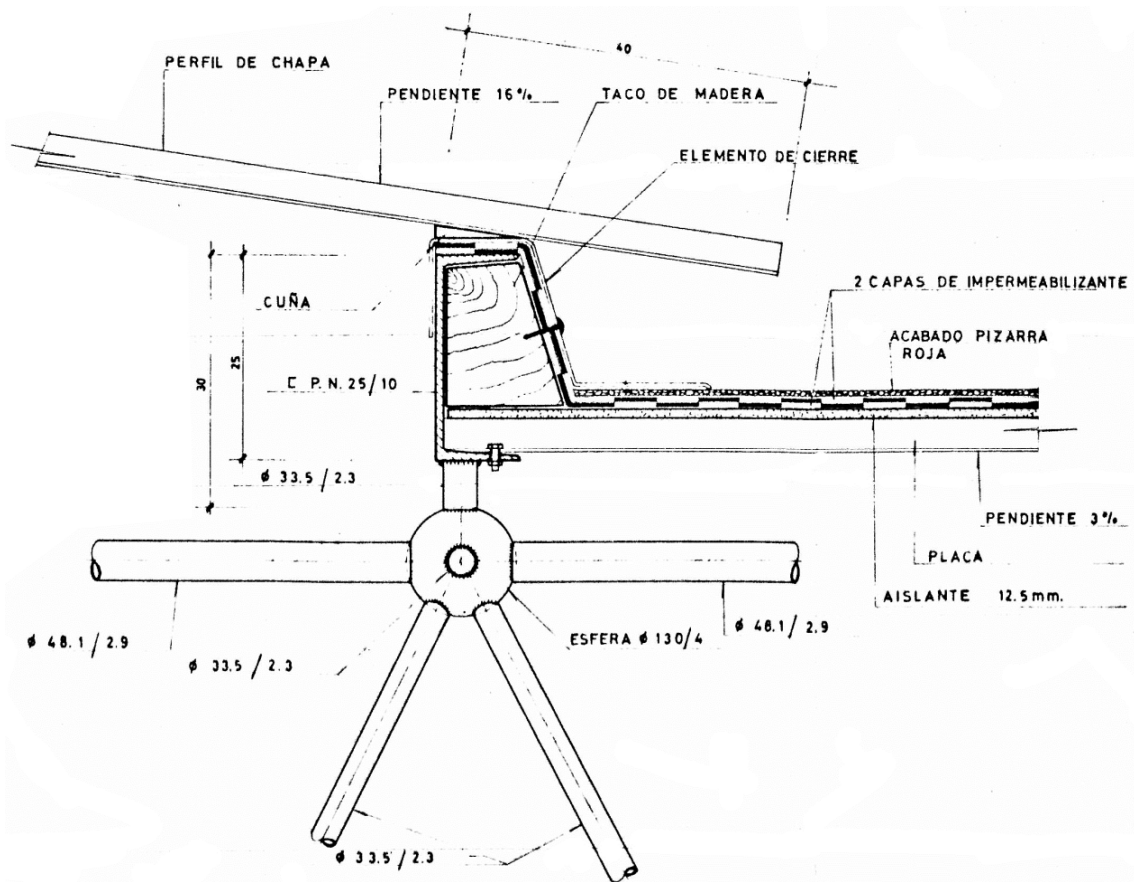


Fig. 2.16: Detalle del entronque del lucernario con el resto de la superficie de la cubierta.

Marquesina

Para la Marquesina (Fig. 2.17) se mantuvo también la solución espacial con malla de 1,50 m x 1,64 m, pero reduciendo el canto a 1 m.

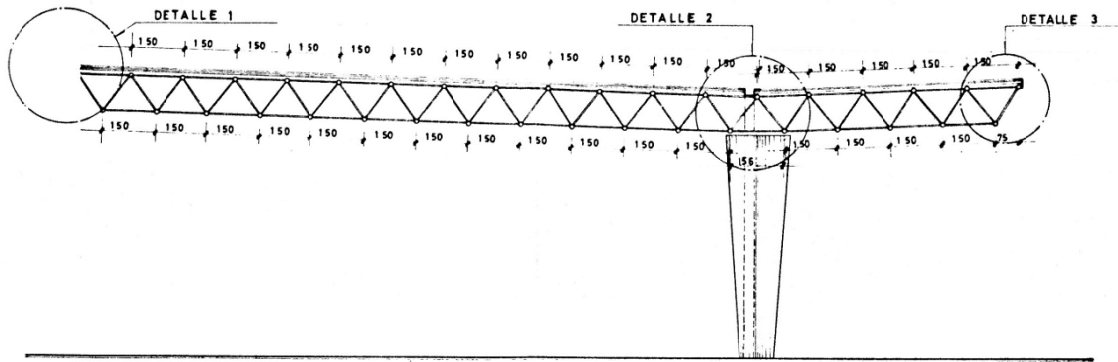


Fig. 2.17: Sección transversal de la marquesina.

