



PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

AM-02: ANEJO CÁLCULO DE ESTRUCTURAS Abril 2025



ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	1
2.	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	2
2.1.	Diseño de los soportes de paneles.....	4
2.1.1.	Resultados de viento a barlovento	5
2.1.2.	Resultados de viento a sotavento.....	7
3.	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE	7
3.1.	Análisis estructural y dimensionado.....	8
3.2.	Acciones	9
3.3.	Verificación de la estabilidad.....	10
3.4.	Verificación de la resistencia de la estructura.....	10
3.5.	Combinación de acciones.....	10
3.6.	Verificación de la aptitud de servicio.....	10
3.7.	Acciones en la edificación (CTE-DB-SE AE).....	11
3.8.	Cargas gravitatorias	12
3.9.	Acciones sísmicas (NCSE-02)	12
3.10.	Cumplimiento de la instrucción de Hormigón Estructural.....	12
3.10.1.	Estructura.....	12
3.10.2.	Programa de cálculo	12
3.10.3.	Estado de cargas consideradas	13
3.10.4.	Coeficientes de seguridad y niveles de control.....	13

1. ANTECEDENTES

Se trata de implementar sobre la cubierta plana del IES Mariano José de Larra; construida según la información facilitada por la propiedad en el año 1970, un conjunto de paneles fotovoltaicos (string) con el fin de mejorar la eficiencia energética del edificio.

No se han podido realizar catas para obtener información de la estructura que la conforma. Tras inspección visual de las visitas realizadas, se ha podido constatar que se trata de un forjado unidireccional de viguetas pretensadas y bovedillas cerámicas que descansa sobre perfilera metálica.

No hay; o no nos han podido facilitar; documentación técnica respecto de la estructura ejecutada, canto del forjado, clase resistente del hormigón empleado, tipo de acero, etc.

La impermeabilización actual de la cubierta se confía a una lámina bituminosa autoprottegida.

Se toma como hipótesis de partida para el estudio de los esfuerzos y solicitaciones consideradas, la normativa de obligado cumplimiento vigente en la época en la que se construyó la edificación que nos ocupa. La HA-61 (Esta sin carácter obligatorio) y la norma de acciones de la edificación: M.V: 101-1962. En esta normativa se considera como sobrecarga de uso 100 Kg/m² y de 0,80 Kg/m² para la nieve.

TABLA 3.1 SOBRECARGAS DE USO	
Uso del elemento	Sobrecarga kg/m ²
A. Azoteas	
Accesibles solo para conservación	100
Accesibles solo privadamente	150
Accesibles al público	Según su uso

Ilustración 1: Sobrecargas de uso M.V: 101-1962

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

TABLA 4.2 ALTITUD TOPOGRÁFICA DE LAS CAPITALES DE PROVINCIA

Capital	Altitud m
Astun (El)	N
Albacete	690
Alicante	N
Almería	N
Ávila	1.130
Badajoz	180
Barcelona	N
Bata	N
Bilbao	N
Burgos	880
Cáceres	440
Cádiz	N
Castellón de la Plana	N
Ciudad Real	640
Córdoba	100
Coruña (La)	N
Cuenca	1.010
Gerona	70
Granada	690
Guadalajara	680
Huelva	N
Huesca	470
Jaén	370
León	820
Lérida	130
Lorrono	380
Lugo	420
Madrid	660
Malaga	N
Murcia	40
Orense	120

Ilustración 2: Altitud considerada por provincia M.V. 101-1962

TABLA 4.1 SOBRECARGA DE NIEVE SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL

Altitud topográfica h m	Sobrecarga de nieve kg/m²
0 a 200	40
201 a 400	50
401 a 600	60
601 a 800	80
800 a 1.000	100
1.001 a 1.200	120
> 1.200	h:10

Ilustración 3: Sobrecarga de nieve M.V.101-1962

2. SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada viene condicionada, además de por la casi nula información de que se dispone (ya comentada en el apartado anterior) sobre el proceso de cálculo de la estructura y los materiales empleados para su construcción, por la escasez de datos respecto del proceso constructivo de la misma.

