

CODE 274

RECURRING DAMAGES IN THE EXECUTION OF CONCRETE SLABS ON LARGE SURFACES

DAÑOS RECURRENTES EN LA EJECUCIÓN DE LOSAS DE HORMIGÓN EN GRANDES SUPERFICIES

Martínez Martínez, José A. ^{1*}; Manso Villalaín, Juan M.²; García Castillo, Luis M.³,
Aragón Torre, Ángel⁴

1: University of Burgos, Higher Polytechnic School
e-mail: jmartinez@ubu.es, web: <https://www.ubu.es>

2: jmmanso@ubu.es, web: <https://www.ubu.es>

3: lmgcite@ubu.es, web: <https://www.ubu.es>

4: aragont@ubu.es, web: <https://www.ubu.es>

RESUMEN

La ejecución de grandes superficies de hormigón estructural, es una de las tipologías más frecuentemente empleadas. Se pueden encontrar en soleras de naves industriales, aparcamientos de grandes superficies, carriles bici, carreteras, pistas de aterrizaje de aeropuertos, etc., bien en el exterior o en el interior de construcciones. A pesar de ello, no se les dedica un cálculo de solicitaciones tan detallado como a otros elementos estructurales y, normalmente, se trabaja con conceptos prefijados, lo que da lugar a un número muy elevado de problemas que requieren intervención. Estas losas, como las losas flectadas, también están sometidas a las acciones de cargas verticales, especialmente del tráfico u otros usos, pero hay otro grupo de acciones distintas que son las que originan la mayor parte de los daños. Nos referimos a acciones reológicas, y térmicas. En este trabajo se analizarán las diferentes variables que contribuyen a los estados tensionales y su relación con las principales patologías que se presentan. En el análisis se referenciarán casos estudiados, y se realizarán propuestas para evitar o disminuir la probabilidad de aparición de los problemas analizados. El trabajo tendrá un planteamiento teórico, contrastado con casos prácticos en los que se ha intervenido.

PALABRAS CLAVE: Patología del hormigón; losas de hormigón apoyadas sobre el terreno; grandes superficies.

1. INTRODUCCIÓN

Las losas de hormigón en grandes superficies son una de las tipologías estructurales más frecuentemente empleadas. Entre sus usos podemos citar soleras de naves industriales, carreteras, pistas de aeropuerto, aceras, carriles bici, plazas urbanizadas, etc. Todas ellas tienen en común un aspecto, y es que se encuentran asentadas sobre otro material, normalmente de menor rigidez. En cualquier caso, estas losas se diferenciarán claramente de aquellas sometidas a flexión, sin nada debajo, entre las que se pueden mencionar forjados, losas de tableros de puente, etc.

En este artículo se analizarán exclusivamente las primeras, las cuales, son consideradas habitualmente como de menor requerimiento estructural, y, por lo tanto, se suelen proyectar en base a conceptos preestablecidos, y sin análisis individual, que considere variables, como climatología, sobrecargas, dimensiones, ejecución, etc. Probablemente, por la falta de ese análisis individual, son frecuentes la aparición de daños graves, y, muchas veces, de difícil solución, o de muy elevado coste de reparación.

Como se ha comentado, en la práctica profesional, es habitual aceptar que esas soluciones constructivas no son estructuras al uso, y por eso no requieren de cálculo. Pero en un concepto amplio de “estructura” tenemos que considerar todos aquellos materiales que deben soportar estados tensionales para proporcionar un determinado uso o función. Esos estados tensionales vendrán motivados por acciones que será necesario evaluar adecuadamente. Es importante matizar, que, al referirnos a grandes superficies, no siempre las dimensiones serán elevadas en las dos direcciones. Así, por ejemplo, un carril bici, de muy poca anchura, pero de una larga longitud, será una tipología de las consideradas en este trabajo.