La estructura es de tipo placa con apoyo continuo en un borde, una serie paralela de soportes aislados y voladizo en el opuesto (Fig. 2.18).



Fig. 2.18: Fotografía de la época, una vez finalizada la construcción de la marquesina del Mercado Nacional de Ganados de Torrelavega.

En lo que se refiere a los soportes de geometría variable de la marquesina, en las Figs. 2.19 y 2.20 se presenta el armado correspondiente a dos secciones transversales horizontales de los soportes, y al alzado y a la sección transversal vertical de los mismos.

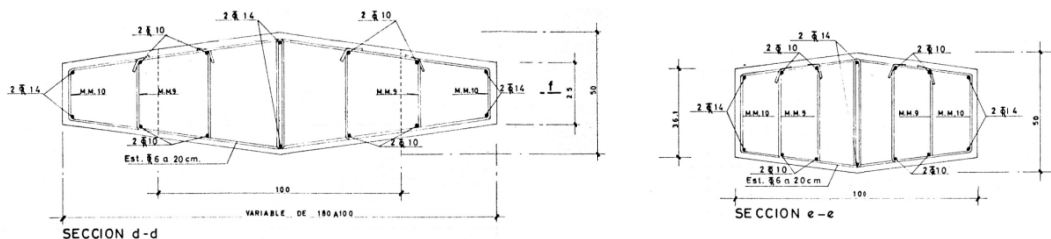


Fig. 2.19: Armado correspondiente a dos secciones transversales horizontales de los pilares.

