



ANEJO 13º

Índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad

1. Consideraciones generales

El proyecto, la ejecución y el mantenimiento de las estructuras de hormigón constituyen actividades, enmarcadas en el contexto general de la construcción, que pueden contribuir a la consecución de las condiciones que permitan un adecuado desarrollo sostenible.

La sostenibilidad es un concepto global, no específico de las estructuras de hormigón, que requiere que se satisfagan una serie de criterios medioambientales, así como otros de carácter económico y social. La contribución a la sostenibilidad de las estructuras de hormigón depende, por lo tanto, del cumplimiento de criterios como el uso racional de la energía empleada (tanto para la elaboración de los productos de construcción, como para el desarrollo de la ejecución), el empleo de recursos renovables, el empleo de productos reciclados y la minimización de los impactos sobre la naturaleza como consecuencia de la ejecución y la creación de zonas de trabajo saludables. Además, el proyecto, la ejecución y el mantenimiento de las estructuras de hormigón pueden tener en cuenta otros aspectos como la amortización de los impactos iniciales durante la vida útil de la estructura, la optimización de los costes de mantenimiento, la incorporación de técnicas innovadoras resultado de estrategias empresariales de I+D+i, la formación continua del personal que participa en las diversas fases de la estructura, u otros aspectos de carácter económico o social.

Este Anejo define un índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad (ICES), obtenido a partir del índice de sensibilidad medioambiental de la misma (ISMA), estableciendo procedimientos para estimarlos cuando así lo decida la Propiedad.

Los criterios mencionados en este Anejo se refieren exclusivamente a actividades relativas a la estructura de hormigón. Al ser ésta un elemento enmarcado frecuentemente en el conjunto de una obra de mayor envergadura (edificio, carretera, etc.), el Autor del Proyecto y la Dirección Facultativa deberán velar, en su caso, por la coordinación de estos criterios con respecto a los que se adopten para el resto de la obra.

2 Criterios generales aplicados a las estructuras de hormigón

La estimación de indicadores de sostenibilidad o, en su caso, medioambientales contemplados en esta Instrucción, puede tener como finalidad:

- la comparación entre dos soluciones estructurales para una misma obra, o
- el establecimiento de un parámetro cuantitativo de valoración de la calidad de la estructura en relación con estos aspectos.

En general, una estructura tiene mayor valor a efectos de sostenibilidad cuando compatibiliza las exigencias definidas en el artículo 5º de esta Instrucción con:

- la optimización del consumo de materiales, empleando menores cantidades de



- hormigón y de armaduras,
- la extensión de la vida útil de la estructura, que produce una mayor amortización durante la misma de los posibles impactos producidos en la fase de ejecución,
 - el empleo de cementos:
 - o que incorporen subproductos industriales, como las adiciones minerales admitidas por la reglamentación vigente,
 - o que se obtengan mediante procesos que incorporen materias primas que producen menos emisiones de CO₂ a la atmósfera,
 - o que se obtengan mediante procesos que consuman menos energía, especialmente mediante el uso de combustibles alternativos que permitan el ahorro de otros combustibles primarios y la valorización de residuos.
 - el empleo de áridos procedentes de procesos de reciclado,
 - el uso de agua reciclada en la propia planta de fabricación del hormigón,
 - el empleo de aceros:
 - o que procedan del reciclado de residuos férricos (chatarra),
 - o que se obtengan mediante procesos que produzcan menores emisiones de CO₂ a la atmósfera,
 - o que demuestren un aprovechamiento de sus residuos como, por ejemplo, de sus escorias,
 - o que provengan de procesos que garanticen el empleo de materias primas férricas no contaminadas radiológicamente,
 - la implantación de sistemas voluntarios de certificación medioambiental para los procesos de fabricación de todos los productos empleados en la estructura y, en particular, los de fabricación del hormigón en planta y los de elaboración de las armaduras en la instalación de ferralla, incluyendo su transporte hasta la obra, en su caso,
 - el empleo de productos en posesión de distintivos de calidad oficialmente reconocidos que favorezcan la adecuada consecución de las exigencias básicas de las estructuras con el menor grado de incertidumbre posible,
 - el cumplimiento de criterios preventivos adicionales a los requisitos establecidos por la reglamentación vigente que sea aplicable en materia de seguridad y salud de las obras,
 - la aplicación de criterios innovadores que aumenten la productividad, la competitividad y la eficiencia de las construcciones, así como la accesibilidad del usuario a las mismas,
 - la minimización de los impactos potenciales sobre el entorno, derivados de la ejecución de la estructura (ruido, polvo, vibraciones, etc.), y
 - en general, el menor empleo posible de recursos naturales.