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

Se trata por tanto de diseñar una estructura que se pueda ejecutar sin intervenir sobre los elementos ya contruidos y que las acciones que transmita a la cubierta no sobrepasen las que presumiblemente se consideraron en su día para su cálculo.

En este sentido se ha optado por una estructura que funcione por gravedad, de tal forma que no sea necesario anclarla a la estructura existente, y no producir fisuras u otro tipo de patologías que pueden conllevar este proceso de fijación.

Por tal motivo, el diseño se ha elaborado con bloques de hormigón prefabricados y patentados por la empresa SOLARBLOC®.

La geometría de estos bloques se muestra en la ilustración 4 de este documento. Cada panel se apoya sobre dos de estos bloques, que son los encargados de transmitir a la cubierta las acciones que actúan sobre ellos. Además, existe una alta posibilidad de que los anclajes de los paneles solo cuenten con los presumiblemente 5cm. de espesor de la capa de compresión para su fijación mecánica o química. Espesor claramente insuficiente para que funcionen de manera eficiente y sin que produzcan patologías (Fisuración, arranques, etc.) una vez entren en carga.

Se estudian a vuelco y deslizamiento, a tal fin, se añaden elementos como contrapesos o deflectores traseros. (Ver ilustración 5)

Las cargas consideradas sobre los paneles son:

- Acciones gravitatorias permanentes:
Peso propio de los paneles y bloques de hormigón aligerado.
- Acciones gravitatorias cuasi-permanentes:
Nieve
- Acciones debidas al viento.

Estas son las acciones que actúan sobre los bloques de hormigón aligerado y que se tienen en cuenta para evitar el vuelco y el deslizamiento de estos.

Para el estudio de la cubierta se consideran las acciones gravitatorias ya descritas, que repartidas superficialmente sobre su área de actuación se concretan en 74 Kg/cm², prácticamente un 25% menos de los 100 Kg/cm² que la normativa MV-101-1962; vigente en la época en la que se construyó la edificación que nos ocupa; establecía como sobrecarga de uso. Sobrecarga que no se tiene en cuenta en la zona ocupada por los paneles solares.

Las acciones debidas al viento se han establecido según marca el anejo D del DB SE-AE del vigente Código Técnico de la Edificación (CTE) Los efectos de la presión y la succión; acciones desestabilizadoras; son los más críticos y se contrarrestan por las acciones estabilizadoras aportadas por la carga gravitatoria de los bloques de hormigón y contrapesos. La succión, que podría levantar los paneles, se palía por la colocación de los deflectores traseros.

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

Grupo	Grupo 1				Grupo 2		
Inclinación	10°	12°	15°	18°	28°	30°	34°
Altura 1 (cm)	33,24	34,97	37,47	40,94	56,95	58,94	62,84
Altura 2 (cm)	15,96	14,21	11,54	9,91	26,11	26,03	25,96
Largo (cm)	100,0	100,0	100,06	100,38	60,00	60,04	60,32
Ancho (cm)	16,00	16,00	16,00	16,00	23,50	23,50	23,50
Peso (kg)	60,00	60,00	60,00	60,00	68,00	71,30	77,80
Composición	HM-20						

Ilustración 4: Características Solarbloc

2.1. Diseño de los soportes de paneles

El diseño de estos soportes ha sido diseñado a partir de una hoja de cálculo proporcionada por la empresa SOLARBLOC® de la cual se adjunta una tabla con los datos introducidos y los resultados obtenidos. Se considero un deflector trasero y un lastre tipo 1LI.