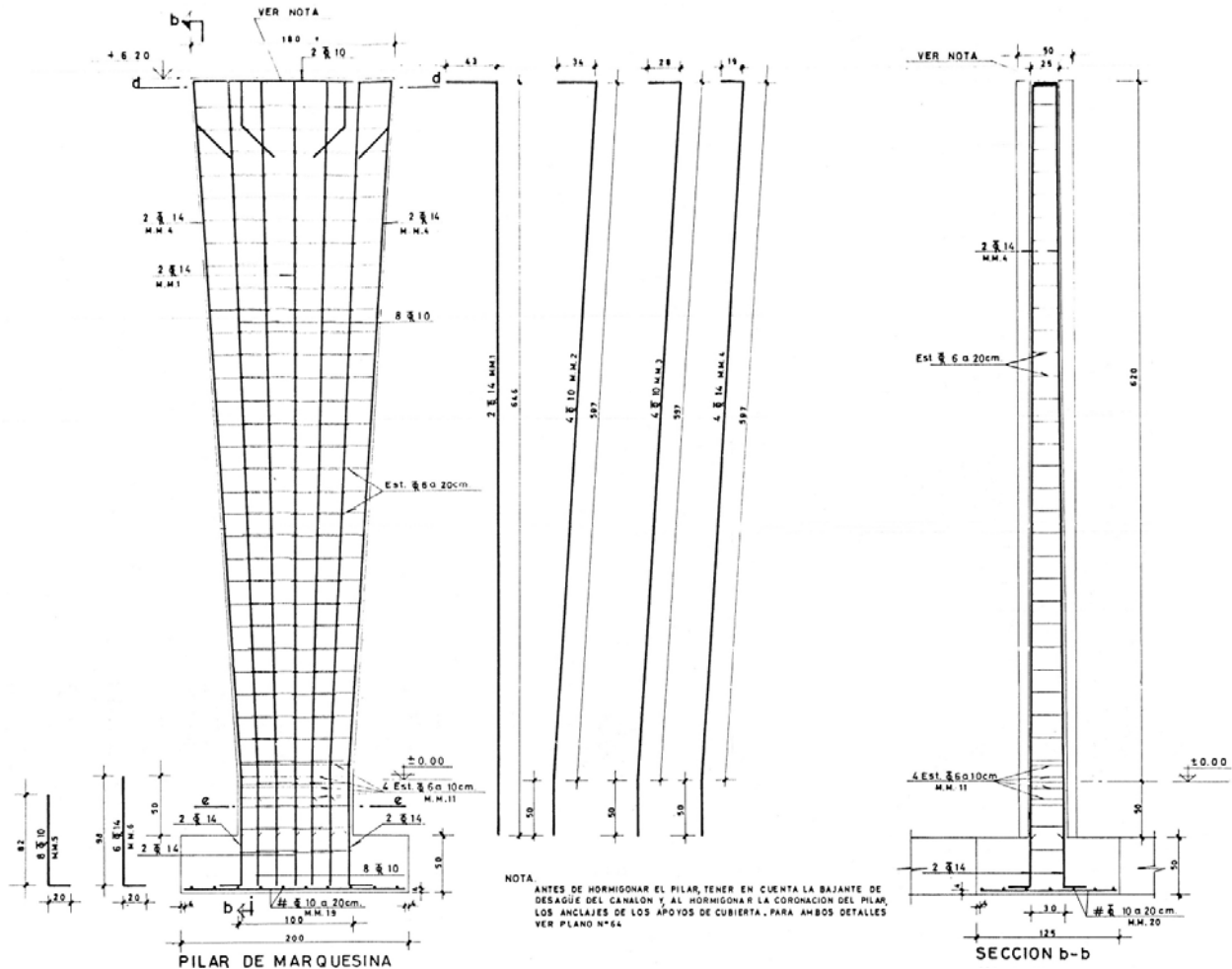


Fig. 2.20: Armado correspondiente al alzado y a la sección transversal vertical de los soportes de la marquesina.

2.4 Montaje

En una solución de este tipo el montaje es siempre un punto crítico, y en esta ocasión fue detalladamente estudiado en el Proyecto. Esencialmente puede considerarse dividido en tres fases:

1ª Fase. Sobre una monea fija se fabricaban témpanos primarios de 6 x 6 m aproximadamente. Se colocaban primeramente las esferas soldando a continuación los tubos (Fig. 2.21).

2ª Fase. Con cada dos módulos primarios más sus tubos de enlace se constituía, también en la monea, un témpano secundario de dimensiones aproximadas de 6 x 13,5 m.

3ª Fase. Cuatro témpanos secundarios eran izados con grúa (el peso máximo era de unos 1.400 kg) y apoyados sobre tres torres móviles de estructura tubular desmontable (Fig. 2.22). Una vez nivelada y replanteada la posición de cada uno de los témpanos se soldaban los tubos de enlace de témpanos entre sí y de unión de los dos extremos a las chapas dispuestas en las rótulas plásticas, quedando constituida una faja de bóveda de unos 6 m en profundidad.

A continuación se repetía sucesivamente la operación para el resto de la bóveda.

Básicamente se siguió un proceso análogo para el montaje de la Nave n.º 2 y de la Marquesina.

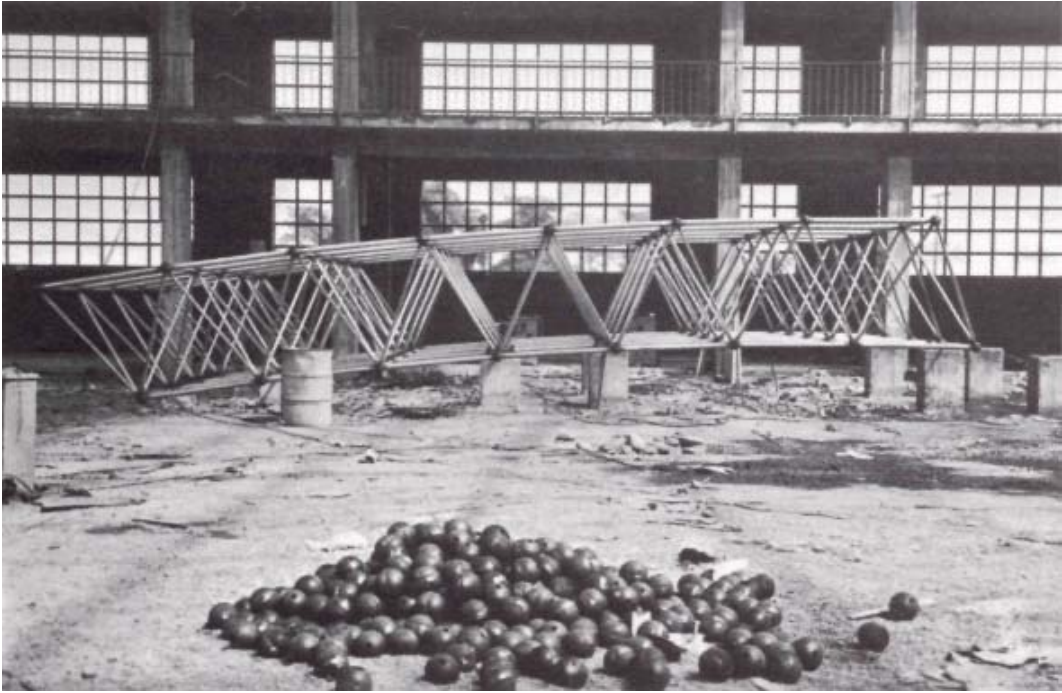


Fig. 2.21: Instante tomado durante el proceso constructivo de los témpanos primarios de la Nave nº1.