3. Método general de consideración de criterios de sostenibilidad

La consideración de criterios de sostenibilidad en una estructura de hormigón será decidido por la Propiedad que deberá además:

- comunicarlo al Autor del Proyecto para que incorpore las correspondientes medidas durante la redacción del mismo,
- considerarlo en el encargo de la ejecución,
- controlar el cumplimiento por parte del Constructor de los criterios durante la



ejecución, y

- velar porque se transmitan a los usuarios, en su caso, los criterios adecuados de mantenimiento.

La Propiedad, en su caso, deberá comunicar al Autor del Proyecto el criterio de sensibilidad que, de acuerdo con el apartado 5 de este Anejo, deberá cumplir la estructura.

Se considera que una estructura de hormigón cumple el criterio definido por la Propiedad cuando, según el caso, se cumplan las siguientes condiciones:

$$ICES_{propiedad} \leq ICES_{proyecto} \leq ICES_{ejecución}$$

donde:

“propiedad”	Indica que el índice ICES es el definido por la Propiedad en el encargo.
“proyecto”	Indica que el índice es el establecido por el Autor del Proyecto.
“ejecución”	Indica que es el índice que se ha obtenido como consecuencia del control, de acuerdo con el Artículo 98º, de las condiciones reales en las que se ha ejecutado la estructura.

4 Índice de sensibilidad medioambiental de la estructura de hormigón (ISMA)

4.1 Definición del índice de sensibilidad medioambiental

Se define como “índice de sensibilidad medioambiental” de una estructura al resultado de aplicar la siguiente expresión:

$$ISMA = \sum_{i=1}^{i=11} \alpha_i \cdot \beta_i \cdot \gamma_i \cdot V_i$$

donde:

α_i, β_i y γ_i	Coefficientes de ponderación de cada requerimiento, criterio, o indicador de acuerdo con la Tabla A.13.4.1.a.
V_i	Coefficientes de valor obtenidos para cada criterio, de acuerdo con la siguiente expresión en función del parámetro representativo en cada caso.

$$V_i = K_i \cdot \left[1 - e^{-m_i \left(\frac{P_i}{n_i} \right)^{A_i}} \right]$$

donde:

K_i, m_i, n_i y A_i	Parámetros cuyos valores dependen de cada indicador, de acuerdo con la Tabla A.13.4.1.b.
P_i	Valor que toma la función representativa para cada indicador, de acuerdo con lo señalado en el apartado 4.3 de este Anejo.



Tabla A.13.4.1.a Coeficientes de ponderación

Requerimiento medioambiental	Coeficiente de ponderación		
	α	β	γ
Características medioambientales del hormigón	0,60	0,22	0,50
Características medioambientales de las armaduras			0,50
Optimización del armado de los elementos		0,33	0,17
Optimización ambiental del acero			0,33
Nivel de control de la ejecución			0,50
Empleo de áridos reciclados		0,45	0,33
Optimización del cemento			0,50
Optimización del hormigón			0,17
Medidas específicas para control de los impactos	0,40	0,25	1,00
Medidas específicas para gestionar los residuos		0,75	0,67
Medidas específicas para gestionar el agua			0,33

Tabla A.13.4.1.b

Requerimiento medioambiental	K_i	m_i	n_i	A_i
Características medioambientales del hormigón	1,02	-0,50	50	3,00
Características medioambientales de las armaduras	1,02	-0,50	50	3,00
Optimización del armado de los elementos	1,06	-0,45	35	2,50
Optimización medioambiental del acero	10,5	-0,001	1	1,00
Nivel de control de la ejecución	1,05	-1,80	40	1,20
Empleo de áridos reciclados	1,10	-0,20	2	1,10
Optimización del cemento	10,5	-0,001	1	1,00
Optimización del hormigón	10,5	-0,001	1	1,00
Medidas específicas para control de los impactos	10,5	-0,001	1	1,00
Medidas específicas para gestionar los residuos	1,21	-0,40	40	1,60
Medidas específicas para gestionar el agua	1,10	-0,40	50	2,60

4.2 Clasificación medioambiental de las instalaciones

A los efectos de esta Instrucción, se entiende que una instalación presenta un distintivo de carácter medioambiental cuando esté en posesión de un distintivo de calidad conforme a la UNE-EN ISO 14001 o un EMAS.