En esta tipología estructural lo más habitual es trabajar con formulaciones de diseño preestablecidas desde hace décadas. Así, por ejemplo, en [1], como en otras referencias análogas, se dice que los pavimentos de hormigón tendrán espesores entre 15 y 25 cm, que las juntas podrán ser de construcción o serradas, con distancias entre sí inferiores a 20 veces el espesor, que las losas no tendrán ángulos interiores menores a 60°, relación a/c menor de 0,55, y consistencia entre plástica y fluida. También en [1], se dice que si la junta está serrada se realizará entre 6 y 24 horas después de la puesta en obra del hormigón, y que su profundidad estará entre la cuarta y tercera parte del espesor de la losa. También se considera, que en este tipo de losas la resistencia de referencia en el hormigón es la resistencia a flexotracción [1], [2]. La importancia de un adecuado diseño de juntas, tanto en losas de hormigón, como en fábricas de fachada es analizado con rigor en [3], [4] y [5], donde se discute hasta la importancia del tipo de áridos, siendo aconsejable emplear aquellos con menor coeficiente de dilatación térmica (α) obtenido mediante la expresión (1) y los valores de k de la Tabla 1, obtenida de [6].

$$\alpha = k \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

Tabla 1. Coeficientes de dilatación térmica

Tipo de árido	Coeficiente k
Calizos	6
Graníticos	8
Cuarcíticos	12

Respecto a la tipología de juntas, en [6] se definen hasta tres tipos de juntas: de construcción, de contracción, y de dilatación o aislamiento. Al igual que en otras referencias, también en [6], se establece que la separación de juntas tiene que ser, como máximo, entre 25 y 30 veces del espesor de la losa, pero en esta ocasión matiza que solo cuando el gradiente térmico no se espera muy elevado, como es el caso de soleras de naves industriales. Pero cuando se trata de losas en el exterior, esa distancia debe estar entre 15 y 20 el espesor de la losa. Y en cualquier caso se establece una distancia límite de 6 metros, y aconsejable de 4 m. En [6] se hace una referencia a la cuantía de armado de control de la fisuración, estableciendo entre el 0,6% y 0,7% para carreteras, y entre 0,5% y 0,6% para pavimentos industriales. En [6] se propone una profundidad de entre 1/3 y 1/4 del espesor de la losa, y una anchura entre 3 y 6 mm. Se analiza también como una cuestión fundamental el momento de realización de la junta. Si se hace muy pronto se puede producir arranque de áridos, y bordes irregulares. Y si es muy tarde ya se habrá iniciado una fisuración caótica. Las variables que influyen en la determinación del momento más adecuado, son la climatología y las características del hormigón.

En [7] se establece que, en pavimentos, para firmes de carretera, de hormigón en masa, las juntas no deben de superar los 4 metros, ni 20 veces el espesor del firme, siendo aconsejables los 3,5 metros. Curiosamente, establece que las separaciones no sean fijas, sino que su separación sea cíclica entre varios valores, y además oblicuas al sentido de circulación. Ambas recomendaciones, sin embargo, no son por temas estructurales, sino por confort en el tráfico. Se incide en [7] en la importancia del curado,

extremando especialmente las precauciones durante un período mínimo de 72 horas. Con respecto a las juntas se propone un ancho de 3 mm, una profundidad entre 1/3 y 1/4 del espesor, y una ventana temporal de entre 6 y 24 horas dependiendo del clima y el hormigón.

2. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA.

Son muchos los daños observados observados en losas de grandes superficies. Se citan los más frecuentes.

- a) **Fisuración en superficie:** es el que se reproduce con más asiduidad, aunque las causas de su origen pueden ser muy dispares. Además, la fisuración que se observa en superficie puede progresar en profundidad solo unos pocos milímetros, o bien abarcar a todo el espesor de la losa. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Posibles causas de fisuración en superficie

Retracción	Cargas puntuales	Cargas perpendiculares a la losa
Variaciones térmicas	Asientos sobre terrenos deformables	Tiempo de ejecución de juntas
Fisuras de ahogamiento	Contactos con elementos rígidos	Refuerzos estructurales (barras o fibras)
Impactos mecánicos	Variaciones bruscas de forma	Coacciones a deformación en el contorno

Se puede realizar una clasificación de grietas en función de su abertura [6]. Se consideran finas si no superan los 0,5 mm, aceptando que no se sueltan los áridos, que existe aún transmisión continua de tensiones en el material, y no se produce entrada de agua o de otros agentes. Se hablará de grietas medianas si están entre 0,5 y 1,5 mm, y grietas anchas si superan los 1,5 mm. Unas grietas frecuentes son las grietas en el encuentro con puntos singulares (arquetas, farolas, etc.) por lo que, siempre que se pueda, conviene desplazar esos huecos a los bordes, adyacentes a juntas, o bien a caballo entre juntas, o, en caso contrario, es aconsejable realizar juntas perimetrales que conecten con la retícula de juntas generales.