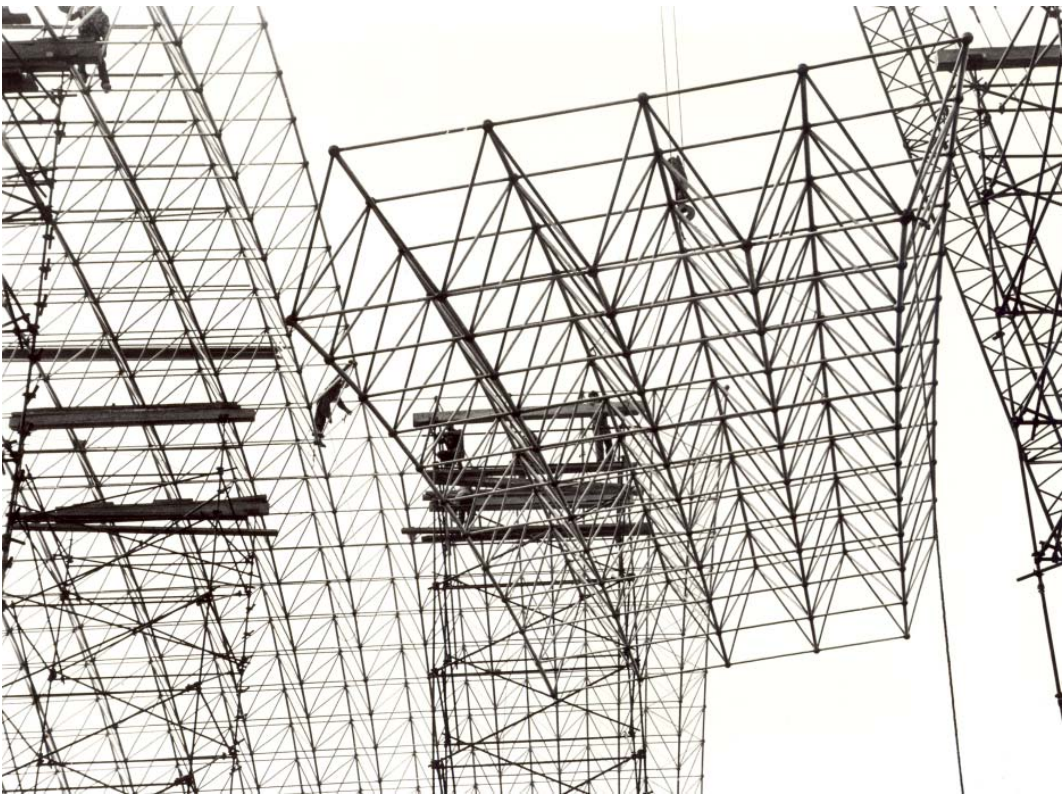


Fig. 2.22: Instante tomado durante el izado de cuatro témpanos secundarios.

Para comprobar el comportamiento de la cubierta de la Nave Principal, frente a las acciones de servicio previstas, se realizó una prueba de carga, la cual fue planteada pensando en la presumible gran capacidad de redistribución de la estructura. La prueba de carga se realizó sobre un módulo de 25 m de fondo, delimitado por dos juntas de dilatación. Las hipótesis que se materializaron fueron las correspondientes a la acción de nieve, dado que el módulo de prueba disponía de la totalidad de la carga permanente. La forma de materialización de la carga fue a base de elementos de hormigón que, mediante unos cables que se fijaron a las esferas de la capa inferior de la bóveda (Fig. 2.23), se iban cargando de acuerdo con las fases de prueba previstas.

Los resultados de la prueba de carga fueron evaluados a partir de las hipótesis y previsiones de proyecto, obteniéndose como conclusiones básicas que las flechas y las deformaciones unitarias eran inferiores a las previsiones del cálculo, y que las recuperaciones eran totales.