Aún no estando en posesión de un distintivo de carácter medioambiental, se considera que la instalación tiene compromiso ambiental a los efectos de esta Instrucción cuando cumpla las siguientes circunstancias:

- a) en el caso de una central de hormigón preparado
 - controlan y registran los procesos de gestión o reciclado de residuos (por ejemplo, mediante uso de contenedores, planes de gestión de residuos, etc.),
 - disponen de dispositivos para minimizar los impactos en el entorno, tales como filtros, silenciadores, amortiguadores, pantallas de retención de polvo, etc.,
- b) en el caso de una Instalación de ferralla ajena a la obra



- disponen de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, de acuerdo con el Artículo 81º de esta Instrucción,
 - emplean productos de acero en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- c) en el caso de una instalación de prefabricación
- disponen de dispositivos para minimizar los impactos en el entorno, tales como filtros, silenciadores, amortiguadores, pantallas de retención de polvo, etc.,
 - controlan y registran los procesos de gestión o reciclado de residuos (por ejemplo, mediante uso de contenedores, planes de gestión de residuos, etc.),
 - contemplan medidas específicas para optimizar las dosificaciones empleadas,,
 - utilizan armaduras:
 - procedentes de instalaciones de ferralla que estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, o
 - elaboradas en la propia instalación de prefabricación, con sistemas de gestión de los residuos producidos y medidas específicas para la reducción del ruido producido en los procesos de ferralla.
- d) en el caso de una central de hormigón de obra
- incorporan dispositivos para disminuir los impactos en el entorno, tales como silenciadores, barreras antipolvo, tolvas con trompas de goma, etc.,
 - aseguran un adecuado control de los residuos generados, mediante contenedores, y
 - contemplan medidas específicas para optimizar las dosificaciones empleadas.
- e) en el caso de una instalación de ferralla en obra
- analizan el despiece y proponen, en su caso, a la Dirección Facultativa, alternativas que optimicen la cuantía de armadura,
 - gestionan el reciclado de la chatarra producida por los despuntes y residuos, y
 - adoptan medidas para disminuir la emisión del ruido provocado por los procesos desarrollados para la elaboración de la armadura.
- f) en el caso de la empresa constructora, en relación con la puesta en obra del hormigón
- incorporan dispositivos para disminuir el ruido y controlar las vibraciones, como silenciadores, barreras antiruido, amortiguadores de tolva, etc.,
 - aseguran la gestión de los rechazos de hormigón, en su caso, no permitiendo vertidos inadecuados, y
 - no aseguran la inclusión de pantallas para la retención de polvo, ni el uso de contenedores para el reciclado de materiales, ni el uso de encofrados estancos,
- g) en el caso de la empresa constructora, en relación con el montaje de las armaduras
- acumulan los residuos (alambres, despuntes, rechazos, etc.) en contenedores independientes para su reciclaje,

- disponen de zonas delimitadas para el acopio de los productos y armado, en su caso de las armaduras.
- h) en el caso de la empresa constructora, en relación con la gestión del agua
- dispone de un procedimiento para evitar vertidos incontrolados de agua y riesgos de contaminación de suelos

4.3. Criterios medioambientales y funciones representativas

4.3.1 Criterio medioambiental de caracterización del hormigón

Este criterio valora la sensibilidad medioambiental de la central de fabricación del hormigón, así como la de los procedimientos de puesta en obra del mismo. Tiene como objetivos los siguientes:

- disminuir la cantidad de los residuos procedentes de la fabricación del hormigón,
- fomentar un mayor reciclaje de aquellos residuos cuya generación sea inevitable,
- disminuir de los impactos durante la puesta en obra del hormigón.

La función representativa de este criterio viene definida por

$$P_1 = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{i=3} p_{1i} \cdot \lambda_{1i}$$

donde p_{1i} es el porcentaje de utilización en la obra de cada uno de los tipos de hormigón considerados (preparado, en central de obra o prefabricado) y λ_{1i} es la suma de los valores que sean aplicables según las condiciones medioambientales de las instalaciones, para la correspondiente columna de la Tabla A.13.4.3.1.

Tabla A.13.4.3.1.