- b) **Degradación localizada o generalizada del material:** Entre sus causas se pueden citar las indicadas en la Tabla 3.

Tabla 3. Causas de deterioro del material

Erosión	Ataques químicos	Espaciado y profundidad de juntas
Heladas	Ataques por sales fundentes	Acciones mecánicas paralelas a la losa
Fisuras de ahogamiento	Contactos con elementos rígidos	Acciones mecánicas perpendiculares a la losa

En cuanto a las cargas puntuales perpendiculares a la losa, generalmente, los problemas vendrán por cargas puntuales y de elevada magnitud. Las acciones mecánicas paralelas a la losa pueden ser las acciones de frenado, o aceleración, de vehículos, o bien los efectos mecánicos de las cuchillas de maquinaria de mantenimiento de carretera como pueden ser las propias máquinas quitanieves.

- c) **Alteración del aspecto superficial:** No se considera una patología en sí misma, aunque se cita por proporcionar un enfoque general al trabajo. Nos referimos concretamente a la pérdida del material superficial de recubrimiento de las losas (pigmentos, pinturas, etc.), bien en carriles bici, o en aparcamientos.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE LOSAS DE GRANDES SUPERFICIES APOYADAS SOBRE EL TERRENO:

Es preciso mencionar, que, por lo singular de la tipología de estas losas, las acciones a considera pueden ser durante la vida útil, o bien durante el proceso de ejecución. Por ello, es importante presuponer, en

fase de diseño, el procedimiento previsto de ejecución, y diseñarlas de acuerdo con esa previsión. Si cuando se vaya a construir se adopta un procedimiento de ejecución distinto al previsto en proyecto, será necesario reconsiderar la variación de las acciones en la respuesta estructural de la losa. A continuación, se citan una serie de acciones que afectan a su comportamiento estructural. De cada una de ellas se indica en qué modo afectan al hormigón, y en un apartado posterior se analizarán medidas que contribuyan a soportar, o paliar, los efectos tensionales de esas acciones.

1. ***Acción térmica durante la ejecución (durante el proceso de fraguado del hormigón):*** La temperatura influye de forma múltiple en el proceso. Por un lado, influye en la evolución de la resistencia del hormigón, pues cuanto mayor sea la temperatura mayor será esa evolución y mayor la capacidad del material de resistir tracciones. Pero, por otro lado, temperaturas elevadas aceleran el proceso de retracción y aumentan las tracciones en el hormigón de forma más rápida.
2. ***Acción térmica durante la vida útil (con el hormigón fraguado):*** Afectará a la fisuración, pero no ya por retracción, sino por efectos térmicos, y podrá tener efectos opuestos (expansión/contracción). Las juntas deberán de poder cumplir ambos movimientos, y su diseño no tiene nada que ver con los de retracción. Para descensos térmicos, sí que valen ambas juntas pues el hormigón buscará las secciones ya previamente fisuradas por retracción y se moverá acorde con ellas. Pero para movimientos de expansión, es toda la sección completa la que se desplaza, y son los límites de la placa los que tienen que tener su capacidad de movimiento. El valor del ancho de la junta se puede evaluar de una forma simplificada mediante el coeficiente de dilatación lineal del hormigón (α valor medio de $10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$), L la distancia entre juntas, y ΔT la variación de temperatura en $^\circ\text{C}$. Hay que tener en cuenta que esta variación de temperatura es con respecto a la existente en el momento de ejecución del hormigón, por lo que ese valor máximo no es difícil que llegue a los $40 \text{ }^\circ\text{C}$, durante la vida útil, en losas en el exterior. En el ejemplo de una losa cuadrada de 10 metros de lado, con esa variación térmica, la deformabilidad de la junta en cada lado debiera de ser del orden de 2 mm. Si no dispone de esa capacidad de movimiento, aumentarán fuertemente las compresiones en la losa, y en los elementos que la coaccionen. En la Figura 1 podemos observar ejemplos de rotura de losas por compresión, y de estallido del encintado de adoquines que delimitaban la losa. Hay que tener en cuenta, que, si el encintado dispone de losas iguales en cada lado, aumentará la compresión en los mismos a un valor doble.