La disminución de flechas y tensiones registradas durante la prueba frente a las previstas se justificó por una clara colaboración de la chapa del material de cubierta, que se fijó mediante tornillos autorroscantes a la estructura. El incremento de la rigidez y la colaboración en el comportamiento estructural se cifra en órdenes del 15 % de la correspondiente a los elementos exclusivamente estructurales

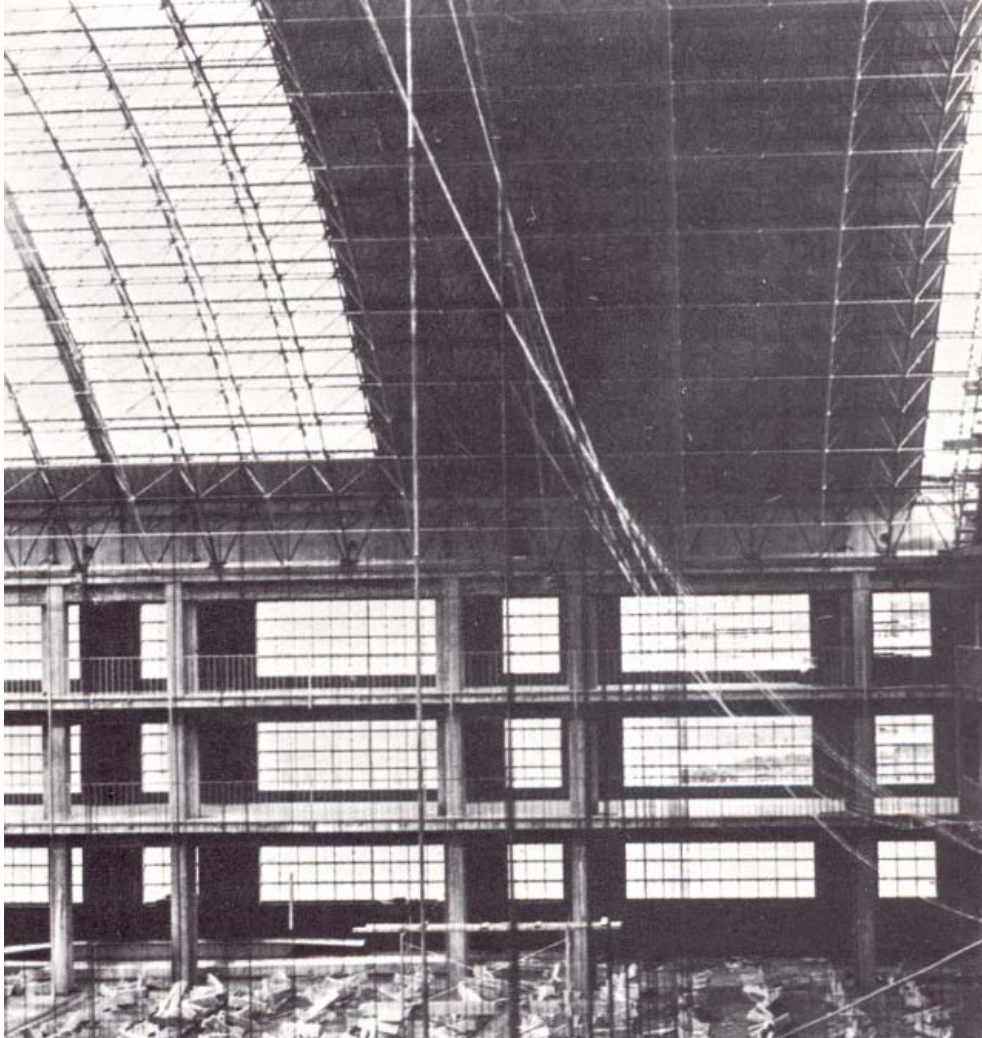


Fig. 2.23: Detalle de la forma de materialización de la carga, durante la prueba de carga, a base de elementos de hormigón colgados de cables fijados a las esferas inferiores.

Referencias bibliográficas.

- Calavera, J., González Valle, E., & Cabrillo, F. (1979). "Mercado nacional de ganados en Torrelavega (España)". Informes de la Construcción, nº 308.
- Calavera, J., González Valle, E., & Cabrillo, F. (1975). "The space roofs of the national livestock market of Torrelavega (Spain)". 2nd International Conference on Space Structure, pp. 420-424. Londres.
- Mercado de Ganados Jesús Collado Soto (Torrelavega). <http://www.ferialdetorrelavega.com> (Consultado el 13 de julio de 2012).

