

---

## ACCIDENTE EN LA CONSTRUCCION DE UN PUENTE

---

PABLO BLÁZQUEZ BUENO\*

*Este caso práctico resume la ocurrencia de un accidente real en la construcción de un puente, cuya obra estaba garantizada por una cobertura de seguro.*

*En la exposición del caso se describen las características más especiales de la construcción de esta obra y los comentarios del siniestro que ocurrió cuando se estaban realizando los trabajos de montaje; a continuación se incluyen los detalles de la peritación del accidente con cálculo de preexistencias, valoraciones, indemnizaciones, e influencia en el seguro, para terminar con algunas conclusiones que se deducen de este accidente.*

Cuando en 1920 se comenzaba a construir el puente Lambeth sobre el río Támesis, la empresa constructora sintió la necesidad de contar con la existencia de un nuevo seguro que garantizase su inversión frente a diferentes riesgos como avenidas o derrumbamientos, que en aquel tipo de construcción estaban muy acentuados.

Transcurridos sesenta y cinco años, el seguro de construcción ha evolucionado de forma favorable, adaptándose constantemente a las nuevas tendencias técnicas de construcción y llegando a alcanzar en algunos países elevadas cuotas de penetración.

Existe un número considerable de riesgos en la construcción de cualquier obra, que hace que los gerentes de riesgos de las empresas constructoras estén cada vez más mentalizados en la consideración de este seguro como un instrumento necesario.

Esta mentalización se debe a la dificultad de evaluar a priori los riesgos que supone la continua aparición de materiales nuevos que, generalmente, ni han sido suficientemente ensayados ni se tiene experiencia de la eficacia de sus características.

La tendencia constante a disminuir los costes de ejecución, tratando de ser cada día más competitivos, hace que no se consideren suficientemente los medios de prevención y, por consiguiente, aumente la potencialidad del riesgo.

El elevado coste de la mano de obra conduce a

---

\* Licenciado en Ciencias Químicas y Jefe del Área de Ingeniería de Corporación MAPFRE

que los tiempos de ejecución de los trabajos tiendan a disminuir, consiguiendo, además, una mayor rapidez en la amortización de la maquinaria empleada.

La realización de trabajos en lugares muy afectados por las condiciones meteorológicas, así como el personal contratado «in situ», no muy cualificado, hace que tanto los riesgos técnicos como meteorológicos sean especialmente peligrosos.

El avance tecnológico producido en el sector de construcción, con la realización de proyectos y obras cada vez más audaces y, generalmente, más afectados por riesgos técnicos y de diseño, hace más peligroso la asunción del riesgo por el contratista

Una simple evaluación de riesgos posibles existentes (Cuadro I) en una construcción tipo hace que el contratista sólo tenga tres posibilidades para evitarlos:

a) Aumentar las medidas de seguridad, sobredimensionando hasta lo absurdo, y aplicar coeficientes elevados de seguridad. Todo ello llevaría a un excesivo aumento de los costes, no siendo competitivas las ofertas en el mercado de la construcción.

Llevando a la práctica esta teoría, el constructor no estaría nunca libre del riesgo accidental e imprevisto debido a los fenómenos de la naturaleza.

b) Efectuar un autoseguro estableciendo una reserva para pagar las pérdidas. Esto es de difícil realización debido a que los volúmenes de obras son generalmente muy elevados y las pérdidas posibles serían cuantiosas, con lo que la reserva adecuada sería muy difícil de establecer

Por otra parte, ya que no existe homogeneidad de riesgos, las estadísticas, si existiesen, no serían lo suficientemente fiables como para establecer el autoseguro.

c) Transferir algunos riesgos a las Compañías aseguradoras. Esto tiene la ventaja de conocer de antemano su coste y poder incluirlo en el presupuesto del proyecto.