Figura 1: Estallido por compresiones en losa y encintado, por dilatación térmica

3. ***Velocidad del viento durante el proceso de fraguado:*** La velocidad del viento, combinada en su caso, con temperaturas elevadas, afectará acelerando el proceso de retracción sobre un hormigón que aún no ha progresado adecuadamente en su resistencia. Siempre es importante realizar un buen curado, pero cuando tiene lugar simultáneamente la existencia de una gran superficie de hormigón, en el exterior, con viento y elevadas temperaturas, supone una combinación extremadamente dañina frente a la fisuración, y es especialmente importante adoptar medidas para proteger adecuadamente al hormigón.
4. ***Sobrecarga gravitatoria uniforme en superficie:*** No supone ninguna afección frente al diseño de juntas. La losa tiene que tener suficiente capacidad de resistencia estructural, y su cálculo se puede realizar de forma sencilla mediante los coeficientes de balasto del terreno de apoyo.

Aunque los esfuerzos pueden ser resistidos con hormigón en masa si se dota de espesor suficiente, es conveniente el disponer de armado, principalmente en la cara inferior.

5. **Sobrecarga puntual en superficie:** es válido todo lo dicho anteriormente para sobrecargas uniformes, pero además hay que añadir la armadura, bien de carga concentrada sobre macizo, o bien armadura para evitar el punzonamiento. Éste es un caso muy frecuente de losas de naves industriales donde, sobre la solera se coloca maquinaria muy pesada, o silos, con aplicación de cargas en zonas muy puntuales.
6. **Efecto de la subpresión:** es válido todo lo indicado para sobrecargas uniformes, pero las tracciones cambian de cara, y se producen en la cara superior, salvo en las zonas de contacto de la losa con el contorno, en donde, si se materializan empotramientos, se producen en la cara inferior. La causa más frecuentemente observada de fisuración de losas por subpresión es, en primer lugar, por haberse olvidado de considerar esa acción, y, en segundo lugar, por haberla infravalorado. En la Figura 2 se observa el mapa de fisuras de una losa de un cuarto sótano de garaje, afectada por una subpresión, olvidada en el proyecto, de casi 8 m.c.a. y podemos observar como indica una deformación de levantamiento global en el centro.

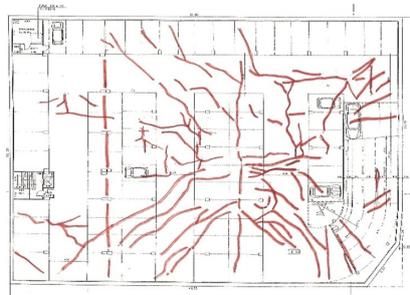


Figura 2: Mapa de fisuras por subpresión en losa de cimentación

7. **Tipo de terreno de apoyo:** Influye en la capacidad resistente de la losa. Cuanto mayor es su capacidad portante menor es la influencia de las sobrecargas sobre la losa. Y cuanto más deformable, mayores serán las tracciones en la parte inferior de la losa. El análisis numérico de la interacción losa-terreno se puede realizar mediante los coeficientes de balasto.
8. **Temperatura y humedad del terreno de apoyo durante la ejecución:** El terreno actúa a modo de encofrado perdido en la ejecución de la losa. Si la ejecución es en verano, y está a temperaturas muy elevadas, robará parte del agua de constitución de la masa de hormigón, y aumentará la deformación por retracción del mismo. Una buena práctica es enfriarlo y regarlo, antes del hormigonado, o disponer una lámina plástica entre ambos.
9. **Rozamiento losa-terreno:** Un rozamiento elevado aumenta las tracciones de la losa, durante el período de acortamiento por retracción. Una solución es interponer una lámina plástica sobre el terreno, antes del hormigonado: disminuye el rozamiento y evita que el terreno absorba parte del agua de constitución del hormigón durante el proceso de fraguado.
10. **Coacciones a la libre deformación (elementos rígidos):** son siempre coacciones al movimiento y son una de las fuentes de fisuración no deseada. Siempre hay que aliviar las tensiones en su entorno mediante juntas de serrado. Existen dos alternativas. Una es llevar las juntas de serrado desde el elemento rígido hasta las juntas de retracción (Figura 3), y otra es realizar cortes, en el entorno del elemento rígido para frenar la fisura. (Figura 4).