3 MONUMENTO AL INDIANO Y A LA MARINA DE CASTILLA EN PEÑA CABARGA (1968).

3.1 Antecedentes y situación actual

El Arquitecto Ángel Hernández Morales recibió el encargo de la Diputación de proyectar un Monumento a la Marina de Castilla en Peña Cabarga, a 25 km de Santander y a 569 m de altura (Fig. 3.1).

Ángel Hernández y yo habíamos colaborado ya en el Teleférico y en otras obras de menor importancia. Él me requirió, puesto que la parte estructural era importante en la obra, que colaborase con él en las estructuras.

Recuerdo una conversación, durante el desarrollo del proyecto, con Ángel Hernández Morales sobre qué altura le íbamos a dar a la torre. Él defendió que 50 m, porque no tenía ningún sentido hacer una torre alta encima de un monte de 600 m.



Fig. 3.1: Vista aérea del Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla en Peña Cabarga, Cantabria, y Santander y su Bahía.

Desde el principio surgieron tres problemas.

- A) De pronto cambió el nombre de Monumento a la Marina de Castilla, por razones políticas, y se pasó a llamar Monumento a la Marina de Castilla y al Emigrante Montañés. Esto sentó mal en Santander y en Cantabria en general.
- B) La empresa constructora entró en suspensión de pagos nada más comenzar las obras. Esto supuso una mala ejecución en general y, en particular, en la estructura que

era la mayor parte del monumento. Por ejemplo, el hormigón no se curó de ninguna manera porque, en las condiciones en que estaba la empresa, subir agua desde el nivel del mar a la cota de la obra suponía un cierto dinero.

C) Para acabar los problemas, la Compañía Telefónica Nacional de España, avanzada la obra, puso una estructura metálica horrorosa junto al Monumento, de altura comparable a la torre y de gran anchura entre las patas de la base.

Durante los primeros 10 años subí de vez en cuando a la obra y la corrosión de la armadura era tremenda. Algunas veces por error en los recubrimientos, otras por estar simplemente la armadura al aire, y sobre todo por la ausencia de curado.

En general, el aspecto de la obra después de la inauguración fue descuidándose progresivamente e ignoro cómo está la obra en este momento. Ángel Hernández y yo le teníamos gran cariño a esta obra pero las cosas no salieron como nosotros suponíamos.

La actuación pretendía hacer accesible el disfrute de la magnífica panorámica que se domina desde Peña Cabarga y el motivo elegido fue el de honrar la memoria de los marinos de Cantabria. Entonces, la provincia de Santander recibía el sobrenombre de "Castilla al Mar". Y a los héroes de la Marina de Castilla, precisamente, se dedicó ese monumento. Fue inaugurado el 8 de julio de 1968, con motivo de la II Semana Naval que tuvo como escenario, precisamente, la bahía de Santander.

Su magnífica ubicación, y la posibilidad de contemplar las mejores vistas de la región, hizo que durante años se convirtiera en símbolo de Cantabria. Sin embargo, con el paso de los años y tras el cierre al público del monumento, la zona perdió afluencia. Con el tiempo ha pasado a denominarse "Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla", conocido abreviadamente como Monumento al Indiano y de forma popular como Pirulí de Peña Cabarga.

En el año 2007, la Consejería de Cultura pretendió que Peña Cabarga recuperara su fuerza y volviera a ser el resorte turístico de primera magnitud que fue durante décadas. Para ello se instaló en el monumento una cámara oscura de 23 m² con capacidad para 58 personas; ésta se ubicó en el mirador superior y desde ella se aprecia, sin mirar al exterior, una panorámica general en tiempo real.

Para relanzar Peña Cabarga también se ha previsto la apertura de una cafetería y un restaurante que dará más vida al monumento, así como aprovechar su zona exterior, que se ubica junto al aparcamiento, para instalar una exposición permanente con diversos materiales didácticos, lo que permitirá que los visitantes disfruten más de la zona.

3.2 Características generales

El monumento se compone de una torre de 52,81 m de altura y diámetro exterior de 2,16 m y espesor de 23 cm, una cofa para contemplar el paisaje, un ascensor para subir a la cofa y un restaurante circular en la base de la torre (Figs. 3.2, 3.3 y 3.4).

El acceso al restaurante se hace mediante una pasarela de 28 m de luz y que tiene un voladizo de 12 m que permite contemplar un paisaje impresionante.

La estructura era de hormigón armado con acero de 500 N/mm² de límite elástico y el hormigón era de $f_{ck} = 25$ MPa.