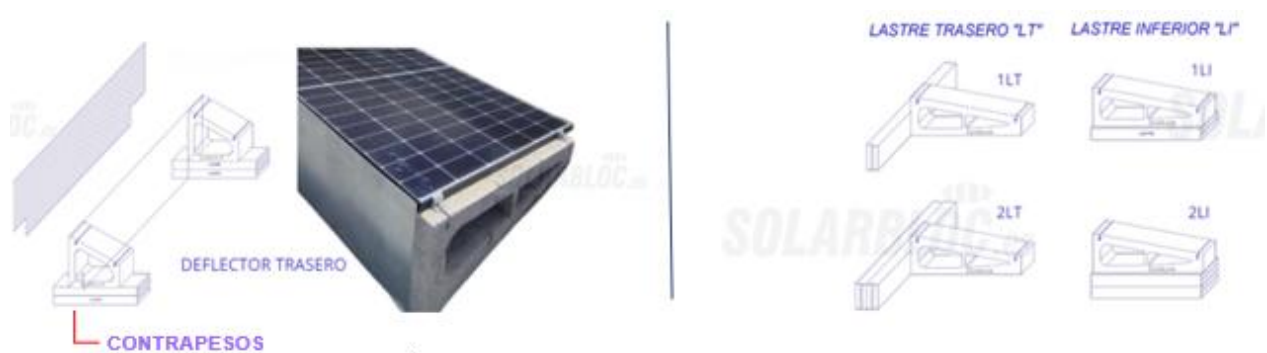


Ilustración 5: Deflector trasero y lastre

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

Tipo de Solarbloc a utilizar	15º
Colocar Sistema Antipandeo	No
Colocar deflector trasero	Si
Colocar perfil metálico	No
Aplicar Código Técnico	Si
Colocar lastre	1LI

Ilustración 6: Datos introducidos I

Zona de viento	A
Grado de aspereza	IV Zona urbana en general, industrial o forestal
Altura (m)	9

Ilustración 7: Datos introducidos II

2.1.1. Resultados de viento a barlovento

Tipo de montaje	n paneles / n+1 Solarblock	
Número de Solarbloc	6	
Número de paneles	5	
Número de piezas de lastre	6	
Peso panel solar (kg)	40	
Peso de lastre	46,00	
Conversor (km/h) a (m/s)	Introducir velocidad en Km/h	Velocidad en m/s
	93,59	26,00
Angulo del Solarbloc Angulo entre viento - terreno	Ángulo viento-terreno entre 0 y 75	Ángulo en Radianes
	15	0,262
	90	1,571

Ilustración 8. Resultados de viento a barlovento

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

Datos piezas

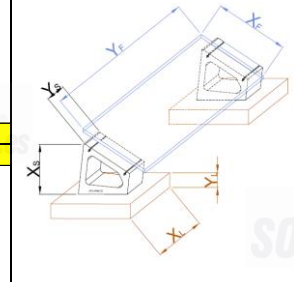
	kg	x (m)	y(m)	x (m)	y (m)	m ²
Solarbloc + Lastre	636,00	0,4674	0,1485	1,90	0,90	1,71
Paneles	200,00	0,5302	0,3440	Añadir la Dimensión del panel		
Peso del sistema antipandeo	0,00					

Viento

	m/s	kg/m ²
Velocidad del viento (Manual / CTE)	26,00	124,59
Ángulo del solarbloc	0,262	rad
Ángulo viento-terreno (Manual / CTE)	1,309	rad
Angulo viento - panel	1,571	rad
Carga de viento	1065,24	kg

Distancia perpendicular eje fuerza - punto de vuelco

	d (m)
d	0,4231
d'	0,4695



CALCULOS SOLARBLOC SIN PEGADO

Momento debido al viento	450,70	kg x m	Signos	+	Antivuelco
Momento debido al peso	403,33	kg x m		-	Vuelco
Total momentos	854,03	kg x m			
Reserva de seguridad al vuelco	INFINITO	Seguridad cuando es > 100%			
CUMPLIMIENTO A VUELCO	CUMPLE				

Ilustración 9: Resultados de viento a barlovento

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

2.1.2. Resultados de viento a sotavento

Datos piezas

Solarbloc + Lastre
Paneles
Peso del sistema antipandeo

kg	x (m)	y(m)
636,00	0,533	0,1485
200,00	0,470	0,3440
0,00		

	x (m)	y (m)	m ²
Panel	1,90	0,90	1,71
Superficie Soporte+Lastre			0,081247
Superficie del Vano con Deflector			0,43