Figura 3: Juntas en elementos rígidos. Alternativa 1



Figura 3: Juntas en elementos rígidos. Alternativa 2

11. **Procedimiento de ejecución:** Hay que tener en cuenta el volumen máximo de hormigón, o la máxima superficie prevista continua, por unidad de hormigonado, o el procedimiento previsto para el control de cotas. Como los rendimientos de puesta en obra, pueden ser muy altos, hay que coordinarse con los equipos de serrado, para que entren en los momentos adecuados. Es importante tener un buen pronóstico del tiempo en las próximas 72 horas, pues influye en aspectos esenciales como la velocidad de adquisición de resistencia del material, velocidad de materialización de las mayores deformaciones por retracción en edades tempranas, e influencia en el proceso de curado.
12. **Deformabilidad del material de apoyo:** Nunca se debe de empezar la ejecución de una losa de hormigón, sin un protocolo de control de calidad adecuado en el material de apoyo, y sus resultados.

4. ANÁLISIS DE VARIABLES QUE DAN RESPUESTA A UN ADECUADO COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL:

1. **El curado del hormigón:** Como se ha comentado en el análisis de variables, las edades tempranas son cruciales en la ejecución de una buena losa, y durante ese período la ejecución de un buen curado es esencial, pudiendo llegar a contrarrestar la mayor parte de las acciones nocivas. Su protocolo se puede obtener en [8] y [9].
2. **Diseño de juntas:** Distinguiendo las de acortamiento, por cualquier motivo de los expuestos, de las de expansión. En la junta se diseñarán su espaciamiento, su anchura, y su profundidad, de acuerdo con todo lo indicado anteriormente. En ocasiones se han encontrado buenas soluciones de juntas de serrado, con una distribución no regular, permitiendo conjugar eficacia y diseño (Figura 7). Las juntas deben de extenderse a cualquier labor de reparación en el pavimento, pues si son olvidadas, el material las ejecutará por sí mismo (Figura 8).



Figura 7: Juntas irregulares



Figura 8: Juntas realizadas automáticamente al no haberlas previsto en la reparación

En cuanto a la relación del diseño de la junta con el espesor de la losa, las referencias bibliográficas repiten de forma reiterada que la profundidad sea entre $1/3$ y $1/4$ del espesor. Esto puede ser válido en general, pero tiene relación también con el tamaño máximo del árido (TMA), aconsejándose que no sea inferior a 2 veces el TMA, y con la existencia de armado, debiéndose esa profundidad de junta ser superior al recubrimiento nominal. En cuanto al relleno de las juntas, basta con actuar en las de dilatación y se realizará con materiales de elasticidad suficiente, que permitan los movimientos en ambos sentidos, e impidan la entrada de agua a la base del pavimento.

3. **La edad en el momento del corte:** La edad adecuada dependerá de la previsión de climatología, del tipo de cemento, y dosificación del hormigón. Debe de estudiarse en cada caso, especialmente en la fase de ejecución, y realizarse exactamente en la ventana temporal que corresponda. Si se realizan tarde, el hormigón ya habrá fisurado (Figura 9).



Figura 9: Realización de juntas de retracción tardías

4. **Influencia de la forma de la losa:** Dependiendo de si son cuadradas, rectangulares, formas irregulares, etc, cambiará tanto la dirección de las tensiones principales de tracción, como su magnitud, pudiéndose incrementar hasta en un 41% (Figura 10).



Figura 10: Tensiones principales de tracción y juntas para evitarlas

5. **Tipo de junta:** Es esencial diferenciar juntas de retracción, de dilatación y juntas de construcción, distinguiendo claramente la función de cada una y las variables que las regulan. Su forma, profundidad, dimensión y diseño será radicalmente diferente.
6. **Retracción:** Es conveniente realizar una valoración específica en la fase de proyecto, y verificarla en la fase de construcción, antes del hormigonado. Eso permitirá fijar los tiempos de

serrado de juntas con mayor precisión [8], [9]. Es poco habitual encontrar esta evaluación tanto en la fase de proyecto como en la de ejecución.

5. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

Como se ha expuesto son demasiadas las variables que pueden afectar al diseño y ejecución de este tipo de losas, por lo que no se considera adecuado que su definición quede solo en referencias repetidas de forma idéntica en gran número de textos. Las decisiones del proyectista deben de quedar fijadas en los documentos del proyecto, formando, de alguna manera, parte del anejo de cálculo estructural del mismo. Existirán justificaciones estructurales y justificaciones de diseño, orientadas ambas a criterios de sostenibilidad. Además, el Pliego de Prescripciones Técnicas establecerá el modo de ejecución de la Unidad de Obra. Y el Anejo de Control de Calidad deberá de especificar los aspectos a controlar durante su ejecución. También durante la ejecución deberá de valorarse si el procedimiento a emplear coincide con el previsto en proyecto, y de no ser así se reevaluarán las medidas a adoptar de forma conjunta entre la Dirección Facultativa y el Contratista, repasando todas las variables que se indican en el apartado anterior.

6. CONCLUSIONES

En este documento se analizan las causas principales de daño estructural en losas apoyadas sobre el terreno, que, aunque conocidas no son adecuadamente consideradas, y se aportan además otras variables nuevas que no se tienen en cuenta en el diseño de estas losas. Un resumen de las mismas se presenta a continuación:

- Las variables que intervienen en los problemas de losas apoyadas sobre el terreno frecuentemente se infravaloran, tanto en fase de diseño como en fase de ejecución, y las consecuencias derivadas suelen suponer un alto coste de reparación.
- Es importante que siempre, pero especialmente en grandes superficies, se analice su diseño en la fase de proyecto, en un anejo específico, o bien en un anejo general de cálculos mecánicos o estructurales; que el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto especifique claramente la forma de ejecución de la unidad de obra; y que el Anejo de Control de Calidad especifique aquellos aspectos a controlar en la fase de ejecución.
- Hay que considerar la dirección principal de las tensiones de tracción, que, en encuentros en esquina, no irán perpendiculares a los lados, sino en la bisectriz del ángulo de los lados, aumentando además su magnitud.
- Realizar un curado de acuerdo a normativa, asegurando el aporte de agua al hormigón, no solo por arriba, sino también por la parte inferior, humedeciendo el terreno previamente al hormigonado, o colocando láminas impermeables entre la base y el hormigón.
- Hay que realizar en tiempo exacto el corte de juntas de retracción, y documentarlas en el tiempo.
- Es preciso distinguir claramente entre juntas de retracción, que solo tienen un sentido, de juntas de dilatación que tienen sentido alterno.
- Hay que relacionar la profundidad del corte de juntas, no solo con el espesor total de la losa como es habitual, sino también con el tamaño máximo del árido, aconsejando que no sea inferior a dos veces el mismo.

En general, se puede concluir que pese a lo frecuente que es este tipo de daños, y lo elevado de los costes de su reparación, son relativamente fácil de evitar si se presta algo más de atención durante el proyecto y la construcción, atendiendo a todos los aspectos enumerados en este documento.

7. BIBLIOGRAFÍA

[1] Alabern i Valentí, E., Guilemany i Casademon, C. Secciones estructurales de firmes urbanos en sectores de nueva construcción. (1990) ISBN 84-404-6616-1

- [2] Felipe Manchón, L., Santamera, J.A. Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario Urbano. Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo. Ministerio de Fomento (2000).
- [3] Luzón Cánovas, J.M., y otros. Juntas de dilatación en cerramientos de fachadas de ladrillo. Distancias, detalles constructivos y ejecución. Cuadernos Intemac, nº 44 (2001)
- [4] Calavera Ruiz, J. Juntas y armaduras de retracción y temperatura en canales de hormigón armado. Cuadernos Intemac, nº 36 (1999)
- [5] Calavera Ruiz, J., González Valle, E. Juntas en construcciones de hormigón. Cuadernos Intemac, nº 14 (1994)
- [6] Jofré, C., Vaquero, J.J. Manual de pavimentos industriales. Instituto Español del Cemento y sus aplicaciones (2000) ISBN 84-89702-12-8
- [7] Consejería de Fomento, Junta de Castilla y León. Recomendaciones de proyecto y construcción de firmes y pavimentos. (2004)
- [8] Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio.
- [9] Código Estructural. Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.