Recuerdo que en el voladizo de 12 m los visitantes se ponían a saltar en la punta de la ménsula y tenían la sensación de que tomaba una flecha vertical importante. Lo medimos y tomaba escasamente 1 mm pero, con 12 m de vuelo, 1 mm se nota mucho.



Fig. 3.2: Vista de los elementos principales del monumento.

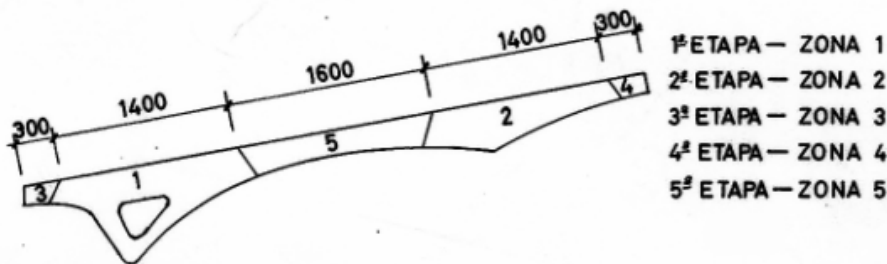
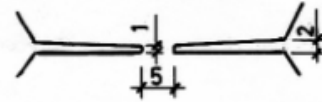


Figs. 3.3 y 3.4: Vista de dos detalles de la pasarela durante su construcción.

En la Fig. 3.5 se adjuntan las notas recogidas en uno de los planos en las que se muestran algunas de las indicaciones a tener en cuenta durante la ejecución, como son el control de calidad a realizar sobre el hormigón, el proceso de hormigonado a seguir en la pasarela o el orden de descimbrado.

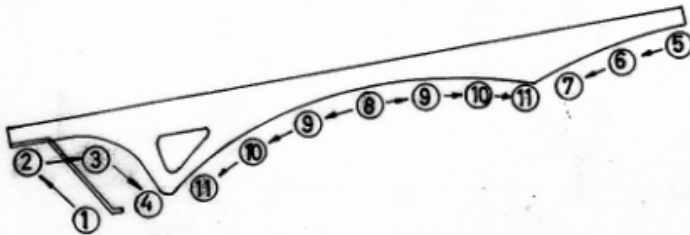
NOTAS.-

- 1 HORMIGON $R_{K28} = 250 \text{ Kg/cm}^2$. NO HORMIGONAR SIN TENER RESULTADOS DE PROBETAS A 7 Y 28 DIAS CON EL MISMO CEMENTO Y LOS MISMOS ARIDOS QUE EL HORMIGON DEFINITIVO. TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO: 32 m.m.
- 2 ACERO TOR-50 : SIMBOLO Φ
ACERO ORDINARIO : SIMBOLO \emptyset
- 3 EMPLEAR ENCOFRADO DE TABLA MACHIHEMRADA
- 4 LA GARGANTA DE LA ARTICULACION (DETALLE "A" PLANO N° 8 DEBE MOLDEARSE CON CUÑAS REVESTIDAS DE PLASTICO
- 5 PROCESO DE HORMIGONADO



DEJAR INTERVALO DE 5 DIAS COMO MINIMO ENTRE LAS ETAPAS 1ª Y 3ª Y 2ª Y 4ª
DEJAR INTERVALO DE 15 DIAS COMO MINIMO ENTRE EL FINAL DE LA ETAPA 2ª Y EL PRINCIPIO DE LA ETAPA 5ª

- 6 DISPONER PUENTES EN EL ENCOFRADO PARA EVITAR LA "FLOTACION" DE LOS TUBOS DURANTE EL HORMIGONADO. NO COLOCAR LOS TUBOS HASTA QUE ESTE BIEN NIVELADO EL HORMIGON INFERIOR. ENTRE EL NIVELADO DEL HORMIGON INFERIOR, LA COLOCACION DE LOS TUBOS Y EL HORMIGONADO DEL RESTO DE LA SECCION TRANSVERSAL NO DEBE TRANSCURRIR MAS DE UN DIA.
- 7 ORDEN DE DESCIMBRADO SEGUN EL CROQUIS



- 8 DISPONER PIEZAS PARA MANTENER LA POSICION DE LAS ARMADURAS DURANTE EL HORMIGONADO
- 9 COTAS EN CENTIMETROS
- 10 TODAS LAS SOLDADURAS DE BARANDILLA DE CORDON DE 4 mm.

Fig. 3.5: Especificaciones relativas a la ejecución de la pasarela.

Referencias bibliográficas.