Viento

Velocidad del viento (Manual / CTE)

m/s	kg/m ²
26,00	146,85

Distancia perpendicular eje
fuerza - punto de vuelco

d (m)
0,5420
0,2107

Ángulo del solarbloc
Ángulo viento-terreno (Manual / CTE)
Ángulo viento - panel
Carga de viento sobre el panel fotovoltaico
Carga de viento sobre Soporte+Lastre

0,262	rad
1,309	rad
1,571	rad
0,00	kg
0,00	kg

CÁLCULOS SOLARBLOC SIN PEGADO

Momento debido al viento
Momento debido al peso
Total momentos
Reserva de seguridad al vuelco
CUMPLIMIENTO A VUELCO

0,00	kg x m
432,69	kg x m
432,69	kg x m
Deflector colocado	
CUMPLE	

Signos

+	Antivuelco
-	Vuelco

Carga del viento sobre el deflector
Carga de viento horiz. sobre el panel fotovoltaico
Carga de viento vert. sobre el panel fotovoltaico
Peso
Fricción
Resultante
CUMPLIMIENTO A DESLIZAMIENTO

81,19	kg
0,00	kg
0,00	kg
836,00	kg
630,34	kg
549,16	kg
CUMPLE	

Ilustración 10: Resultados de viento a sotavento

3. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE

En este apartado se indican las prescripciones que se cumplen de manera conjunta CE y los diferentes DB-SE.

	apartado		Procede	No procede
DB-SE		Seguridad estructural:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-AE		Acciones en la edificación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-C	.	Cimentaciones	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CE		Estructuras de Hormigón Armado		
CE		Estructuras de acero	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CE		Comportamiento a fuego	<input checked="" type="checkbox"/>	
DB-SE-F	.	Estructuras de fábrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-M		Estructuras de madera	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
NCSE-02		Norma de construcción sismorresistente		<input checked="" type="checkbox"/>

Siguiendo los criterios de aplicación establecidos por la propia NCSR-02, la aplicación de esta norma no es obligatoria para construcciones de importancia moderada, como la aquí contemplada, cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04g, como es el caso que nos ocupa.

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

– **Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE).**

1. El objetivo del requisito básico «Seguridad estructural» consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. Los Documentos Básicos «DB SE Seguridad Estructural», «DB-SE-AE Acciones en la edificación», «DBSE-C Cimientos», «DB-SE-A Acero», «DB-SE-F Fábrica» y «DB-SE-M Madera», especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.
4. Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

■ 10.1 Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad:

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

■ 10.2 Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio:

La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles

3.1. Análisis estructural y dimensionado

Proceso	-DETERMINACION DE SITUACIONES DE DIMENSIONADO	
	-ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES	
	-ANALISIS ESTRUCTURAL	
	-DIMENSIONADO	
Situaciones de dimensionado	PERSISTENTES	Condiciones normales de uso
	TRANSITORIAS	Condiciones aplicables durante un tiempo limitado.

	EXTRAORDINARIAS	Condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o estar expuesto el edificio.
Periodo de servicio	50 años	
Método de comprobación	Estados límites	
Definición estado límite	Situaciones que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido	
Resistencia y estabilidad	<p>ESTADO LIMITE ÚLTIMO:</p> <p>Situación que, de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pérdida de equilibrio - deformación excesiva - transformación estructura en mecanismo - rotura de elementos estructurales o sus uniones - inestabilidad de elementos estructurales 	
Aptitud de servicio	<p>ESTADO LIMITE DE SERVICIO</p> <p>Situación que de ser superada se afecta: el nivel de confort, bienestar de los usuarios correcto funcionamiento del edificio y apariencia de la construcción</p>	

3.2. Acciones

	PERMANENTES	Aquellas que actúan en todo instante, con posición y valor constantes (pesos propios) o con variación despreciable: acciones reológicas
Clasificación de las acciones	VARIABLES	Aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas
	ACCIDENTALES	Aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña, pero de gran importancia: sismo, incendio, impacto o explosión.
Valores característicos de las acciones	Los valores de las acciones se recogerán en la justificación del cumplimiento del DB SE-AE	
Características de los materiales	Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EH-08.	