Cuadro I. Riesgos en la construcción

Riesgos de la naturaleza	Riesgos de construcción	Otros riesgos
Inundación	Errores de diseño	Incendio
Viento		Explosión
Nieve	Errores de cálculo	Robo
Terremoto		Sabotaje
Granizo	Errores de manejo de obra	Actos malintencionados
Lluvia	Negligencia	Daños a terceros
Rayo		
Desprendimiento		
Helada		

## ANALISIS DEL CASO

Definida la importancia de los riesgos de construcción para las empresas contratistas, la experiencia ocurrida en la construcción del puente a que se refiere este caso fue la siguiente:

### Características del riesgo

La idea de construir un puente que uniera la isla de Arosa con la Península Ibérica nació en el año 1952 y fue en 1981 cuando el Ministerio de Obras Públicas convocó un concurso de proyectos de obra y se estudiaron las diferentes posibilidades, entre ellas un puente con cinco arcos de hormigón.

La opción escogida fue la realización de un puente de 1 983 metros de longitud formado por cuarenta vanos de cincuenta metros cada uno.

La característica principal consiste en un tablero continuo, *sin juntas de dilatación*, de hormigón pretensado y de una anchura de trece metros, diez de los cuales están destinados a carretera y los otros tres a las correspondientes aceras.

El tablero se apoya en treinta y nueve pilas de hormigón armado, estando las pilas más cercanas a la península fondeadas en roca. La cimentación de las más próximas a la isla llega hasta treinta y cinco metros de profundidad.

Debido a que la zona es de gran riqueza marisquera, no debía ser afectado el medio ecológico, por lo que las pilas colocadas fueron de sección ovalada para no interferir en las corrientes naturales del vado.

La anchura de las pilas es de 1,80 m y la longitud de 5,25 m, siendo las alturas variables desde 3,5 m a 12 m, medidas desde el fondo del mar.

Existen tres clases de pilas utilizadas en la realización del puente; las cinco centrales están sobre encepados de pilotes, las nueve pilas más cercanas a la península sobre zapatas y las veinticinco restantes sobre pilotes.

El estribo de la península está cimentado en roca, mediante anclajes, disponiendo de junta de dilatación y contracción para absorber los movimientos del tablero (-400 + 200 mm).

El estribo de la isla es un cargadero sobre pilotes con junta de dilatación y contracción para absorber el movimiento del tablero (-480 + 200 mm).

El trazado del puente es un curva de 2.500 m de radio, tratando de aprovechar los menores fondos del vado y la altura de gálibo vertical es de 7 m sobre la pleamar viva equinocial.

### **Cimbra**

La construcción se realiza con la utilización de una cimbra autolanzable de 72 m de longitud, que trabaja por debajo del tablero. La cimbra está apoyada sobre las propias pilas del vano y un apoyo torre intermedio entre cada vano. Una vez hormigonado el vano, la cimbra-encofrado se despega del hormigón y se traslada rodando sobre las pilas y los apoyos intermedios hasta el siguiente vano, reiniciándose el ciclo.

La cimbra se abre longitudinalmente en dos semicimbras que están formadas por cuatro vigas principales H-33 y las correspondientes cerchas transversales donde se apoya el encofrado de tablero fenólico.

Las vigas principales de la cimbra se apoyan en las jácenas que cuelgan de las pilas mediante dos tirantes. Las jácenas son vigas metálicas que llevan adosadas unos cajones metálicos utilizados como flotadores para realizar el cambio de pila a pila por flotación.

Las torres de apoyo intermedio de estructura metálica H-100 están apoyadas sobre un cajón de

hormigón armado con estancias huecas, las cuales se utilizan para introducir aire a presión y re-flotar los cajones.

### **Accidente**

Cuando se estaba procediendo al lanzamiento de la cimbra para realizar el hormigonado del siguiente hueco se produjo el vuelco y caída al mar de toda la semicimbra derecha, causando la muerte del capataz que la estaba manejando y heridas a otros dos operarios que trabajaban en los procesos de lanzamiento.

La causa del siniestro no se ha podido averiguar con certeza, pero se pudo observar que la jácena quedó descompensada al estar la semicimbra izquierda lanzada y la semicimbra derecha apoyada sobre la jácena.

La semicimbra izquierda quedó colgada del tablero del puente y en posición de desequilibrio, sufriendo algunos daños.