- http://es.wikipedia.org/wiki/Monumento_al_Indiano (consultado 30-07-12).
- Diario Montañés (25/02/2007). "Peña Cabarga, desde una cámara de fotos gigante".
- Diario Montañés (01/05/2009). Peña Cabarga del Monumento al Indiano al Centro de Interpretación".

Grupo de Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria

El Grupo de Tecnología de la Edificación (GTED) de la Universidad de Cantabria (UC) se encuadra en el Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica, y está ubicado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Las actividades de GTED, como corresponde a un grupo universitario, se enmarcan dentro de la Formación Continua y de la Investigación, y se vienen desarrollando desde 1990.

Las labores de Formación Continua se realizan a través de cursos y jornadas técnicas de diferente índole. Por un lado se encuentran las asignaturas de grado, relativas a la actividad de la Edificación, que se imparten en la ETS de Ingenieros de Caminos. Por otro, destacar los Cursos de postgrado UC Máster, Expertos y Especialización en Tecnología y Gestión de la Edificación, que se imparten desde 2006-07.

La Investigación se lleva a cabo por medio de Convocatorias Públicas de I+D+i y a través de Convenios UC de colaboración; hasta la fecha se han desarrollado más de 50 contratos de investigación con diferentes instituciones y empresas.

Desde septiembre de 2007 nuestro Grupo viene desarrollando los diferentes trabajos que lleva a cabo bajo las pautas de un Sistema de Calidad ISO 9001 certificado por Applus, para las actividades de: Servicios de Asistencia Técnica y de Actividades de I+D+i en las áreas de la Ingeniería de la Edificación; diseño y desarrollo de todo tipo de Actividades Formativas relacionadas con la Tecnología y Gestión de la Edificación; y la realización de ensayos y monitorización de construcciones.

Los miembros del grupo se relacionan en lo que sigue:

- **Luis Villegas.** Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P. Catedrático de Universidad. Director de GTED-UC.
- **Ignacio Lombillo.** Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P. Profesor Ayte. Doctor. Coordinador de GTED-UC.
- **José R. Aranda.** Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P. Profesor Titular de Universidad.
- **F. Javier Balbás.** Máster en Investigación en Ing. Industrial. Prof. Asociado UC. Doctorando UC.
- **Clara Liaño.** Ing. de Caminos, C. y P. Doctorando UC.
- **César A. Carrasco.** Ingeniero Civil. Doctorando UC.
- **Haydee Blanco.** Ingeniero Civil. DEA. Doctorando UC.

MÁSTER, EXPERTOS Y ESPECIALIZACIÓN EN TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN



Disponibilidad de Becas para la 8ª Edición (Curso 2012-13)

Visitas a obras (aprox. 15 construcciones - instalaciones), prácticas de programas de ordenador (30 horas), Licencia de CYPE y prácticas de laboratorio (15 horas).

PREMIOS a los 3 mejores Proyectos de Máster

www.gt.ed.unican.es

(+34) 942 20 17 38 (40 ó 43)

PROGRAMA DE LAS ASIGNATURAS

Tecnología de Estructuras: Geotecnia (CTE). Estructuras de cimentación y de forjado (CTE - EFHE). Estructuras de hormigón (EHE) y de acero (CTE). Estructuras de fábrica y de madera (CTE). Programas CYPE.

Tecnología de Instalaciones: Fontanería y saneamiento (CTE). Eléctricas y de alumbrado (REBT - CTE). Climatización (CTE - RITE). Seguridad contra incendios (CTE). Telecomunicación, transporte y control de la edificación. Programas CYPE.

Gestión empresarial y económica del proceso edificatorio: Entorno económico del negocio. Organización y gestión de empresas. Liderazgo y gestión de equipos. Promoción inmobiliaria.

Patología y Rehabilitación: Patología (defectos, anomalías y sus causas). Metodología de la investigación (Equipos, END y ayudas. Informes de patología). Tecnología de la Rehabilitación de construcciones antiguas y modernas.

Tecnología de Cerramientos: Protección física: Térmica, acústica y estanquidad. Cerramientos de fachadas y cubiertas. Particiones interiores y revestimientos. Tecnología de la ejecución. Accesibilidad.

Gestión de la ejecución del proceso edificatorio: Planificación y control de la ejecución. Programas Presto y Project. Gestión de la calidad, seguridad y medioambiente. Dirección Integrada de Proyectos (DIP). La consultoría.





Cuadernos Técnicos GTED-UC
Nº 1 (2012)

Grupo de Tecnología de la Edificación - UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
www.gted.unican.es