3.3. Verificación de la estabilidad

$$Ed, dst \leq Ed, stb$$

Ed, dst: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

Ed, stb: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

3.4. Verificación de la resistencia de la estructura

$$Ed \leq Rd$$

Ed: valor de cálculo del efecto de las acciones

Rd: valor de cálculo de la resistencia correspondiente

3.5. Combinación de acciones

Estados Límite Últimos

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido del apartado 6.4.3.2

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_P \cdot P \text{ "+" } \gamma_{Q,1} \cdot Q_1 \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Para situaciones accidentales se utiliza la expresión 6.11b

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } A_d \text{ "+" } (\psi_{1,1} \text{ o } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Para situaciones sísmicas se utiliza la expresión 6.12b:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } A_{Ed} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Estados Límite de Servicio

Se utilizan las expresiones del apartado 6.5.3 del Código Estructural.

Combinación característica:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinación cuasi-permanente

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.6. Verificación de la aptitud de servicio

Se considera un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro si se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.

Flechas

La limitación de flecha es la establecida por el Código Estructural en su apartado 7.4.1 del Anejo 19. L/250 para la apariencia y funcionalidad y L/500 para evitar daños a las partes adyacentes de la estructura.

desplazamientos
horizontales

El desplome total limite es 1/400 de la altura total

3.7. Acciones en la edificación (CTE-DB-SE AE)

Acciones Permanentes (G):	Peso Propio de la estructura:	Corresponde al peso propio del bloque de hormigón prefabricado del fabricante solarbloc que es de 0,60 Kn por pieza.
	Cargas Muertas:	Se estiman uniformemente repartidas sobre los bloques de hormigón prefabricados y viene dada por el peso propio de los paneles solares de 0,4 kN/m ² .
Acciones Variables (Q):	La sobrecarga de uso:	Las acciones variables de uso fueron determinadas conforme a lo establecido en el DB-SE-AE en la tabla 3.1.
	Las acciones climáticas:	<p>El viento:</p> <p>La presión dinámica del viento viene dada por $Q_b = 1/2 \times \delta \times V_b^2$. A falta de datos más precisos se adopta $\delta = 1.25 \text{ kg/m}^3$. La velocidad del viento se obtiene del anejo D. Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D (Acción del viento).</p> <p>La temperatura:</p> <p>No aplica al no sobrepasar las dimensiones máximas establecidas por la norma para este tipo de construcciones.</p> <p>La nieve:</p> <p>Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal puede tomarse el resultante de aplicar la fórmula:</p> $q_n = \mu \cdot S_k$ <p>donde:</p> <p>μ = coeficiente de forma = 1</p> <p>S_k = Sobrecarga de nieve.</p> <p>Según la tabla E.2 del CTE – DB SE $S_k = 0,6 \text{ kN/m}^2$</p> <p>$q_n = 0,6 \text{ kN/m}^2$</p> <p>Esta sobrecarga se considera no concomitante con la sobrecarga de uso, siendo, además inferior a la establecida por la MV-101-1962 vigente en la época de construcción de la edificación sobre la que se actúa.</p>

	Las acciones químicas, físicas y biológicas:	<p>Las acciones químicas que pueden causar la corrosión de los elementos de acero se pueden caracterizar mediante la velocidad de corrosión que se refiere a la pérdida de acero por unidad de superficie del elemento afectado y por unidad de tiempo. La velocidad de corrosión depende de parámetros ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, la temperatura, la humedad relativa, el viento o la radiación solar, pero también de las características del acero y del tratamiento de sus superficies, así como de la geometría de la estructura y de sus detalles constructivos.</p> <p>El sistema de protección de las estructuras de acero se regirá por el DB-SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural se regirán por el Art.3.4.2 del DB-SE-AE.</p>
	Acciones accidentales (A):	<p>Los impactos, las explosiones, el sismo, el fuego.</p> <p>Las acciones debidas al sismo están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.</p> <p>En este documento básico solamente se recogen los impactos de los vehículos en los edificios, por lo que solo representan las acciones sobre las estructuras portantes. Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes al impacto de vehículos están reflejados en la tabla 4.1</p>

3.8. Cargas gravitatorias

Se considera que la carga se reparte uniformemente sobre la superficie a razón de 0,74 kN/m² en valor característico proveniente del peso de los bloques de hormigón prefabricados y el peso propio de los paneles solares a través de la nueva capa de aislamiento que se aplicara sobre la cubierta.