### **Salvamento**

La Empresa procedió al rápido salvamento y recuperación de los daños producidos a la cimbra, realizando las siguientes funciones:

- El primer problema a resolver era la estabilización y sujeción de la cimbra izquierda, ya que un posible golpe de viento muy fuerte en esta zona (hacia una semana del ciclón Hortensia) podría volcar dicha cimbra.
- La segunda acción era sacar rápidamente la cimbra del mar para evitar la corrosión que producía el agua salada. Estos trabajos de salvamento se realizaron desmontando la cimbra en el mar y subiendo las piezas mediante pontonas y grúas puente hasta el tablero.
- Mejora y reforzamiento de las jácenas, consiguiendo que la parte superior de la jácena estuviera acuñada contra la pila y se eliminara así el cabeceo y la descomposición de cargas.

Una vez que las dos semicimbras estaban en el tablero del puente, se procedió al desmontaje y comprobación de todas y cada una de las piezas.

- A consecuencia del impacto violento sobre la jácena que se transmitió sobre las últimas pilas del puente (21 y 22) hubo que examinar las

posibles fisuras, así como determinar mediante altimetría y planimetría la comprobación geométrica del tablero.

También se comprobaron los apoyos de las pilas 22 a 36 a fin de detectar anomalías tanto en el sistema de guiado como en la parte elástica del apoyo.

— Y por último, se realizó un control estricto de las lecturas de los puntos fijos de anclaje y comprobación de los cables de pretensado.

### Cobertura del seguro

Existía un seguro de construcción con las siguientes características:

Cobertura	Capital asegurado (millones de pts.)	Franquicia (millones pts.)
Daños a la obra	805	1,0
Daños maquinaria	122	1,5% s/valor de cada máquina
R Civil	50	0,2

En el concepto de daños a la maquinaria existía un capítulo referente a la cimbra, asegurada en 50 millones de pesetas.

Por otra parte, estaban también asegurados los gastos de salvamento y deséscombro con límite de la suma asegurada

De acuerdo a las condiciones del seguro, la suma asegurada de maquinaria se establece a valor de nuevo en la fecha de terminación de la obra y la indemnización a valor real en el momento del siniestro. En el apartado de daños a la obra, la suma asegurada corresponde al valor de nuevo y la indemnización se realiza a valor de reposición a nuevo.

### Valoraciones

#### • Cálculo de preexistencias

El cálculo del valor de la preexistencia para la

cimbra construida sobre diseño específico resulta del coste de reposición a nuevo basado en los costes corrientes de mercado de mano de obra, materiales, componentes, ingeniería, gastos de estructura y beneficio del fabricante o constructor

Había que tener en cuenta qué parte de la cimbra no había sido vendida sino alquilada, por lo que para el cálculo de la preexistencia se consideraron los aspectos siguientes:

Concepto	Valoración (millones pts.)
Material vendido por el fabricante	30,1
Montaje y transporte	10,9
Ingeniería	5,0
Subtotal (Preexistencia de la cimbra vendida)	46,1

Estos datos había que trasladarlos hasta la fecha de terminación de la obra (octubre 1985) por lo que el incremento sufrido por estos bienes de equipo durante el año 84, según el Banco de España, fue del 10,4%, estimándose hasta octubre 85, considerando diversos factores, un incremento del 6%, lo que supone un valor en esa fecha de

$$46,1 \times 1,104 \times 1,06 \approx 53,9 \text{ millones pts}$$

Por otra parte, había que estimar el valor del equipo alquilado, conociendo el valor de alquiler diario (35.886 pts.) y el valor de alquiler durante la construcción de 22 meses (18,7 millones pts.) A partir de estos datos se realizó mediante tres métodos diferentes un cálculo promedio

*Método A):* El coste de alquiler diario de este tipo de bienes es el uno por mil del valor del mismo, por lo que el coste del equipo sería de 35,9 millones pts

*Método B):* La relación entre el coste de alquiler anual y el coste del bien suele ser 1/3, luego el coste del equipo sería:

$$18,7 \times \frac{12}{22} \times 3 = 30,6 \text{ millones pts.}$$

*Método C):* Mediante la fórmula de Mc Michael y F. Pirla, por la cual el alquiler es un pago periódico que permite al propietario recuperar el capital y un interés de ese capital, se obtuvo, considerando un tiempo de amortización de 4 años y un interés promedio (no compuesto) de 5,8669%, lo siguiente:

$$\frac{Vrt}{100} + V = tA$$

V = Valor del bien (pts.)

r = Interés promedio 5,8669%

t = Tiempo amortización 4 años.