Instalación	Condición medioambiental	Coeficiente de valor (λ_{1i})		
		Caso 1: Hormigón preparado (λ_{11})	Caso 2: Hormigón de central de obra (λ_{12})	Caso 3: Elementos prefabricados (λ_{13})
Central de hormigón preparado	Con distintivo medioambiental	70	-	-
	Con compromiso medioambiental	40	-	-
	Otros casos	15	-	-
Central de hormigón en obra	Con distintivo medioambiental	-	70	-
	Con compromiso medioambiental	-	30	-
	Otros casos	-	0	-
Instalación de prefabricación	Con distintivo medioambiental	-	-	80
	Con compromiso medioambiental	-	-	50
	Otros casos	-	-	20
Empresa constructora	Con distintivo medioambiental	30	30	20
	Con compromiso medioambiental	15	15	10
	Otros casos	0	0	0

Los valores de la Tabla anterior se corresponden con unas distancias máximas de transporte de 45 km y 300 km para el hormigón preparado y para los elementos prefabricados, respectivamente. En el caso de que dicha distancia fuera mayor, el valor del coeficiente λ_{13} correspondiente a la instalación de prefabricación se reducirá en 5 y el correspondiente a la empresa constructora se aumentará en 5, salvo en la fila correspondiente a "Otros casos" que seguirá siendo 0.

4.3.2 Criterio medioambiental de caracterización de las armaduras

Este criterio valora la sensibilidad medioambiental con la que se desarrollan los procesos de ferralla para la elaboración de las armaduras, así como la de los procedimientos de montaje en obra de la misma. Tiene como objetivos los siguientes:

- disminuir la cantidad de los residuos procedentes de la elaboración de las armaduras,
- fomentar la optimización de armaduras y el reciclaje de aquellos residuos cuya generación sea inevitable, y
- disminuir de los impactos durante el montaje en obra de las armaduras.

La función representativa de este criterio viene definida por

$$P_2 = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{i=3} p_{2i} \cdot \lambda_{2i}$$



donde p_{2i} es el porcentaje que representa cada una de las posibles procedencias de las armaduras que se colocan en la obra (instalación de ferralla ajena a la obra, instalación de obra o instalación de prefabricación) y λ_{2i} es la suma de los valores que sean aplicables según las condiciones medioambientales de las instalaciones, para la correspondiente columna de la Tabla A.13.4.3.2.

Tabla A.13.4.3.2.

Instalación	Condición medioambiental	Coeficientes λ_{2i}		
		Caso 1: Instalación de ferralla ajena a la obra (λ_{21})	Caso 2: Instalación de ferralla en obra (λ_{22})	Caso 3: Elementos prefabricados (λ_{23})
Instalación de ferralla ajena a la obra	Con distintivo medioambiental	80	-	-
	Con compromiso medioambiental	60	-	-
	Otros casos	30	-	-
Instalación de ferralla en obra	Con distintivo medioambiental	-	70	-
	Con compromiso medioambiental	-	30	-
	Otros casos	-	0	-
Instalación de prefabricación	Con distintivo medioambiental	-	-	80
	Con compromiso medioambiental	-	-	60
	Otros casos	-	-	30
Empresa constructora	Con distintivo medioambiental	20	30	20
	Con compromiso medioambiental	10	15	10
	Otros casos	0	0	0

Los valores de la Tabla anterior se corresponden con una distancia máxima de transporte de 45 km y 300 km para las armaduras y para los elementos prefabricados, respectivamente. En el caso de que dicha distancia fuera mayor, el valor del coeficiente λ_{13} correspondiente a la Instalación de prefabricación se reducirá en 5 y el correspondiente a la empresa constructora se aumentará en 5, salvo en la fila correspondiente a "Otros casos" que seguirá siendo 0.

4.3.3 Criterio medioambiental de optimización del armado

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada a la disminución de los recursos consumidos para la elaboración de la armadura, mediante el fomento de soluciones estructurales que optimicen las cuantías de armadura y simplifiquen su montaje en obra.

La función representativa de este criterio viene definida por

$$P_3 = \sum_{i=1}^{i=4} \lambda_{3i}$$



donde λ_{3i} representa los valores obtenidos de la tabla A.13.4.3.3.

Tabla A.13.4.3.3

Subcriterio		Caso 1: Hormigón pretensado				Caso 2: Hormigón armado			
		λ_{31}	λ_{32}	λ_{33}	λ_{34}	λ_{31}	λ_{32}	λ_{33}	λ_{34}
% losas armadas con malla electrosoldada o armadura de mallazo soldado, con tamaño no inferior a 6,00x6,00m ²	0	0	-	-	-	0	-	-	-
	20	7	-	-	-	7	-	-	-
	40	14	-	-	-	14	-	-	-
	60	21	-	-	-	21	-	-	-
	80	28	-	-	-	28	-	-	-
	100	34	-	-	-	34	-	-	-
Sistema de unión	soldadura	-	0	-	-	-	25	-	-
	atado, mecánico u otros similares	-	16	-	-	-	32	-	-
% de armaduras elaboradas con formas según UNE 36.831	0	-	-	0	-	-	-	0	-
	20	-	-	7	-	-	-	7	-
	40	-	-	14	-	-	-	14	-
	60	-	-	21	-	-	-	21	-
	80	-	-	28	-	-	-	28	-
	100	-	-	34	-	-	-	34	-
¿Tiene armadura activa?	no	-	-	-	-	-	-	-	0
	si	-	-	-	16	-	-	-	-

4.3.4 Criterio medioambiental de optimización del acero para armaduras

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada al reciclado de residuos férricos (chatarra) y la disminución de emisiones de CO₂ en la fabricación del acero, así como el aprovechamiento de los subproductos producidos en el proceso.