3.9. Acciones sísmicas (NCSE-02)

Siguiendo los criterios de aplicación establecidos por la propia NCSE-02, la aplicación de esta norma no es obligatoria para construcciones de importancia normal o especial, como la aquí contemplada, cuando la aclaración sísmica básica sea inferior a 0,04 veces la gravedad, tal cual es el caso del área de ubicación del presente estudio.

3.10. Cumplimiento de la instrucción de Hormigón Estructural.

3.10.1. Estructura

Descripción del sistema estructural:	Sistema de bloque alineados en batería sobre el cual se apoyarán paneles solares de la empresa SOLARBLOC®
--------------------------------------	---

3.10.2. Programa de cálculo

Nombre comercial:	Hoja de cálculo de SOLARBLOC®
Empresa	SOLARBLOC® Carretera: Valverde, Km 5,200. Badajoz, 06010 Badajoz
Descripción del programa: idealización de la estructura:	El programa analiza la estabilidad del panel solar y bloque frente a las acciones de viento de acuerdo con el código técnico de la edificación,

simplificaciones efectuadas.

tanto a presión como a succión que puedan causar deslizamiento o vuelco.

3.10.3. Estado de cargas consideradas

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de:

NORMA ESPAÑOLA
C.E. (Código Estructural)

Los valores de las acciones serán los recogidos en:

DOCUMENTO BASICO SE-AE (CODIGO TECNICO)

- Cargas gravitatorias
- Las acciones variables de uso fueron determinadas conforme a lo establecido en el DB-SE-AE en la tabla 3.1.
- Las cargas permanentes fueron determinadas conforme a lo establecido en el apartado 2 del DB-SE-AE.
- Las acciones accidentales fueron determinadas conforme a lo establecido en el DB-SI.
- Las cargas gravitatorias fueron determinadas a partir del peso propio de los paneles solares y los solarbloc, transmitiendo una carga de 0,74 kN/m².

3.10.4. Coeficientes de seguridad y niveles de control

El nivel de control de ejecución de acuerdo con el art.º 14.3 – 22.4 y 91.2.3 del C.E.

E.L.U. Código Estructural				
Tipo de Carga	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Parcial (ψ_p)	Acompaña. (ψ_a)
Permanente (G)	1.00	1.35	-	-
Sobrecarga (Q)	0.00	1.50	1.00	0.70
Viento (W)	0.00	1.50	1.00	0.60

E.L.S. Código Estructural Anejo 18 Apéndice-1				
Característica				
Tipo de Carga	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Parcial (ψ_p)	Acompaña. (ψ_a)
Permanente (G)	1.00	1.00	-	-
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	1.00	0.70
Viento (W)	0.00	1.00	1.00	0.60

E.L.S. Código Estructural Anejo 18 Apéndice-1				
Frecuente				
Tipo de Carga	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Parcial (ψ_p)	Acompaña. (ψ_a)

PROYECTO BÁSICO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL IES MARIANO JOSÉ DE LARRA, MADRID

Permanente (G)	1.00	1.00	-	-
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.50	0.30
Viento (W)	0.00	1.00	0.50	0.00

E.L.S. Código Estructural Anejo 18 Apéndice-1				
Cuasi permanente				
Tipo de Carga	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Parcial (ψ_p)	Acompaña. (ψ_a)
Permanente (G)	1.00	1.00	-	-
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (W)	0.00	1.00	0.30	0.00

E.L.U. de rotura Hormigón en Cimentaciones CTE DB-SE C				
Cuasi permanente				
Tipo de Carga	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Parcial (ψ_p)	Acompaña. (ψ_a)
Permanente (G)	1.00	1.60	-	-
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (W)	0.00	1.60	1.00	0.60

Abril 2025

Fdo. El arquitecto:

José Manuel Pintado Moreno, col. 12.693 COAM

Airia Ingeniería y Servicios S.A.