A = Alquiler anual 10.191.613 pts.

$$V = \frac{40.766.452}{1,234676} \approx 33 \text{ millones pts.}$$

Calculando el promedio entre los métodos A, B y C utilizados, se obtuvo un valor del equipo alquilado de 33,1 millones pts. que actualizado al final de la obra arrojó la cifra siguiente:

$$33,1 \times 1,104 \times 1,06 = 38,8 \text{ millones de pts.}$$

De todo ello las preexistencias totales eran los siguientes:

Concepto	Valoración (millones pts.)
Preexistencia cimbra vendida	53,9
Preexistencia cimbra alquilada	38,8
Valor total preexistencia de la cimbra	92,7
Impuestos directos	4,7
Valor nuevo de la cimbra	97,4

#### • Cálculo de daños

Debido a la situación del puente sobre la ría y al caerse la cimbra al mar, los costes de recuperación y salvamentos fueron más elevados, ya que tuvieron que utilizarse medios marítimos, pontonas, buceadores, etc

Para el establecimiento de la indemnización se efectuaron los siguientes cálculos:

Concepto	Valoración (millones pts.)
Daños de reparación y reposición de elementos de la cimbra, mano de obra y salvamento (valor de reposición)	47,0
Salvamento de chatarra	(0,3)
Mejoras de refuerzos de apoyo	(1,7)
Valor de reposición a nuevo	45,0
Depreciaciones (5%)	(2,2)
Valor real	42,8

La cimbra había sido valorada a efectos del seguro en 50 millones de pts., teniendo realmente un valor de 97,4 millones, por lo que correspondía aplicar la regla proporcional siguiente:

$$50 \times \frac{42,8}{97,4} = 21,9 \text{ millones pts.}$$

Por otra parte, se establecía en póliza una franquicia del 1,5% de la suma asegurada para cada equipo, que al ser el valor de la cimbra asegurada de 50 millones de pts., correspondía una franquicia aplicable de 750.000 pts., con un total a indemnizar de 21,2 millones de pts.

## CONCLUSIONES

Tras el análisis de los factores y aspectos mencionados, las conclusiones más relevantes que se desprenden de esta experiencia pueden resumirse en los puntos siguientes:

- Las pérdidas acaecidas por el accidente fueron trasladadas en parte a la Compañía aseguradora y los contratistas no vieron excesivamente reducidos sus beneficios en la realización de esta obra

- El contratista sufrió unas pérdidas no esperadas por infravaloración de la maquinaria, lo tuvo como consecuencia la aplicación de una regla proporcional muy elevada. Además, sufrió el retraso de un mes en los trabajos de realización de la obra.
- Existieron elevados gastos de salvamento y desescombro y que, en principio, la Compañía aseguradora no fue totalmente consciente de estar asumiéndolos. Esto demuestra la dificultad en este campo de evaluar los riesgos a priori.
- Alguna cobertura como la Responsabilidad Civil Patronal, no adquirida por el contratista, se vio directamente afectada y la empresa tuvo que asumir las responsabilidades correspondientes, con el consecuente gasto no previsto.
- La empresa contratista colaboró totalmente con la Compañía aseguradora, en la realización del salvamento, lo que supuso una disminución de pérdidas y permitió proseguir los trabajos en el menor tiempo posible.

Finalmente, cabe resaltar la excepcional importancia económica de los accidentes en la realización de trabajos de construcción, cuyas consecuencias pueden llegar a afectar seriamente, en ocasiones, la continuidad de la actividad de contratistas, promotores y empresarios de este sector.