La función representativa de este criterio viene definida por

$$P_4 = \frac{1}{100} \frac{A}{100} \sum_{i=1}^{i=5} p_{4i} \lambda_{4i}$$

donde λ_{4i} valores obtenidos de la tabla A.13.4.3.4.

A porcentaje de acero en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido

p_{4i} porcentaje de utilización en la obra de cada acero identificado en la tabla A.13.4.3.4



Tabla A.13.4.3.4

Optimización de recursos en la fabricación del acero	De acuerdo con/o mediante	Puntos
Sin certificación	No se aplica la norma ISO 14001 ni el sistema EMAS, o el producto no está certificado mediante una marca voluntaria de calidad con distintivo oficialmente reconocido, o el certificado de producto no acredita que dicho cemento está sometido a las exigencias del Protocolo de Kyoto	$\lambda_{41} = 0$
Con producción sometida a certificación de carácter medioambiental	Norma ISO 14001	$\lambda_{41} = 10$
	Norma ISO 14001 y registro EMAS, o registro EMAS sin norma ISO 14001	$\lambda_{41} = 15$
Con certificación del producto	El acero acredita mediante la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido que su producción procede del reciclado de chatarra, al menos en un 80%.	$\lambda_{42} = 30$
	El acero acredita mediante la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido que su producción está sometida a las exigencias del Protocolo de Kyoto.	$\lambda_{43} = 20$
	El acero acredita mediante la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido que realiza un aprovechamiento de sus escorias superior al 50%.	$\lambda_{44} = 15$
Otros	El acero acredita que, tanto las materias primas férricas utilizadas en la siderurgia como los productos de acero, se han sometido a controles de emisión radiológicos verificables y documentados	$\lambda_{45} = 20$
Puntuación total máxima		$\sum_{i=1}^4 \lambda_{4i} \leq 100$

4.3.5 Criterio medioambiental de sistemática del control de ejecución

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada a la disminución de los recursos consumidos para la elaboración de la armadura, como consecuencia de un nivel de control de ejecución intenso y del empleo de productos en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

La función representativa de este criterio viene definida por

$$P_5 = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{i=3} p_{5i} \cdot \lambda_{5i}$$

donde p_{4i} es el porcentaje de utilización en la obra de cada uno de los casos que se definen en la tabla A.13.4.3.5 y λ_{5i} es el coeficiente reflejado en la misma para cada caso.

Tabla A.13.4.3.5

Subcriterio	Coefficiente de valor
Hormigón preparado o fabricado en central No se aplica disminución de γ_s , de acuerdo con el apartado 15.3.1	$\lambda_{51} = 0$
Hormigón preparado o fabricado en central Se aplica disminución de γ_s , de acuerdo con el apartado 15.3.1	$\lambda_{52} = 65$
Hormigón prefabricado con distintivo de calidad Se aplica disminución de γ_s , de acuerdo con el apartado 15.3.1	$\lambda_{53} = 100$

4.3.6 Criterio medioambiental de reciclado de áridos

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada al empleo de áridos reciclados. Su función representativa viene definida por

$$P_6 = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{i=2} p_{6i} \cdot \lambda_{6i}$$

donde p_{51} y p_{52} son los porcentajes de utilización en la obra de elementos de hormigón ejecutado in situ y de elementos de hormigón prefabricado, respectivamente, y donde los coeficientes λ_{61} y λ_{62} son los porcentajes de árido reciclado correspondiente a cada uno de los mencionados tipos de elementos. Cada uno de estos porcentajes (λ_{6i}) está limitado al valor 20.

4.3.7 Criterio medioambiental de optimización del cemento

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada al empleo de subproductos industriales y, en particular en el caso de cementos, que los incorporen así como que empleen otras materias primas que minimicen sus emisiones de CO_2 a la atmósfera o se obtengan mediante procesos que consuman menos energía, especialmente mediante el consumo de combustibles alternativos, que permitan ahorrar otros combustibles primarios, y la valorización de residuos.

La función representativa de este criterio viene definida por

$$P_7 = \frac{1}{100} \frac{100 - H}{100} \sum_{i=1}^{i=n} p_{7i} \cdot \lambda_{7i}$$

donde:

- H Porcentaje de hormigón con distintivo de calidad oficialmente reconocido, con adición de cenizas volantes o humo de sílice
- p_{7i} Porcentaje de utilización en la obra de cada tipo de cemento identificado según la tabla A.13.4.3.7
- λ_{7i} Coeficiente obtenido de la tabla A.13.4.3.7
- n Representa el número de tipos diferentes de cemento suministrados a la



obra, identificados según la tabla A.13.4.3.7

Tabla A.13.4.3.7

Optimización de recursos en la fabricación del cemento	De acuerdo con/o mediante	Puntos
Sin certificación	No se aplica la norma ISO 14001 ni el sistema EMAS, o el producto no está certificado mediante una marca voluntaria de calidad con distintivo oficialmente reconocido, o el certificado de producto no acredita que dicho cemento está sometido a las exigencias del Protocolo de Kyoto	0
Con producción sometida a certificación de carácter medioambiental	Norma ISO 14001	10
	Norma ISO 14001 y registro EMAS, o registro EMAS sin norma ISO 14001	15
Con certificación del producto	Dentro de los tipos de cemento adecuados al uso correspondiente, se utilizan aquéllos que contienen adiciones de acuerdo con las normas vigentes y en un porcentaje menor o igual al 20%. Además están certificados mediante una marca voluntaria de calidad con distintivo oficialmente reconocido (*)	35
	Dentro de los tipos de cemento adecuados al uso correspondiente, se utilizan aquéllos que contienen adiciones de acuerdo con las normas vigentes y en un porcentaje mayor al 20%. Además están certificados mediante una marca voluntaria de calidad con distintivo oficialmente reconocido	50
	Dentro de los tipos de cemento adecuados al uso correspondiente, se utilizan aquéllos que están sometidos a las exigencias del Protocolo de Kyoto y así lo acredita el certificado de producto consistente en una marca voluntaria de calidad con distintivo oficialmente reconocido	20
	Dentro de los tipos de cemento adecuados al uso correspondiente, se utilizan aquéllos en los que se emplean materias primas que producen menos emisiones de CO ₂ , o se emplean combustibles alternativos (no fósiles), o se valorizan, como combustibles, residuos de cualquier tipo, todo ello acreditado en el certificado de producto consistente en una marca voluntaria de calidad con distintivo oficialmente reconocido	15
Puntuación total máxima		100

(*) Cuando el cemento más adecuado para el proyecto en cuestión, según esta Instrucción, sea del tipo CEM I ó tipo I, se le adjudicará una puntuación mínima de 35 puntos siempre que el producto esté certificado mediante una marca voluntaria de calidad con distintivo oficialmente reconocido, ya que estos tipos de cemento no pueden llevar cantidad de adición alguna.

4.3.8 Criterio medioambiental de optimización del hormigón

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada al empleo de subproductos industriales que, en forma de adiciones, se incorporen directamente al hormigón, de acuerdo con las especificaciones contenidas en esta Instrucción.

La función representativa de este criterio viene definida por:

$$P_8 = \frac{1}{100} \frac{H}{100} \sum_{i=1}^{i=n} p_{8i} \cdot \lambda_{8i}$$



donde:

- H Porcentaje de hormigón con distintivo de calidad oficialmente reconocido, con adición de cenizas volantes o humo de sílice
- p_{7i} Porcentaje respecto a la cantidad total de hormigón con adición en central, que corresponde a los hormigones fabricados con cada tipo y proporción de adición según la tabla A.13.4.3.8
- λ_{7i} Coeficiente obtenido en la tabla A.13.4.3.8
- n Representa el número de tipos diferentes de adición empleados, identificados según en la tabla A.13.4.3.8

Tabla A.13.4.3.8

Casuística	Subcriterios de aplicación	λ_{8i}	
Empleo de cemento CEM I o tipo I	De acuerdo a los criterios establecidos en la tabla A.13.3.2.7	35	
Central de hormigón sin certificación ISO 14000	Cualquier porcentaje de adición	0	
Central de hormigón con certificación ISO 14001	Cenizas volantes (en % del peso de cemento)	12%	22
		24%	44
		35%	65
	Humo de sílice (en % del peso del cemento)	4%	22
		8%	44
		12%	65

Nota: En la práctica no es usual combinar diversas adiciones, pero en el caso de plantearse se puede obtener la puntuación por interpolación lineal de los porcentajes expresados en la tabla.

4.3.9 Criterio medioambiental de control de los impactos

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada a una ejecución de la estructura que minimice los impactos sobre el medio ambiente y en particular, la emisión de partículas y generación de polvo.

La función representativa de este criterio viene definida por

$$P_9 = \sum_{i=1}^{i=5} p_{9i} \cdot \lambda_{9i}$$

donde p_{9i} y λ_{9i} son los parámetros obtenidos de la tabla A.13.4.3.9.



Tabla A.13.4.3.9

Subcriterio	p_{9i}	λ_{9i}
Empleo de aspersores en la obra para evitar el polvo	1	20
Pavimentación de los accesos a la obra o inclusión de sistemas de limpieza de neumáticos	1	20
Utilización de pantallas u otros dispositivos de retención de polvos	1	20
Empleo de estabilizantes químicos para reducir la producción de polvo	1	20
Utilización de toldos y lonas para la cobertura del material expuesto a la intemperie, incluido su transporte	1	20

4.3.10 Criterio medioambiental de gestión de los residuos

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada a una ejecución de la estructura que gestione adecuadamente los residuos generados durante dicho proceso. En particular, se tiene en cuenta la existencia de un plan de gestión de los materiales de excavación, de un plan de gestión de los residuos de construcción y demolición y la disminución de residuos originados por el control del hormigón, como consecuencia del empleo de probetas cúbicas.

La función representativa de este criterio viene definida por

$$P_{10} = \sum_{i=1}^{i=4} \lambda_{10i}$$

donde λ_{10i} son los valores obtenidos de la tabla A.13.4.3.10.



Tabla A.13.4.3.9

Subcriterio		Casuística		λ_{101}	λ_{102}	λ_{103}	λ_{104}
Gestión de los productos de excavación		Ninguna actuación controlada		0	-	-	-
		Enviar todo a vertedero		3	-	-	-
		Reciclar un porcentaje, indicado en la columna siguiente, y el resto a vertedero	20%	10	-	-	-
			40%	15	-	-	-
			60%	20	-	-	-
			80%	25	-	-	-
100%		30	-	-	-		
Gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD)		Ninguna actuación controlada		-	0	-	-
		Enviar todo a vertedero		-	5	-	-
		Reciclar un porcentaje, indicado en la columna siguiente, y el resto a vertedero	20%	-	12	-	-
			40%	-	21	-	-
			60%	-	30	-	-
			80%	-	39	-	-
100%		-	50	-	-		
Minimización de residuos de azufre por el empleo de probetas cúbicas.	Hormigón sin distintivo de calidad oficialmente reconocido, según el apartado 5.1 del Anejo 19.	Todas las probetas cilíndricas		-	-	0	-
		Utilizan probetas cúbicas para el control de algunos hormigones que representan el porcentaje que se indica en la columna siguiente sobre el número total de probetas	20%	-	-	4	-
			40%	-	-	8	-
			60%	-	-	12	-
			80%	-	-	16	-
	100%		-	-	20	-	
	Hormigón con distintivo de calidad oficialmente reconocido, según el apartado 5.1 del Anejo 19, en un porcentaje del hormigón total colocado, que se indica en la columna siguiente	33%	Cilíndrica (*)	-	-	-	6
			Cúbica (**)	-	-	-	20
		67%	Cilíndrica (*)	-	-	-	12
			Cúbica (**)	-	-	-	20
		100%	Cilíndrica (*)	-	-	-	17
			Cúbica (**)	-	-	-	20

(*) El hormigón sin distintivo de calidad oficialmente reconocido, se controla mediante el uso de probetas cilíndricas

(**) El hormigón sin distintivo de calidad oficialmente reconocido, se controla mediante el uso de probetas cúbicas

4.3.11 Criterio medioambiental de gestión del agua

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada a una ejecución de la estructura que gestione adecuadamente el agua empleada durante dicho proceso. En particular, se tienen en cuenta la disposición de sistemas eficientes de curado del hormigón, la instalación de dispositivos de ahorro y la recogida y aprovechamiento del agua de lluvia.

La función representativa de este criterio viene definida por

$$P_{11} = \sum_{i=1}^{i=4} \lambda_{11i}$$

donde λ_{11i} son los valores obtenidos de la tabla A.13.4.3.11.

Tabla A.13.4.3.11

Condiciones		λ_{11i}
Tipo de empresa	Con compromiso ambiental	20
	Con distintivo medioambiental ISO 9001	40
El proyecto incluye, y justifica en el presupuesto, alguna técnica que permita realizar un curado eficiente con relación al consumo de agua, p.e. introducción de elementos de cobertura para prevenir la evaporación (lonas), riego por aspersión con temporizador, etc..		20
El proyecto propone, y justifica en el presupuesto la utilización de dispositivos de ahorro de agua en los puntos de consumo.		20
El proyecto propone y justifica en el presupuesto la utilización de contenedores para la recogida de agua lluvia y el posterior uso de la misma. Esa agua puede utilizarse posteriormente, en otras aplicaciones sin tener que utilizar recursos de la red de suministros de agua. Este empleo no debe ser perjudicial para otro tipo de características, por ejemplo, durabilidad.		20

5. Índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad

Se define como “índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad” (ICES) al resultado de aplicar la siguiente expresión:

$$ICES = a + b.ISMA$$

debiendo cumplirse, además, que:

$$ICES \leq 1$$

$$ICES \leq 2.ISMA$$

donde:

- a** Coeficiente de contribución social, obtenido como suma de los coeficientes indicados en la Tabla A.13.5, según los subcriterios que sean aplicables.

$$a = \sum_{i=1}^{i=5} a_i$$

Tabla A.13.5

Subcriterio	En proyecto	En ejecución
El Constructor aplica métodos innovadores que sean resultados de proyectos de I+D+i realizados en los últimos 3 años	$a_1 = 0$	$a_1 = 0,02$
Al menos, el 30% del personal que trabaja en la ejecución de la estructura ha tenido cursos de formación específica en aspectos técnicos, de calidad o medioambientales	$a_2 = 0$	$a_2 = 0,02$
Se adoptan medidas voluntarias de seguridad y salud adicionales a las establecidas reglamentariamente para la ejecución de la estructura	$a_3 = 0$	$a_3 = 0,04$
Se elabora una página web pública y específica para la obra al objeto de informar al ciudadano, incluyendo sus características y plazos de ejecución, así como sus implicaciones económicas y sociales.	$a_4 = 0,01$	$a_4 = 0,02$
Se trata de una estructura incluida en una obra declarada como de interés general por la Administración Pública competente.	$a_5 = 0,04$	$a_5 = 0,04$



- b Coeficiente de contribución por extensión de la vida útil, obtenido de acuerdo con la siguiente expresión,

$$b = \frac{t_g}{t_{g,\min}} \leq 1,25$$

donde:

- t_g Vida útil realmente contemplada en el proyecto para la estructura, dentro de los rangos contemplados en el artículo 5 y
- $t_{g,\min}$ Valor de la vida útil establecido en el apartado 5.1 de esta Instrucción para el correspondiente tipo de estructura

A partir del ICES, puede clasificarse la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de acuerdo con los siguientes niveles:

Nivel A: $0,81 \leq \text{ICES} \leq 1,00$

Nivel B: $0,61 \leq \text{ICES} \leq 0,80$

Nivel C: $0,41 \leq \text{ICES} \leq 0,60$

Nivel D: $0,21 \leq \text{ICES} \leq 0,40$

Nivel E: $0,00 \leq \text{ICES} \leq 0,20$

donde A es el extremo máximo de la escala (máxima contribución a la sostenibilidad) y E es el extremo mínimo de la misma (mínima contribución a la sostenibilidad)

6 Comprobación de los criterios de contribución a la sostenibilidad

6.1 Evaluación del índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad en el proyecto

En el caso de que la Propiedad decida aplicar criterios de sostenibilidad para la estructura, el Autor del proyecto deberá definir en el mismo una estrategia para conseguirlos, evaluando el valor de proyecto del índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad ($\text{ICES}_{\text{proyecto}}$) e identificando los criterios, o subcriterios en su caso, que deben cumplirse para la consecución del valor establecido.

Para la evaluación del índice $\text{ICES}_{\text{proyecto}}$ se adoptarán $a_1 = a_2 = a_3 = 0$.

Además, el Autor del Proyecto deberá reflejar las medidas necesarias a tener en cuenta durante la ejecución de la estructura en los correspondientes documentos y, en particular, en la memoria, en el pliego de prescripciones técnicas particulares y en el presupuesto.

6.2 Evaluación del índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad real de la ejecución

En el caso de que la Propiedad haya decidido aplicar criterios de sostenibilidad para la estructura, la Dirección Facultativa deberá controlar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, que el valor real del índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad como consecuencia de las condiciones reales de su ejecución ($\text{ICES}_{\text{ejecución}}$)



no es inferior al valor del referido índice definido en el proyecto.

Los documentos acreditativos de la valoración final del ICES_{ejecución} formarán parte de la Documentación Final de Obra.